

Approccio ingegneristico

Norme internazionali

DM 9 maggio 2007 e LC n.427/2008

Definizione degli scenari

Approccio ingegneristico

Introduzione

The vast majority of fire safety designs rely on prescriptive specifications written into regional, national or local regulations. Currently, various engineering approach are also allowed by these regulations, although information needed for an engineering approach is still generally obtained from conventional test methods. Fire Safety Engineering (FSE) is a discipline increasingly being used throughout the world in support of performance-based design, i.e. the reliance on engineering methods to determine whether a given design meets stated performance objectives. An example of such a concept already in use in the current regulatory environment is the “equivalency concept”, where FSE supplements prescriptive design by being applied in a performance-based analysis to specific aspects of a design to obtain “equivalent” performance. The eight parts to ISO/TR 13387 developed by ISO/TC 92/SC 4 have already outlined the fundamental methodologies of FSE.

(Estratto da ISO/TR 16576:2017)

FSE— Examples of fire safety objectives, functional requirements and safety criteria

Approccio ingegneristico

Introduzione

The FSE process not only involves fire safety design, but also extends to the **implementation of fire safety design plans and fire safety management.**

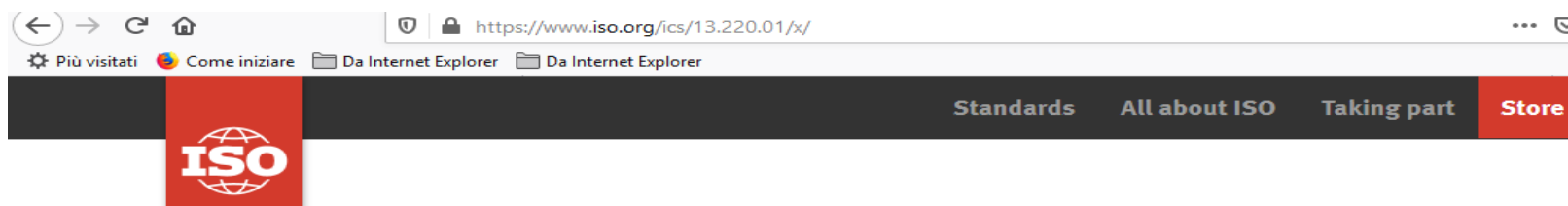
The difference between prescriptive and performance-based fire safety design is highlighted ... by requiring fire safety objectives (FSO), functional requirements (FR) and performance criteria (PC) to be explicitly stated in performance-based fire safety design.

Because prescriptive regulations covering fire safety design **commonly co-exist** with performance-based design, this document acknowledges that **fire safety designs conforming to prescriptive regulations can become the basis for comparison of engineered designs of built environments.**

(Estratto da ISO 23932-1:2018)

FSE — General principles — Part 1: General

Standards ISO di riferimento



ICS > 13 > 13.220

13.220.01

PROTECTION AGAINST FIRE IN GENERAL INCLUDING FIRE SAFETY

Comitato Tecnico ISO TC 92
(+ ISO TC 21 per la classificazione dei fuochi e vocabolario)

4 Sottocomitati (SC 1/2/3/4):

SC 1: Fire initiation and growth; SC 2: Fire containment; SC 3: Fire threat to people and environment

Comitato Tecnico ISO TC 92
Sottocomitato SC 4: FIRE SAFETY ENGINEERING

26 standards pubblicati + 14 progetti al 01/11/2019

27 standards pubblicati + 14 progetti al 01/10/2020

34 standards pubblicati + 4 progetti (2 in corso di pubblicazione) al 03/06/2023

36 standards pubblicati + 6 progetti (4 revisione+2 nuovi item) al 14/04/2025

Standards ISO di riferimento FSE



Comitato Tecnico ISO TC 92 - Sottocomitato SC SC4
FIRE SAFETY ENGINEERING

Valutazione
del rischio
incendio

ISO 16732-1:2012

Fire safety engineering — Fire risk assessment — Part 1: General → In revisione

ISO/TR 16732-2:2012

Fire Safety Engineering — Fire risk assessment — Part 2: Example of an office building

ISO/TR 16732-3:2013

Fire safety engineering — Fire risk assessment — Part 3: Example of an industrial property

Selezione degli scenari di incendio ed incendi di progetto

ISO 16733-1:2011 → 2024

Fire safety engineering — Selection of design fire scenarios and design fires — Part 1: Selection of design fire scenarios

ISO/TS 16733-2:2021

Fire safety engineering — Selection of design fire scenarios and design fires — Part 2: Design fires

Standards ISO di riferimento FSE



Comitato Tecnico ISO TC 92 - Sottocomitato SC SC4
FIRE SAFETY ENGINEERING

Metodi
di calcolo
Analitici



🕒 ISO 24678-1:2019

Fire safety engineering — Requirements governing algebraic formulae — Part 1: General requirements

🕒 ISO 24678-6:2016

→ In revisione

Fire safety engineering — Requirements governing algebraic formulae — Part 6: Flashover related phenomena

🕒 ISO 16734:2006 → ISO 24678-2:2022

Fire safety engineering — Requirements governing algebraic equations — Fire plumes

🕒 ISO 16735:2006 → ISO 24678-4:2023

Fire safety engineering — Requirements governing algebraic equations — Smoke layers

🕒 ISO 16736:2006 → ISO 24678-3:2022

Fire safety engineering — Requirements governing algebraic equations — Ceiling jet flows

🕒 ISO 16737:2012 → ISO 24678-5:2023

Fire safety engineering — Requirements governing algebraic equations — Vent flows

🕒 ISO 24678-7:2019

→ In revisione

Fire safety engineering — Requirements governing algebraic formulae — Part 7: Radiation heat flux received from an open pool fire

✅ ISO 24678-9:2022

Fire safety engineering — Requirements governing algebraic formulae — Part 9: Ejected flame from an opening

Standards ISO di riferimento FSE



Comitato Tecnico ISO TC 92 - Sottocomitato SC SC4 FIRE SAFETY ENGINEERING



ISO/TS 13447:2013

Fire safety engineering — Guidance for use of fire zone models



ISO/TR 16576:2017

Fire safety engineering — Examples of fire safety objectives, functional requirements and safety criteria

Per gli
Sviluppatori
di
metodi
di calcolo

ISO 16730-1:2015

Fire safety engineering — Procedures and requirements for verification and validation of calculation methods — Part 1: General

ISO/TR 16730-2:2013

Fire safety engineering — Assessment, verification and validation of calculation methods — Part 2: Example of a fire zone model applicato come esempio a CFAST (NIST USA)

ISO/TR 16730-3:2013

Fire safety engineering — Assessment, verification and validation of calculation methods — Part 3: Example of a CFD model applicato come esempio a ISIS (IRSN FR)

ISO/TR 16730-4:2013

Fire safety engineering — Assessment, verification and validation of calculation methods — Part 4: Example of a structural model

ISO/TR 16730-5:2013

Fire safety engineering — Assessment, verification and validation of calculation methods — Part 5: Example of an Egress model applicato come esempio a EXIT89 (NIST)

Standards ISO di riferimento FSE



Comitato Tecnico ISO TC 92 - Sottocomitato SC SC4 FIRE SAFETY ENGINEERING

Esodo



🕒 ISO/TR 16738:2009

Fire-safety engineering — Technical information on methods for evaluating behaviour and movement of people

🕒 ISO/TS 29761:2015

Fire safety engineering — Selection of design occupant behavioural scenarios

✅ ISO/TS 21602:2022

Fire safety engineering — Estimating the reduction in movement speed based on visibility and irritant species concentration

✅ ISO/TS 17886:2024

Fire safety engineering — Design of evacuation experiments

FSE



🕒 ISO 23932-1:2018

Fire safety engineering — General principles — Part 1: General

🕒 ISO/TR 23932-2:2020

Fire safety engineering — General principles — Part 2: Example of a dry-cleaning store

Protezione attiva

✅ ISO 20710-1:2022

Fire safety engineering — Active fire protection systems — Part 1: General principles

🕒 ISO/CD 20710-2

Fire safety engineering — Active fire protection — Part 2: Estimation of heat detection time

→ In preparazione

Standards ISO di riferimento FSE



Comitato Tecnico ISO TC 92 - Sottocomitato SC SC4 FIRE SAFETY ENGINEERING

Resistenza al fuoco



🕒 ISO 24679-1:2019

Fire safety engineering — Performance of structures in fire — Part 1: General

🕒 ISO/TR 24679-2:2017

Fire safety engineering — Performance of structure in fire — Part 2: Example of an airport terminal

🕒 ISO/TR 24679-3:2015

Fire safety engineering — Performance of structure in fire — Part 3: Example of an open car park

🕒 ISO/TR 24679-4:2017 → In revisione

Fire safety engineering — Performance of structures in fire — Part 4: Example of a fifteen-storey steel-framed office building

🕒 ISO/TR 24679-6:2017

Fire safety engineering — Performance of structures in fire — Part 6: Example of an eight-storey office concrete building

✅ ISO/TR 24679-5:2023

Fire safety engineering — Performance of structures in fire — Part 5: Example of a timber building in Canada

✅ ISO/TR 24679-8:2022

Fire safety engineering — Performance of structures in fire — Part 8: Example of a probabilistic assessment of a concrete building

Approccio ingegneristico

DM 9 maggio 2007

Procedure amministrative

Fase I Analisi qualitativa

Fase II Analisi quantitativa

Sistema di Gestione della Sicurezza Antincendio

DM 9 maggio 2007

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

8 articoli (procedure amministrative) + 1 Allegato Tecnico

Art. 1.

Oggetto

1. Il presente decreto definisce gli aspetti procedurali e i criteri da adottare per valutare il livello di rischio e progettare le conseguenti misure compensative, utilizzando, in alternativa a quanto previsto dal decreto del Ministro dell'interno 4 maggio 1998, l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio, al fine di soddisfare gli obiettivi della prevenzione incendi.

**Definizione di
approccio ingegneristico?**

Art. 2.

Campo di applicazione

1. In presenza di insediamenti di tipo complesso o a tecnologia avanzata, di edifici di particolare rilevanza architettonica e/o costruttiva, ivi compresi quelli pregevoli per arte o storia o ubicati in ambiti urbanistici di particolare specificità, la metodologia descritta nel presente decreto può essere applicata:

a) per la individuazione dei provvedimenti da adottare ai fini del rilascio del certificato di prevenzione incendi nel caso di attività non regolate da specifiche disposizioni antincendio

b) per la individuazione delle misure di sicurezza che si ritengono idonee a compensare il rischio aggiuntivo nell'ambito del procedimento di deroga di cui all'art. 6 del decreto del Presidente della Repubblica 12 gennaio 1998, n. 37.

DM 9 maggio 2007

Directive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico

Art. 3.

Domanda di parere di conformità sul progetto

1. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 1 del decreto del Ministro dell'interno 4 maggio 1998, la documentazione tecnica prevista dall'allegato I, lettera A), al medesimo decreto deve essere integrata con quanto stabilito nell'allegato al presente decreto, ivi compreso il documento contenente il programma per l'attuazione del sistema di gestione della sicurezza antincendio.

DM 7/8/2012

Si *integrano* quindi due aspetti *innovativi* al procedimento ordinario:

- il processo di Valutazione e Progettazione FSE
- SGSA

2. Il Comando provinciale dei vigili del fuoco valuta l'opportunità di acquisire il parere del Comitato tecnico regionale, ai sensi dell'art. 16, comma 3, del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.

3. Per tenere conto del maggiore impegno professionale richiesto per la valutazione delle scelte progettuali nonché della rilevante complessità correlata all'esame dei progetti redatti secondo l'approccio ingegneristico, la durata del servizio, al fine di determinare l'importo del corrispettivo dovuto, è ottenuta moltiplicando il numero di ore stabilito nell'allegato VI al decreto del Ministro dell'interno 4 maggio 1998, per un fattore pari a due.

DM 9 maggio 2007

Directive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico

Art. 4.

Domanda di deroga

1. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 5 del decreto del Ministro dell'interno 4 maggio 1998, la documentazione tecnica prevista dall'allegato I al medesimo decreto deve essere **integrata** da una valutazione sul rischio aggiuntivo conseguente alla mancata osservanza delle disposizioni cui si intende derogare e dalle misure tecniche che si ritengono idonee a compensare il rischio aggiuntivo, determinate utilizzando le metodologie dell'**approccio ingegneristico**, ivi compreso il documento contenente il programma per l'attuazione del **sistema di gestione della sicurezza antincendio**.

2. In conformità a quanto stabilito dall'art. 7, comma 2, del decreto del Ministro dell'interno 4 maggio 1998, la durata del servizio al fine di determinare l'importo del corrispettivo dovuto, è calcolata sulla base di quella prevista per il parere di conformità del progetto — determinata a norma del precedente art. 3, comma 3 — **maggiorata del cinquanta per cento**.

art. 7 DPR 151/11
art. 6 DM 7/8/2012
La procedura di deroga è possibile anche per attività *non soggette*, purché dotate di specifiche regole tecniche di prevenzione incendi.

DM 9 maggio 2007

Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico

Art. 5.

Dichiarazione di inizio attività

1. La dichiarazione di cui all'art. 3 del decreto del Ministro dell'interno 4 maggio 1998 è comprensiva anche della dichiarazione in merito all'attuazione del programma relativo al sistema di gestione della sicurezza antincendio.

Con il DPR 151/11 la DIA è stata sostituita dalla SCIA ex art. 4 DPR 151/11; art. 4 DM 7/8/2012

Art. 6.

Sistema di gestione della sicurezza antincendio

1. La progettazione antincendio eseguita mediante l'approccio ingegneristico comporta la necessità di elaborare un documento contenente il programma per l'attuazione del sistema di gestione della sicurezza antincendio (di seguito denominato SGSA) tenuto conto che le scelte e le ipotesi poste a base del progetto costituiscono vincoli e limitazioni imprescindibili per l'esercizio dell'attività.

Obbligo aggiuntivo

DM 9 maggio 2007

Directive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico

Art. 6.

Sistema di gestione della sicurezza antincendio

2. L'attuazione del sistema di gestione della sicurezza antincendio è soggetta a verifiche periodiche da parte del personale del Corpo nazionale dei vigili del fuoco.

3. La prima verifica del SGSA avviene in concomitanza con il sopralluogo finalizzato al rilascio del certificato di prevenzione incendi di cui all'art. 3 del decreto del Presidente della Repubblica 12 gennaio 1998, n. 37. Le verifiche successive hanno cadenza pari alla validità del certificato di prevenzione incendi e, in ogni caso, non superiore a sei anni.

DPR 151/2011

4. La verifica del SGSA rientra tra i servizi a pagamento di cui all'art. 23 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139. L'importo da corrispondere per la verifica del SGSA è uguale a quello dovuto per il sopralluogo; tale importo va pertanto sommato a quello previsto per il sopralluogo finalizzato al rilascio del certificato di prevenzione incendi o a quello previsto per il rinnovo del certificato medesimo.

Obblighi
aggiuntivi

5. Qualora l'esito della verifica del SGSA rilevi la mancanza dei requisiti previsti, il Comando provinciale dei vigili del fuoco 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.

Definizioni: approccio ingegneristico

DM 7 agosto 2012

- Articolo 1
(Definizioni)
- d) approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio: 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 protezione ottimali, necessarie a limitare, entro livelli prestabiliti, le conseguenze dell'incendio, ai sensi del decreto del Ministero dell'interno 9 maggio 2007;

DM 18 ottobre 2019

- G.1.21
1. Ingegneria della sicurezza antincendio (metodo prestazionale, fire safety engineering, FSE): applicazione di principi ingegneristici, di regole e di giudizi esperti basati sulla valutazione scientifica del fenomeno della combustione, degli effetti dell'incendio e del comportamento umano, finalizzati alla tutela della vita umana, alla protezione dei beni e dell'ambiente, alla quantificazione dei rischi di incendio e dei relativi effetti ed alla valutazione analitica delle misure antincendio ottimali, necessarie a limitare entro livelli prestabiliti le conseguenze dell'incendio, secondo le indicazioni del capitolo M.1.

ISO 23932-1:2018

Application of engineering methods based on scientific principles to the development or assessment of designs in the built environment through the analysis of specific fire scenarios or through the quantification of risk for a group of fire scenarios

G.1.3

18. Giudizio esperto: analisi fondata sui principi generali di prevenzione incendi e sul bagaglio di conoscenze del progettista esperto del settore della sicurezza antincendio.

Engineering judgement: process exercised by a professional or a team of professionals who is qualified by way of education, experience and recognized skills to complement, supplement, accept or reject elements of an engineering analysis (ISO 23932-1)

Definizioni: Sistema Gestione Sicurezza Antincendio

DM 7 agosto 2012

Disposizioni relative alle modalità di presentazione di istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'art. 2, c. 7, DPR n. 151/11

Articolo 1 **(Definizioni)**

e) **SGSA**: sistema di gestione della sicurezza antincendio di cui all'articolo 6 del decreto del Ministero dell'interno 9 maggio 2007;

DM 18 ottobre 2019

G.1.10 Gestione della sicurezza antincendio

1. **Gestione della sicurezza antincendio (GSA)**: misura finalizzata alla gestione di un'attività in condizioni di sicurezza, sia in fase di esercizio che in fase di emergenza, attraverso l'adozione di una organizzazione che prevede ruoli, compiti, responsabilità e procedure.

DM 9 maggio 2007

ALLEGATO TECNICO

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

BS 7974:2001 → 2019

Analisi preliminare (I fase)

Qualitative design review

Analisi quantitativa (II fase)

Quantitative design review

SGSA

DM 9 maggio 2007

ALLEGATO - 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 può 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;

DM 18 ottobre 2019

G.1.21 Ingegneria della sicurezza antincendio

2. Scenario d'incendio: descrizione completa ed univoca dell'evoluzione dell'incendio in relazione ai suoi tre aspetti fondamentali: focolare, attività ed occupanti.

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

DM 18 ottobre 2019

3. Scenario d'incendio di progetto: specifico scenario d'incendio in relazione al quale viene condotta l'applicazione dei metodi dell'ingegneria della sicurezza antincendio.

(ISO 13943:2008 – ISO/TS 29761:2015)

fire scenario: qualitative description of the course of a fire with respect to time, identifying key events that characterise the studied fire and differentiate it from other possible fires.

Note. It typically defines the ignition and fire growth processes, the fully developed fire stage, the fire decay stage, and the environment and systems that impact on the course of the fire. [ISO 13943]

design fire scenario: specific **fire scenario** on which a deterministic **fire safety engineering** analysis is conducted

Note. As the number of possible fire scenarios can be very large, it is necessary to select the most important scenarios (the design fire scenarios) for analysis. The selection of design fire scenarios is tailored to the fire-safety design objectives and accounts for the likelihood and consequences of potential scenarios. [ISO 13943]

DM 9 maggio 2007

ALLEGATO - Definizioni

➡ incendio di progetto: descrizione quantitativa di un focolare previsto all'interno di uno scenario di incendio;

DM 18 ottobre 2019 Manca la definizione

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

DM 18 ottobre 2019 Manca la definizione

➡ processo prestazionale: processo finalizzato a raggiungere obiettivi e livelli di prestazione specifici;

(ISO 13943:2008 – ISO/TS 29761:2015)

design fire: quantitative description of assumed fire characteristics within the **design fire scenario**

Note. It is, typically, an idealized description of the variation with time of important fire variables, such as heat release rate, flame spread rate, smoke production rate, toxic gas yields, and temperature [ISO 13943]

velocità di rilascio di calore: Energia termica rilasciata nell'unità di tempo dalla **combustione** di un elemento in condizioni specificate.

Nota Si esprime in Watt (kW o MW) [ISO 13943]

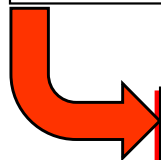
DM 9 maggio 2007

ALLEGATO TECNICO

Analisi Preliminare (I fase)

2. Generalità.

1. 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 il processo seguito per individuare gli scenari di incendio di progetto ed i livelli di prestazione.



Sommario tecnico

- Scenari di incendio di progetto
- Livelli di prestazione

DM 9 maggio 2007

ALLEGATO TECNICO

Analisi Preliminare (I fase)

3. Analisi preliminare (prima fase).

3.1. Definizione del progetto.

1. In questa fase viene definito il progetto al fine di identificare e documentare almeno i seguenti punti:

- ➔ eventuali vincoli progettuali derivanti da previsioni normative o da esigenze peculiari dell'attività;
- ➔ individuazione dei pericoli di incendio connessi con la destinazione d'uso prevista;
- ➔ descrizione delle condizioni ambientali per l'individuazione dei dati necessari per la valutazione degli effetti che si potrebbero produrre;
- ➔ analisi delle caratteristiche degli occupanti in relazione alla tipologia di edificio ed alla destinazione d'uso prevista.

Serie ISO 16732:2012/3
Fire Risk Assessment



Sommaio tecnico

DM 9 maggio 2007

ALLEGATO TECNICO

Analisi Preliminare (I fase)

3. Analisi preliminare (prima fase).

3.2. Identificazione degli **obiettivi di sicurezza antincendio**.

1. In questa fase sono identificati ed esplicitati gli obiettivi di sicurezza antincendio in conformità alle vigenti disposizioni in materia di prevenzione incendi ed in relazione alle specifiche esigenze dell'attività in esame, ivi compresa la sicurezza delle squadre di soccorso. Gli obiettivi servono quindi come capisaldi di riferimento per stabilire i livelli di prestazione.

Esempi di obiettivi di sicurezza antincendio

Documento interpretativo n.2 Direttiva prodotti da costruzione (anni '90)

- La capacità portante dell'opera deve essere garantita per un periodo di tempo determinato
- La produzione e la propagazione dell'incendio e del fumo all'interno delle opere deve essere limitata
- La propagazione dell'incendio alle opere limitrofe deve essere limitata
- Gli occupanti devono essere in grado di lasciare l'opera o possono essere soccorsi con altri mezzi
- Deve essere presa in considerazione la sicurezza delle squadre di soccorso

ISO 23932-1:2018
(ex ISO 23932:2009)

Fire Safety Objectives



- Life safety



- Property protection

- Continuity of operations

- Environment Protection

- Preservation of heritage

ISO/TR 16576:2017
Japan, France, NZ

DM 9 maggio 2007

ALLEGATO TECNICO - Analisi Preliminare (I fase)

3. Analisi preliminare (prima fase).

3.3. Individuazione dei livelli di prestazione.

1. In relazione agli obiettivi di sicurezza individuati, il progettista deve indicare quali sono i parametri significativi presi a riferimento per garantire il soddisfacimento degli stessi obiettivi. I parametri possono includere, ad esempio, temperature massime dei gas, livelli di visibilità, livelli di esposizione termica per le persone o per i materiali.

2. Successivamente devono essere quantificati i livelli di prestazione ossia devono essere definiti i valori numerici rispetto ai quali verificare i risultati attesi dal progetto. Tali valori possono essere desunti dalla letteratura tecnica condivisa tra cui si citano, a titolo esemplificativo e non esaustivo, la norma ISO/TR 13387, la norma BS 7974, il decreto del Ministro dei lavori pubblici 9 maggio 2001.

4.4. Documentazione di progetto.

1. Fatto salvo quanto previsto dall'allegato I al decreto del Ministro dell'interno 4 maggio 1998, la documentazione di progetto deve essere integrata:

relativamente alla fase preliminare (prima fase), dal sommario tecnico di cui al precedente punto 2, comma 1, 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;

ISO 23932-1:2018
(ex ISO 23932:2009)

Safety or Performance criteria

ISO 16732-1:2012
ISO/TR 16732-2/3:2012/3

Approccio probabilistico

ISO 16733-1:2015

Approccio deterministico

Serie ISO/TR 13387:1999
ritirata nel 2014 senza sostituz.

BS 7974:2019 (ex 2001)

PD 7974-1:2019 Initiation and development of fire within the enclosure

PD 7974-2:2019 Spread of smoke and toxic gases within and beyond the enclosure of origin

PD 7974-3:2019 Structural response to fire and fire spread beyond the enclosure of origin

PD 7974-4:2019 Probabilistic risk assessment

PD 7974-5:2014 Fire and rescue service intervention

PD 7974-6:2019 Human factors. Life safety strategies

DM 9 maggio 2007

ALLEGATO TECNICO - Analisi Quantitativa (II fase)

4. Analisi quantitativa (seconda fase).

4.1. Scelta dei modelli.

1. Il primo approccio progettuale consiste nella scelta dei modelli da applicare al caso in esame per la valutazione dello sviluppo dell'incendio e delle sue possibili conseguenze, nonché per la valutazione delle condizioni di esodo. Il progettista, sulla base di valutazioni inerenti la complessità del progetto, può optare tra i modelli che le attuali conoscenze tecniche di settore mettono a disposizione.

Performance criteria: Temperatura gas caldi ed involucro edilizio; Flussi termici; Visibilità; Concentrazione gas;...

Modelli a zone	Modelli di campo	Modelli analitici e algebrici	Modelli algebrici
CFAST,---	FDS, Analisi strut.	Plume, Ceiling jet, Vent,...	

ISO/TS 13447:2013

Modelli a zone

ISO 13571:2012

ISO/TR 13571-2:2016

ISO 29903-1:2020

Tenability e toxic gas

ISO/TR 15656:2003

ISO/TR 15657:2013

Resistenza al fuoco

Serie ISO 24678:2019/23

Performance criteria : Tempi di esodo degli occupanti (RSET)

Modelli deterministici

Modelli comportamentali (anche stocastici)

SFPE Handbook, ---

Agent based (EVAC, PATHFINDER, EXODUS, ---)

DM 9 maggio 2007

ALLEGATO TECNICO - Analisi Quantitativa (II fase)

4. Analisi quantitativa (seconda fase).

4.2. Risultati delle elaborazioni.

1. L'applicazione del modello scelto all'opera in esame deve fornire una serie di parametri numerici che servono a descrivere l'evoluzione dell'incendio ed a consentire lo sviluppo della progettazione in termini di raggiungimento dei livelli di prestazione prefissati.

2. Il documento interpretativo per il requisito essenziale n. 2 «Sicurezza in caso d'incendio» della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione, può essere preso a riferimento per l'individuazione dei principali parametri che descrivono l'incendio.

3. Ai fini della determinazione del comportamento strutturale della costruzione soggetta all'azione derivante dallo scenario di incendio di progetto ipotizzato, si applicano le disposizioni di cui ai punti 4.2 e 5 dell'allegato al decreto del Ministro dell'interno 9 marzo 2007.

Resistenza
al fuoco

4.3. Individuazione del progetto finale.

1. Al Comando provinciale dei vigili del fuoco deve essere presentato il progetto che è stato verificato rispetto agli scenari di incendio prescelti e che soddisfa i livelli di prestazione individuati.

Progetto

DM 9 maggio 2007

ALLEGATO TECNICO - Analisi Quantitativa (II fase)

4. Analisi quantitativa (seconda fase).

4.4 Documentazione di progetto.

1. Fatto salvo quanto previsto dall'allegato I al decreto del Ministro dell'interno 4 maggio 1998, la documentazione di progetto deve essere integrata:

DM 7/8/2012

Progettista/i

per quanto attiene la documentazione di progetto relativa alla fase di analisi quantitativa (seconda fase), è richiesta una particolare attenzione alle modalità di presentazione dei risultati in modo che questi riassumano, in una sintesi completa ed efficace, il comportamento del sistema per quel particolare tipo di analisi.

2. 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. Di tali grandezze, unitamente ai diagrammi e agli schemi grafici, devono essere chiaramente evidenziati i valori numerici nei punti significativi ai fini della valutazione dell'andamento dei fenomeni connessi allo sviluppo dell'incendio, in relazione alla verifica delle condizioni di sicurezza necessarie. Nello specifico si devono fornire le seguenti indicazioni:



Progetto

DM 9 maggio 2007

ALLEGATO TECNICO - Analisi Quantitativa (II fase)

4. Analisi quantitativa (seconda fase).

4.4 Documentazione di progetto.

modelli utilizzati: il progettista deve fornire elementi a sostegno della scelta del modello utilizzato affinché sia dimostrata la coerenza delle scelte operate con lo scenario di incendio di progetto adottato;

➔ 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;

➔ origine e caratteristiche dei codici di calcolo: devono essere fornite indicazioni in merito all'origine ed alle caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati con riferimento alla denominazione, all'autore o distributore, alla versione e alle validazioni sperimentali. Deve essere altresì fornita idonea documentazione sull'inquadramento teorico della metodologia di calcolo e sulla sua traduzione numerica nonché indicazioni riguardanti la riconosciuta affidabilità dei codici;

➔ confronto fra risultati e livelli di prestazione: in funzione della metodologia adottata per effettuare le valutazioni relative allo scenario di incendio considerato, devono essere adeguatamente illustrati tutti gli elementi che consentono di verificare il rispetto dei livelli di prestazione indicati nell'analisi preliminare, al fine di evidenziare l'adeguatezza delle misure di protezione che si intendono adottare.

Progettista/i

Giustificare

Documentare



Progetto

Serie ISO 16730:2013/5
ISO/TR 16732-2/3:2012/3
Approccio probabilistico
ISO 16733-1:2015 → 2024
Approccio deterministico

DM 9 maggio 2007

ALLEGATO TECNICO - Analisi Quantitativa (II fase)

4. Analisi quantitativa (seconda fase).

4.4 Documentazione di progetto.

3. 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.

Progetto

Dal Progetto al SGSA



4. Come già richiamato in precedenza, una documentazione appropriata assicura che tutti i soggetti interessati comprendano le limitazioni poste alla base del progetto. A partire da questa documentazione sarà chiaro il criterio con cui sono state valutate le condizioni di sicurezza del progetto, garantendo una realizzazione corretta e soprattutto il mantenimento nel tempo delle scelte concordate.

SGSA

DM 9 maggio 2007

ALLEGATO TECNICO

Sistema di Gestione della Sicurezza Antincendio (SGSA)

5. Sistema di gestione della sicurezza antincendio (SGSA).

1. La metodologia prestazionale, basandosi sull'individuazione delle misure di protezione effettuata mediante scenari di incendio valutati *ad hoc*, richiede, affinché non ci sia una riduzione del livello di sicurezza prescelto, un attento mantenimento nel tempo di tutti i parametri posti alla base della scelta sia degli scenari che dei progetti. Conseguentemente è necessario che venga posto in atto un sistema di gestione della sicurezza antincendio definito attraverso uno specifico documento presentato all'organo di controllo fin dalla fase di approvazione del progetto e da sottoporre a verifiche periodiche. Si richiama pertanto l'attenzione sulla circostanza che l'uso dell'opera nel rispetto delle limitazioni ipotizzate, del mantenimento delle misure di protezione previste e della gestione di eventuali modifiche, impone la realizzazione di un SGSA adeguato all'importanza dell'opera stessa.

DM 9 maggio 2007

ALLEGATO TECNICO

Sistema di Gestione della Sicurezza Antincendio (SGSA)

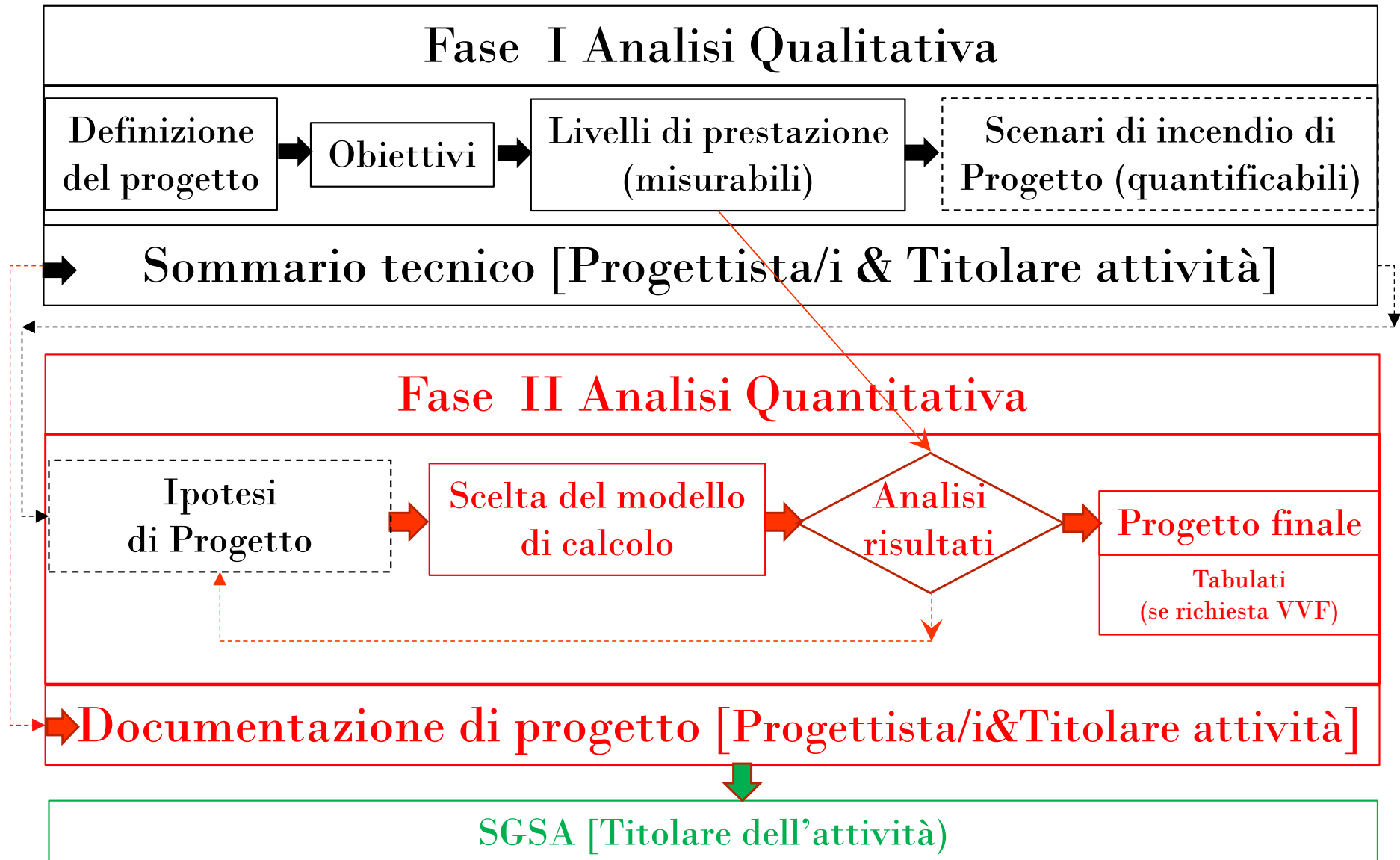
5. Sistema di gestione della sicurezza antincendio (SGSA).

2. Nell'ambito del programma per l'attuazione del SGSA devono essere valutati ed esplicitati i provvedimenti presi relativamente ai seguenti punti:

- ➔ organizzazione del personale;
- ➔ identificazione e valutazione dei pericoli derivanti dall'attività;
- ➔ controllo operativo;
- ➔ gestione delle modifiche;
- ➔ pianificazione di emergenza;
- ➔ sicurezza delle squadre di soccorso;
- ➔ controllo delle prestazioni;
- ➔ manutenzione dei sistemi di protezione;
- ➔ controllo e revisione.

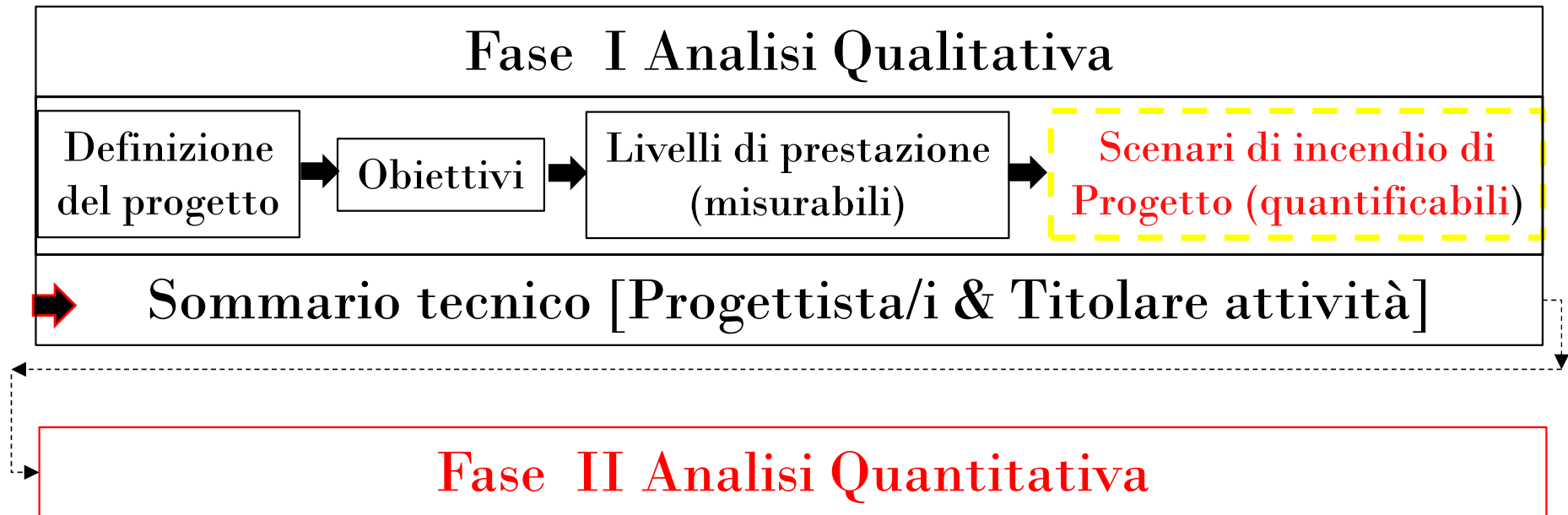
DM 9 maggio 2007

Schema sinottico



DM 9 maggio 2007

Schema sinottico



+L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

ISO 16733-1:2024
Selection of design fire scenarios and design fires —
Part 1: Selection of design fire scenarios
Capitolo M2 RTO: 2015-2019
NFPA 101 Life Safety Code

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE
DIREZIONE CENTRALE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA TECNICA

Osservatorio per l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio

Prot. n. DCPST/427

Allegati: 2

Roma, 31 marzo 2008

LETTERA-CIRCOLARE

-AI SIGG. DIRETTORI REGIONALI DEI VIGILI DEL FUOCO
LORO SEDI

-AI SIGG. COMANDANTI PROVINCIALI DEI VIGILI DEL FUOCO
LORO SEDI

OGGETTO: Approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio. Trasmissione delle linee guida per l'approvazione dei progetti e della scheda rilevamento dati predisposte dall'Osservatorio.

Allegato n.1 Scheda rilevamento dati

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

1. Premessa

Il presente documento è redatto con riferimento a quanto previsto dal D.M. 9/5/07 allo scopo di fornire ai funzionari tecnici del Corpo Nazionale VV.F. già formati nello specifico argomento, che esamineranno i progetti redatti con l'approccio ingegneristico, elementi utili alla valutazione.

Non vuole rappresentare una lista in cui ogni punto deve essere verificato, ma piuttosto un insieme di indicazioni da utilizzare ove applicabili.

Si evidenzia che data la particolarità del processo di progettazione appare estremamente opportuno favorire una fase di confronto tra progettista e il Comando P.le VVF prima del completo sviluppo della progettazione stessa, allo scopo di poter valutare e condividere alcuni aspetti fondamentali quali ad esempio: l'identificazione degli obiettivi di sicurezza, dei livelli di prestazione, degli scenari di incendio, della scelta dei modelli per l'analisi delle conseguenze ecc.

Tenuto conto quanto già previsto dall'allegato I al D.M. 4/5/98 si riporta di seguito l'elenco delle informazioni e della documentazione aggiuntiva che dovrà essere fornita in caso di progettazione svolta con l'approccio ingegneristico; *le parti in corsivo* sono tratte direttamente dal D.M. 9/5/07.

N.B.: non è prevista esplicitamente nel DM 9/5/2007

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

2. Scheda informativa generale

La scheda informativa generale oltre a quanto già previsto dal **D.M. 4/5/98** deve contenere le seguenti informazioni.

Con il nuovo regolamento di prevenzione incendi di cui al DPR 151/2011 e DM 7/8/2012, le informazioni richieste nella vecchia "Scheda informativa generale" sono state inserite nel modello di istanza di valutazione del progetto PIN 1-2012 - Valutazione progetto.

- 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:

Obiettivi

ISO 23932-1:2018
(ex ISO 23932:2009)
ISO/TR 16576:2017

- 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).

Deve risultare chiaro quali aspetti della progettazione vengono affrontati tramite l'approccio ingegneristico e quali ne sono esclusi.

(Nota: un particolare progetto può prevedere l'analisi della diffusione dei fumi in relazione ai tempi di esodo ma garantire i requisiti di resistenza al fuoco con analisi di tipo prescrittivo).

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

2. Scheda informativa generale

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).

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

3. Analisi preliminare (I fase)

3.1. Definizione del progetto

Nella progettazione svolta con l'approccio ingegneristico alcuni elementi sono di particolare rilevanza nella definizione degli obiettivi di sicurezza antincendio e, di conseguenza, nella selezione degli scenari. Questa parte della documentazione deve esplicitare in modo chiaro gli elementi che, sulla base del giudizio del professionista, costituiscono delle criticità ai fini della valutazione.

(Esempio: la descrizione dettagliata della costruzione con particolare riferimento alla suddivisione degli ambienti, alle aperture di ventilazione e alla presenza di infissi, alle barriere che ostacolano il movimento degli effluenti, alle vie di esodo, ai compartimenti antincendio e/o antifumo, alle strutture e ai materiali, il layout degli impianti, la distribuzione degli arredi e dei materiali combustibili, la presenza di impianti di ventilazione e di condizionamento, le aperture di aerazione e tipologia di infissi, la presenza di persone, la loro distribuzione, la loro occupazione principale e le eventuali limitazioni o impedimenti per un normale esodo dalla costruzione, ecc.).

In questa sezione non si tratta di indicare le soluzioni o i sistemi che verranno successivamente ipotizzati come misure compensative e dimensionati mediante l'analisi ingegneristica, ma di illustrare la situazione esistente o di progetto, necessaria come base per le successive analisi.

(Esempio: un impianto di estrazione dei fumi o altre misure compensative)

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

3. Analisi preliminare (I fase)

3.1. 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.
- Individuazione dei **pericoli di incendio** connessi con la destinazione d'uso prevista, come già previsto dal D.M. 4/5/98 (ed in particolare dall'allegato I punto A.2.1) e dal D.M. 10/03/98 (ed in particolare dagli allegati I e II).

Serie ISO 16732:2012/3

Fire Risk Assessment

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

3. Analisi preliminare (I fase)

3.1. Definizione del progetto

- Descrizione delle condizioni ambientali per l'individuazione dei dati necessari per la valutazione degli effetti che si potrebbero produrre, come già previsto dal D.M. 4/5/98 (ed in particolare dall'allegato I punto A.2.2) e dal D.M. 10/03/98 (ed in particolare dagli allegati I e II) 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 delle condotte di mandata e di ripresa dell'aria, dei punti di espulsione e di immissione dell'aria e degli elementi principali dell'impianto);
 - portata dell'impianto
 - presenza ed ubicazione di serrande tagliafuoco;
 - evacuatori di fumo e calore motorizzati; NdA: in realtà è un sistema di protezione attiva
 - sistemi di attivazione dell'impianto di ventilazione.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

3. Analisi preliminare (I fase)

3.1. Definizione del progetto

- 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.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

3. Analisi preliminare (I fase)

3.1. Definizione del progetto

- Analisi delle caratteristiche degli occupanti in relazione alla tipologia di edificio ed alla destinazione d'uso prevista, come già previsto dal D.M. 4/5/98 (ed in particolare dall'allegato I punto A.2.2) e dal D.M. 10/03/98 (ed in particolare dagli allegati I e II) fornendo in particolare le seguenti informazioni:
 - tipologia degli occupanti:
 - familiarità con l'ambiente;
 - presenza di anziani o bambini;
 - presenza di disabili (con limitazione delle capacità motorie, con limitazione delle capacità visive, con limitazione delle capacità uditive, con problematiche psicologiche o mentali);
 - stato di veglia o di sonno;
 - presenza di persone con compiti particolari che devono ritardare l'esodo;
 - presenza di persone con restrizione della libertà (carceri, istituti di pena, ecc.);
- numero e distribuzione degli occupanti all'interno dei locali (affollamento delle aree) nelle condizioni più sfavorevoli ai fini dell'esodo

ISO/TS 29761:2015

Selection of design occupant behavioural scenarios

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

3. Analisi preliminare (I fase)

3.2. Identificazione degli Obiettivi di sicurezza antincendio

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 altrimenti;
- deve essere presa in considerazione la sicurezza delle squadre di soccorso.

ISO 23932-1:2018
(ex ISO 23932:2009)
ISO/TR 16576:2017

In funzione quindi delle finalità, riportate nella Scheda informativa generale, per le quali viene applicata l'analisi utilizzando l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio,

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

dovranno essere definiti i relativi obiettivi di sicurezza antincendio.

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

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

3. Analisi preliminare (I fase)

3.3. Identificazione dei Livelli di prestazione

I parametri possono includere, ad esempio:

ISO/TR 16576:2017

Examples of FSO, FR and safety criteria

- livelli di temperatura massima alla quale si può essere esposti, [persone o beni]
- livelli di visibilità, [persone]
- livelli di irraggiamento termico a cui le persone o gli elementi possono essere esposti, [strutture o beni]
- livelli di concentrazione delle specie tossiche e irritanti [persone]

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.

A questi vanno aggiunti i livelli di prestazione richiesti per la costruzione, secondo quanto indicato nel DM 9/3/2007 e indicare quali sono i parametri significativi presi a riferimento come criteri valutativi delle prestazioni richieste.

(Esempio: una condizione di carico critica, una temperatura critica, uno stato deformativo critico, ecc.).

Tali valori possono, ad esempio, essere desunti dalle norme **ISO/TR 13387**, BS 7974, EN 1991-1-2, dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 9/05/2001, dal decreto del Ministero delle Infrastrutture 14/1/2008, ecc.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

3. Analisi preliminare (I fase)

3.3. Identificazione dei Livelli di prestazione

Si riportano di seguito alcune considerazioni su alcuni parametri:

- **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 sempre essere giustificati).

- **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).

- **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).

(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.)

ISO/TR 16576:2017

Examples of FSO, FR and safety criteria

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

3. Analisi preliminare (I fase)

3.3. 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.)

ISO 13571:2012
ISO/TR 13571-2:2016
ISO 29903:2012
Tenability e toxic gas

DM 18 ottobre 2019

Modello	Prestazione	Soglia di prestazione	Riferimento
Oscuramento della visibilità da fumo	Visibilità minima di pannelli riflettenti, non retroilluminati, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 10 m Occupanti in locali di superficie lorda < 100m²: 5 m	ISO 13571:2012
		Soccorritori: 5 m Soccorritori in locali di superficie lorda < 100m²: 2,5 m	[1]
Gas tossici	FED, <i>fractional effective dose</i> e FEC, <i>fractional effective concentration</i> per esposizione a gas tossici e gas irritanti, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 0,1	ISO 13571:2012, limitando a 1,1% la porzione di occupanti incapaci al raggiungimento della soglia
		Soccorritori: nessuna valutazione	-
Calore	Temperatura massima di esposizione	Occupanti: 60°C	ISO 13571:2012
		Soccorritori: 80°C	[1]
Calore	Irraggiamento termico massimo da tutte le sorgenti (incendio, effluenti dell'incendio, struttura) di esposizione degli occupanti	Occupanti: 2,5 kW/m²	ISO 13571:2012, per esposizioni inferiori a 30 minuti
		Soccorritori: 3 kW/m²	[1]

[1] Ai fini di questa tabella, per soccorritori si intendono i componenti delle squadre aziendali opportunamente protetti ed addestrati alla lotta antincendio, all'uso dei dispositivi di protezione delle vie aeree, ad operare in condizioni di scarsa visibilità. Ulteriori indicazioni possono essere desunte ad esempio da documenti dell'Australian Fire Authorities Council (AFAC) per hazardous conditions.

Tabella M.3-2: Esempio di soglie di prestazione impiegabili con il metodo di calcolo avanzato

Prestazione	Soglia di prestazione	Riferimento
Altezza minima dei fumi stratificati dal piano di calpestio al di sotto del quale permanga lo strato d'aria indisturbata	Occupanti: 2 m	Ridotto da <u>ISO/TR 16738:2009</u> , section 11.2
	Soccorritori: 1,5 m	[1]
Temperatura media dello strato di fumi caldi	Occupanti: 200°C	ISO/TR 16738:2009, section 11.2
	Soccorritori: 250°C	[1]

[1] Ai fini di questa tabella, per soccorritori si intendono i componenti delle squadre aziendali opportunamente protetti ed addestrati alla lotta antincendio, all'uso dei dispositivi di protezione delle vie aeree, ad operare in condizioni di scarsa visibilità. Ulteriori indicazioni possono essere desunte ad esempio da documenti dell'Australian Fire Authorities Council (AFAC) per hazardous conditions.

Tabella M.3-3: Esempio di soglie di prestazione impiegabili con il metodo di calcolo semplificato

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

3. Analisi preliminare (I fase)

3.4. Scenari di 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 (HRR_{max});
- tasso di sviluppo dei prodotti della combustione.

La documentazione dovrà fornire un'accurata descrizione dei materiali combustibili presenti nella parte dell'edificio interessata dagli scenari e le loro caratteristiche.

In particolare devono essere individuati e segnalati gli scenari corrispondenti ad eventuali distribuzioni non uniformi del carico di incendio, che possono determinare incendi di tipo localizzato, e devono essere forniti i dati relativi al carico di incendio previsto nelle aree di massima concentrazione.

ISO 16733-1:2024

Selection of **design fire scenarios** and design fires -
Part 1: Selection of **design fire scenarios**

NFPA 101:2024
Life Safety Code

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

3. Analisi preliminare (I fase)

3.4. Scenari di incendio

Con riferimento al punto 4.2 c.3 dell'allegato al D.M. 9/5/2007 e alle richiamate indicazioni riguardanti la definizione del carico di incendio specifico di progetto (punto 4.2 dell'allegato al D.M. 9/3/2007), si precisa quanto di seguito indicato. Nel caso in cui il progettista intenda avvalersi della possibilità di modellare il contributo offerto dalle misure di protezione limitative del carico di incendio specifico, cui corrispondono i vari coefficienti d_{ni} , allo stato attuale delle conoscenze, la modellazione potrà essere effettuata esclusivamente per le misure di cui ai coefficienti d_{n1} , d_{n2} , d_{n3} , d_{n4} , d_{n5} , d_{n6} , d_{n7} della tabella 3 dell'allegato al D.M. 9/3/2007, dando adeguata documentazione in merito all'efficacia dei sistemi adottati e in merito ai dati tecnici che ne consentono realisticamente una modellazione.

Si fa presente inoltre che la modellazione delle misure di protezione limitative del carico di incendio specifico, così come l'adozione dei valori d_{hi} previsti in tabella, potrà essere condotta unicamente con riferimento a misure in grado di espletare la loro protezione nell'arco delle 24 ore.

I coefficienti δ_{ni} (funzione delle misure di protezione) della tab. 3 dell'all. al D.M. 9/3/2007 che possono essere presi in considerazione sono: δ_{n1} - δ_{n2} (sistemi automatici di estinzione), δ_{n3} (sistemi di evacuazione automatico fumo e calore), δ_{n4} (sistemi automatici di rivelazione, segnalazione e allarme incendio), δ_{n5} (squadra aziendale antincendio), δ_{n6} - δ_{n7} (rete idrica antincendio).

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

3. Analisi preliminare (I fase)

3.4. Scenari di incendio [e Materia]

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.

[tossici e/o irritanti, in ppm/ppb]

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_{α} , 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).

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

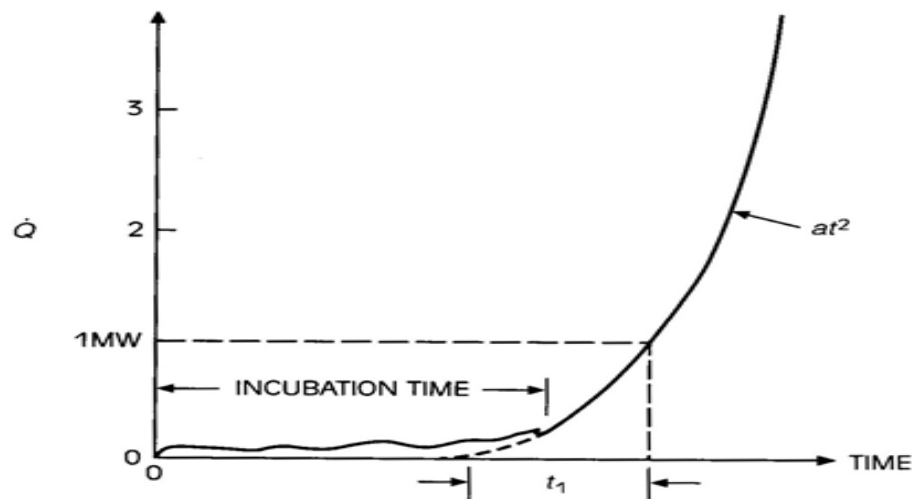
Table E.5 — Fire growth rate and RHR_f for different occupancies

Max Rate of heat release RHR_f			
Occupancy	Fire growth rate	t_{α} [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

(Esempio: in ambito industriale ma sempre con riferimento ad incendi in ambiente confinato, si può far riferimento a valori diversi purché riconducibili a studi e sperimentazioni effettuate in tale ambito).

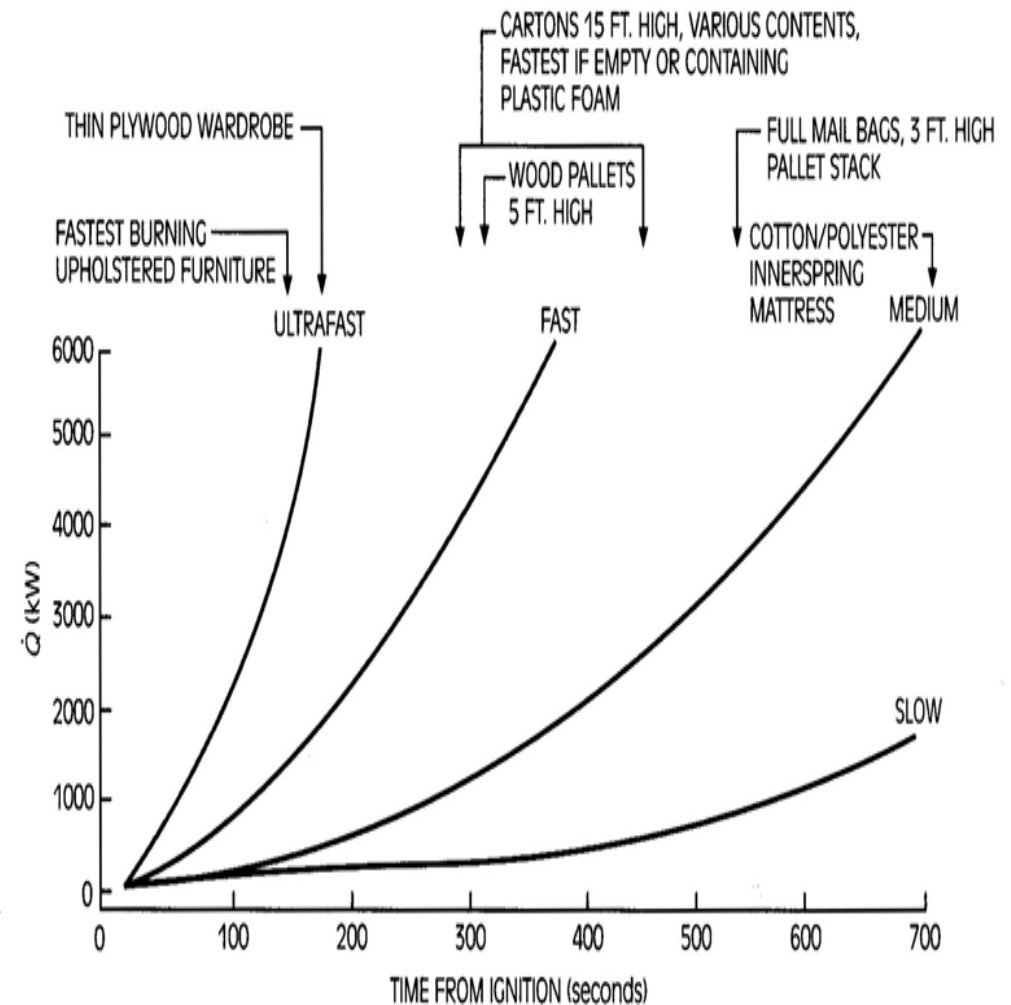
Design fires – Curve parametriche αt^2

Rate of Heat Release (RHR) – Curve parametriche αt^2 [Design fires]



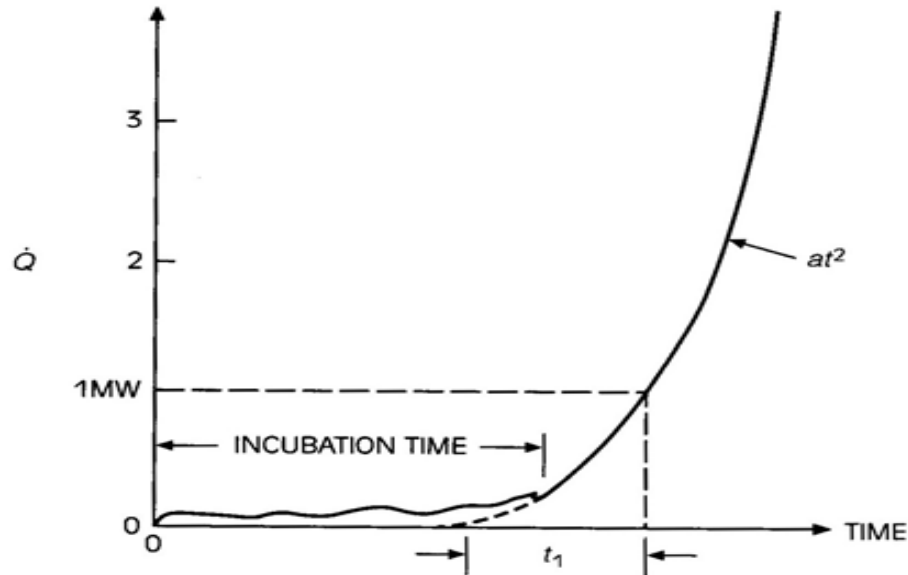
La relazione quadratica si è dimostrata utile per modellare la prima fase di crescita pre-flashover dell'incendio.

La classifica adottata dalla NFPA distingue in base al tempo t_1 per raggiungere $HRR=1$ MW.



Design fires – Curve parametriche αt^2

Rate of Heat Release (RHR) – Curve standard NFPA parametriche αt^2



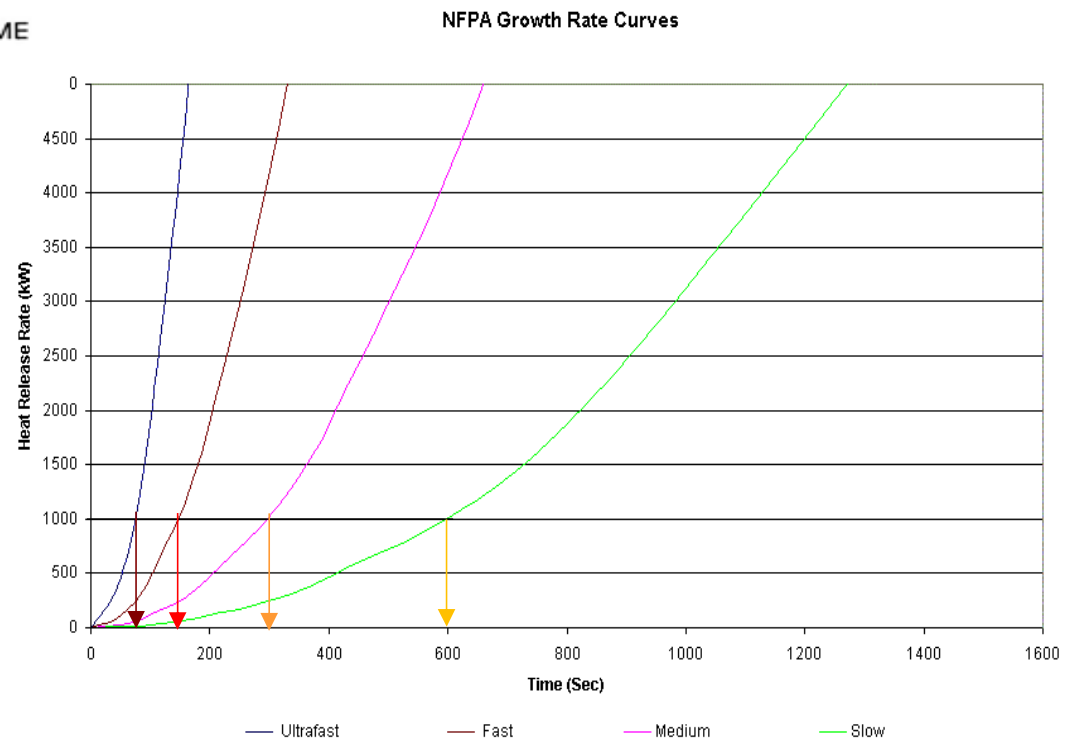
La classificazione nella NFPA 92 prevede:

Crescita lenta: $t_1=600$ s ($\alpha=0.0029$ kJ/s³)

Crescita media: $t_1=300$ s ($\alpha=0.012$ kJ/s³)

Crescita veloce: $t_1=150$ s ($\alpha=0.047$ kJ/s³)

Crescita ultraveloce: $t_1=75$ s ($\alpha=0.188$ kJ/s³)



L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

3. Analisi preliminare (I fase)

3.4. Scenari di 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.

Livelli di HRR fortemente difforni da quelli disponibili in letteratura dovrebbero indurre il progettista ad approfondire il grado di affidabilità dei dati di input del modello di combustione.

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.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

3. Analisi preliminare (I fase)

3.4. Scenari di 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 $0,01 \text{ kg}_{\text{soot}}/\text{kg}_{\text{comb}}$)

(Esempio: per materiali plastici quali, PVC, poliuretano, ecc. il rateo può crescere di un ordine di grandezza e arrivare a $0,08 - 0,10 \text{ kg}_{\text{soot}}/\text{kg}_{\text{comb}}$ o anche maggiore con effetti molto più gravosi)

La resa in particolare (soot yield) dipende oltre che dalla composizione chimica del materiale combustibile dalle condizioni di **ventilazione** in prossimità del focolare

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

3. Analisi preliminare (I fase)

3.4. Scenari di 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.

- Caratteristiche dell'edificio.
- 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).

- Condizioni di ventilazione naturale interna ed esterna, con riferimento a:
 - infiltrazioni naturali nell'ambiente (leakage);
 - presenza di cavedi;
 - presenza di camini ;
 - presenza di elementi di chiusura dei vani in materiale plastico termofondente;
 - aperture prive di infisso;
 - 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;
 - presenza di EFC e loro descrizione.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

3. Analisi preliminare (I fase)

3.4. Scenari di incendio

- Condizioni di ventilazione meccanica, con riferimento a:
 - impianto di ventilazione, specificando:
 - 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,
 - la presenza ed ubicazione di serrande tagliafuoco,
 - sistemi di attivazione e di spegnimento dell'impianto di ventilazione.
- Stato delle porte e delle finestre con riferimento alla situazione di apertura/chiusura in funzione del tempo, con riferimento a:
 - apertura dall'inizio della simulazione;
 - chiusura con leakage;
 - apertura ad un certo tempo per una azione (persone durante l'esodo, soccorritori);
 - apertura ad un certo tempo per rottura dei vetri (totale/parziale);
 - crollo parziale delle strutture di sconfinamento.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

3. Analisi preliminare (I fase)

3.4. Scenari di incendio

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

- Affollamento.
- Categoria occupanti, come:
 - lavoratori;
 - studenti;
 - visitatori occasionali;
 - anziani;
 - malati;
 - disabili.
- Stato psico-fisico.
- Grado di familiarità dei presenti con l'ambiente.
- Stato di veglia/sonno.

ISO/TS 29761:2015

Selection of design occupant behavioural scenarios

ISO/TR 16738:2009

methods for evaluating behaviour and movement of people

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

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

Design fire scenarios & Design fires



Comitato Tecnico ISO TC 92 - Sottocomitato SC SC4
FIRE SAFETY ENGINEERING



© ISO 16733-1:2015 → 2024

Fire safety engineering — Selection of design fire scenarios and design fires — Part 1: Selection of design fire scenarios



✓ ISO/TS 16733-2:2021

Fire safety engineering — Selection of design fire scenarios and design fires — Part 2: Design fires

[ISO 16733-2](#) provides guidance for the specification of **design fires** for use in FSE analysis. A design fire is linked to a specific scenario that is tailored to the fire-safety design objective. There can be several fire safety objectives being addressed, including **safety of life** (for occupants and rescue personnel), **conservation of property**, *protection of the environment* and **preservation of heritage**. A different set of design fire scenarios and design fires can be required to assess the adequacy of a proposed design for each objective. The procedure for the selection of the **design fire scenarios** is described in [ISO 16733-1](#).

The **design fire** can be thought of as an engineering representation of a fire that is used to determine the consequences of a given fire scenario. The set of assumed fire characteristics are referred to as “the **design fire**”. In [ISO 16733-2](#), various formulae are presented to calculate different phenomena. Formulae other than those presented here can also be applicable for a given application. It is important that the **design fire** be appropriate to the objectives of the FSE analysis. It should challenge the fire safety systems in a specific built environment and result in a final design solution that satisfies **performance criteria** associated with all the relevant design **objectives**.

Users of [ISO 16733-2](#) should be appropriately *qualified* and *competent* in the field of FSE. It is important that users understand the parameters within which specific methodologies may be used.

[ISO 23932-1](#) provides a performance-based methodology for engineers to assess the level of fire safety for new or existing built environments. Fire safety is evaluated through an engineered approach based on the quantification of the behaviour of fire and based on knowledge of the consequences of such behaviour on life safety, property, heritage and the environment. [ISO 23932-1](#) provides the process (necessary steps) and essential elements for designing a robust, performance-based fire safety programme.

[ISO 23932-1](#) is supported by a set of ISO FSE standards available on the methods and data needed for the steps in a FSE design summarized in [ISO 23932-1:2018, Clause 4](#) and shown in [Figure 1](#). This system of standards provides an awareness of the interrelationships between fire evaluations when using the set of ISO fire safety engineering standards.

Selection of **design fire scenarios** and **design fires** form part of conformance with [ISO 23932-1](#), and all the requirements of [ISO 23932-1](#) apply to any application of this document. [ISO 16733-2](#) provides a more comprehensive treatment of the content of [ISO 16733-1:2015, Annex C](#).

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.1. Generalità

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

4.2. Definizione della soluzione progettuale (Compensazione del rischio 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.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.2. Definizione della soluzione progettuale (Compensazione del rischio incendio)

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

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.2. Definizione della soluzione progettuale (Compensazione del rischio incendio)

- Misure di protezione attiva e loro caratteristiche:
 - ventilazione ordinaria,
 - 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,
 - impianti di rivelazione e loro caratteristiche compreso il Response Time Index (RTI) necessario per la stima del tempo attivazione impianti e di intervento,
 - impianti di spegnimento o di soppressione.
- Presenza di tavole di progetto che illustrino in maniera univoca le soluzioni adottate.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. 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.

4.3.1. Modelli utilizzati

Il progettista deve fornire elementi a sostegno della scelta del modello utilizzato affinché sia dimostrata la coerenza delle scelte operate con lo scenario di incendio di progetto adottato.

Il progettista, sulla base di valutazioni inerenti alla complessità del progetto, può optare tra i modelli di calcolo che le attuali conoscenze tecniche di settore mettono a disposizione.

Il progettista che intende adottare i metodi di calcolo maggiormente sofisticati, deve possedere una particolare competenza nel loro utilizzo, nonché un'approfondita conoscenza dei fondamenti teorici che ne sono alla base e della dinamica dell'incendio. Allo stato attuale i modelli più frequentemente utilizzati sono:

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

ISO/TS 13447:2013

Modelli a zone

ISO 13571:2012

ISO/TR 13571-2:2016

ISO 29903:2012

Tenability e toxic gas

ISO/TR 15656:2003

ISO/TR 15657:2013

Resistenza al fuoco

Serie ISO 24678:2016/9

Modelli algebrici

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.1. *Modelli utilizzati*

Allo stato attuale si richiama il fatto che 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:

- 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;
- 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.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.1. Modelli utilizzati

Si ricorda come importante riferimento che il problema dell'accuratezza dei modelli di tipo automatico è stato analizzato in ambito *ISO* (documento ISO TR 13387), che fa riferimento anche alla guida della American Society for Testing and Materials (ASTM E 1355-97 - Standard guide for evaluating the predictive capability of deterministic fire models).

In generale ad output molto dettagliati corrispondono input più complessi e maggiori tempi di esecuzione sul computer. Utilizzando un qualsiasi modello automatico, è necessario che il progettista valuti la sensibilità degli output al variare degli input (analisi di sensitività).

Se piccole variazioni dei dati di ingresso, o di alcuni di questi, portano a forti cambiamenti nei risultati, è necessario considerare con grande attenzione e cautela i dati di input critici.

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).

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.1. *Modelli utilizzati*

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.).

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.1. *Modelli utilizzati*

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

Il **confronto dei risultati delle simulazioni effettuate con il modello con dati sperimentali** è particolarmente importante per determinare l'applicabilità di quel software ad una particolare situazione. Gli studi di comparazione tra casi reali e simulazioni effettuate con modelli sono limitati, ed il numero di analisi sperimentali svolte varia molto da modello a modello.

Il professionista deve dimostrare di avere valutato attentamente gli studi di validazione esistenti per un particolare modello.

Occorre aver chiaro e documentato l'insieme delle possibilità e delle limitazioni di ciascun modello; a tal riguardo, la validazione sperimentale dei modelli così come la conoscenza delle fonti originarie dovrebbe essere sempre documentata, come dovrebbe essere sempre dimostrato che le applicazioni dei modelli sono utilizzate nell'ambito delle proprie validazioni sperimentali.

Spesso utenti esperti preferiscono utilizzare più modelli per valutare situazioni particolarmente complesse.

Serie ISO/TR 16730:2013-2015

Assessment, verification and validation of calculation methods

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.2. *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:

- denominazione,
- autore o distributore,
- versione (non dovrebbero essere utilizzate versioni sperimentali (di solito indicate con la sigla beta), deve essere indicato se il codice sorgente è stato compilato direttamente dall'utilizzatore),
- inquadramento teorico della metodologia di calcolo e sulla sua traduzione numerica,
- indicazioni riguardanti la riconosciuta affidabilità dei codici,
- limitazioni ed ipotesi alla base della metodologia di calcolo,
- documentazione tecnica e manuale utente,
- validazioni sperimentali.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.3. *La documentazione a corredo dei modelli*

E' possibile richiedere al progettista 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.

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.

La decisione di utilizzare un determinato modello è fondamentale e costituisce la base sulla quale saranno sviluppati i successivi calcoli.

Deve essere dimostrato che i modelli vengono applicati nel giusto campo di applicazione e con il sostegno di adeguate validazioni e di analisi di sensitività.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.4. 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. In questo contesto, quindi:

- Per metodi analitici (a seconda dell'algoritmo scelto)

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 (cioè istante di inizio attivazione e istante di raggiungimento del valore di regime o dell'apertura completa), 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.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.4. 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 sottomodello 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.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.4. Parametri e valori associati

- Per modelli di campo

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 (come ad esempio i piani di temperatura secondo i tre assi cartesiani e posti secondo coordinate opportune, i piani di velocità secondo i tre assi cartesiani e posti secondo coordinate opportune, i piani di concentrazione di monossido di carbonio secondo i tre assi cartesiani e posti secondo coordinate opportune, i piani orizzontali di visibilità). 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.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.4. *Parametri e valori associati*

- Per modelli di analisi strutturale per problematiche inerenti la 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 precedente, 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. Con riferimento all'Eurocodice EN 1991-1-2, e al D.M. 09/03/07, si avvisa che l'analisi strutturale deve essere condotta in modo tale da riconoscere e valutare gli effetti delle dilatazioni termiche contrastate e delle deformazioni determinate dall'esposizione all'incendio (a meno che il progettista non riconosca a priori che questi effetti, per il caso in esame, possano ritenersi trascurabili o a favore di sicurezza). Ne deriva che l'analisi strutturale di uno scenario di incendio schematizzato con un incendio naturale deve necessariamente essere condotta mediante un modello di calcolo che tenga conto, in presenza di elevate temperature:

- delle variazioni delle proprietà meccaniche dei materiali
- degli effetti delle non linearità geometriche
- degli effetti delle non linearità del materiale.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti *FSE*

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.4. *Parametri e valori associati*

- Per modelli di analisi strutturale per problematiche inerenti la resistenza al fuoco
Verifica ulteriore degli elementi strutturali nei confronti della curva di incendio nominale standard per una durata di esposizione pari alla classe minima di resistenza al fuoco (allegato al D.M. 9 marzo 2007). Il progettista che utilizza un modello a due zone per simulare il caso di un incendio localizzato (pre-flashover) deve sempre aggiungere anche la valutazione dell'effetto dell'incendio localizzato (ad esempio attraverso il metodo di Hasemi, Appendice C di EN 1991-1-2), per poter valutare le massime temperature raggiunte dagli elementi strutturali nei pressi della sorgente e la loro conseguente capacità portante.

Serie ISO/TR 24679:2015-2019

Performance of structures in fire

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.4. Parametri e valori associati

- Per modelli di simulazione dell'esodo

Per quanto riguarda i modelli di simulazione di esodo è necessario caratterizzare la popolazione di individui presenti in termini di dimensioni medie normalizzate, velocità, coefficienti di handicap da applicare ad eventuali persone con diverse abilità, lunghezze e larghezze delle vie di esodo, descrizione dei percorsi orizzontali e suborizzontali (scale), definizione degli intervalli di tempo che concorrono a definire il tempo di evacuazione (tempo di rilevazione, tempo di allarme, tempo di pre-movimento e tempo di percorrenza). Per quanto i tempi di rilevazione, allarme e pre-movimento, dovranno essere fornite indicazioni sulla loro determinazione. Per questi tipi di modelli in particolare è necessario di solito effettuare un numero consistente di simulazioni ottenendo più che un valore finale un intervallo di risultati. Ulteriori rilevanti informazioni dovrebbero essere acquisite in modo da consentire la stima del tempo di evacuazione totale; in particolare, devono essere fornite apposite indicazioni per permettere di stimare:

- il tempo di rilevazione e segnalazione di allarme incendio che dipende da vari fattori, come la presenza di un impianto di rivelazione automatica d'incendio, il criterio di allarme utilizzato nella centrale di controllo e segnalazione dell'impianto, nonché l'eventuale presenza di ritardo introdotta prima che venga diramata la segnalazione di allarme, ecc;
- il tempo di inizio evacuazione e i valori che possono ritenersi accettabili nelle varie circostanze;
- il tempo per raggiungere un luogo sicuro e gli algoritmi che possono utilizzarsi qualora si voglia procedere con una semplice determinazione manuale.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.4. Parametri e valori associati

- Per modelli di simulazione dell'esodo

Al riguardo, si ritiene utile rammentare che un incendio nell'ambiente può essere rilevato, sia dalle persone presenti nell'edificio, sia da un apposito impianto di rivelazione automatica d'incendio. Nel primo caso il tempo di rilevazione dell'incendio dipende dalla vicinanza delle persone al luogo di sviluppo dell'incendio e dalle condizioni in cui esse si trovano (svegliate, ecc.). Nel secondo caso il tempo di rilevazione dell'incendio è influenzato da:

- le condizioni fisiche delle persone presenti nell'ambiente dove viene inviata la segnalazione di allarme incendio;
- il tipo di rivelatori utilizzati nell'impianto (dall'effetto dell'incendio rilevato, fumo, calore, dalla sensibilità di rivelazione, dal tipo di configurazione puntiforme o lineare, ecc.), la buona realizzazione dell'impianto in relazione al posizionamento dei rivelatori nei vari punti dell'ambiente sorvegliato ed alla loro distanza e l'ubicazione dei dispositivi ottico-acustici di allarme incendio;
- il criterio con il quale viene riconosciuta una situazione di allarme incendio dalla centrale di controllo e segnalazione dell'impianto e, conseguentemente, viene emessa nell'edificio la segnalazione ottico-acustica di allarme (a volte può essere previsto un ritardo nella segnalazione per consentire alla squadra di emergenza antincendio di verificare l'effettiva presenza dell'incendio);
- le condizioni di manutenzione dell'impianto.

→ ISO TR 16738

Utili indicazioni sui tempi di ritardo nell'esodo sono fornite dalla norma BS PD 7974-6.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.5. *Confronto fra risultati e livelli di prestazione*

In funzione della metodologia adottata per effettuare le valutazioni relative allo scenario di incendio considerato, devono essere adeguatamente illustrati tutti gli elementi che consentono di verificare il rispetto di tutti i livelli di prestazione indicati nell'analisi preliminare, al fine di evidenziare l'adequatezza delle misure di sicurezza che si intendono adottare.

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.

(Esempio: nel caso di impiego di un modello di campo con presenza milioni di celle, definire in che modo viene valutata la temperatura rappresentativa dell'ambiente o l'altezza di interfaccia a partire dai risultati forniti, ad un determinato istante, da ogni singola cella)

(Esempio: se si valuta la resistenza al fuoco con l'impiego di una curva di incendio naturale determinata tramite un modello di campo, occorre stimare la variazione della temperatura dei gas di combustione in prossimità dell'elemento costruttivo in esame; al riguardo la temperatura della curva di incendio può assumere valori notevolmente diversi vengono mediati i valori delle sole celle che lambiscono i contorni dell'elemento costruttivo, oppure se per qualche motivo si fa la media dei valori relativi anche ad altre celle più distanti.

L.C. n.DCPST/427 del 31 marzo 2008

Allegato n.2 Linee guida valutazione progetti FSE

4. Analisi quantitativa (II fase)

4.3. Scelta dei modelli di calcolo

4.3.5. Confronto fra 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.

Figure 1 — Flow chart illustrating the fire safety engineering design process (from ISO 23932:2009) →2018

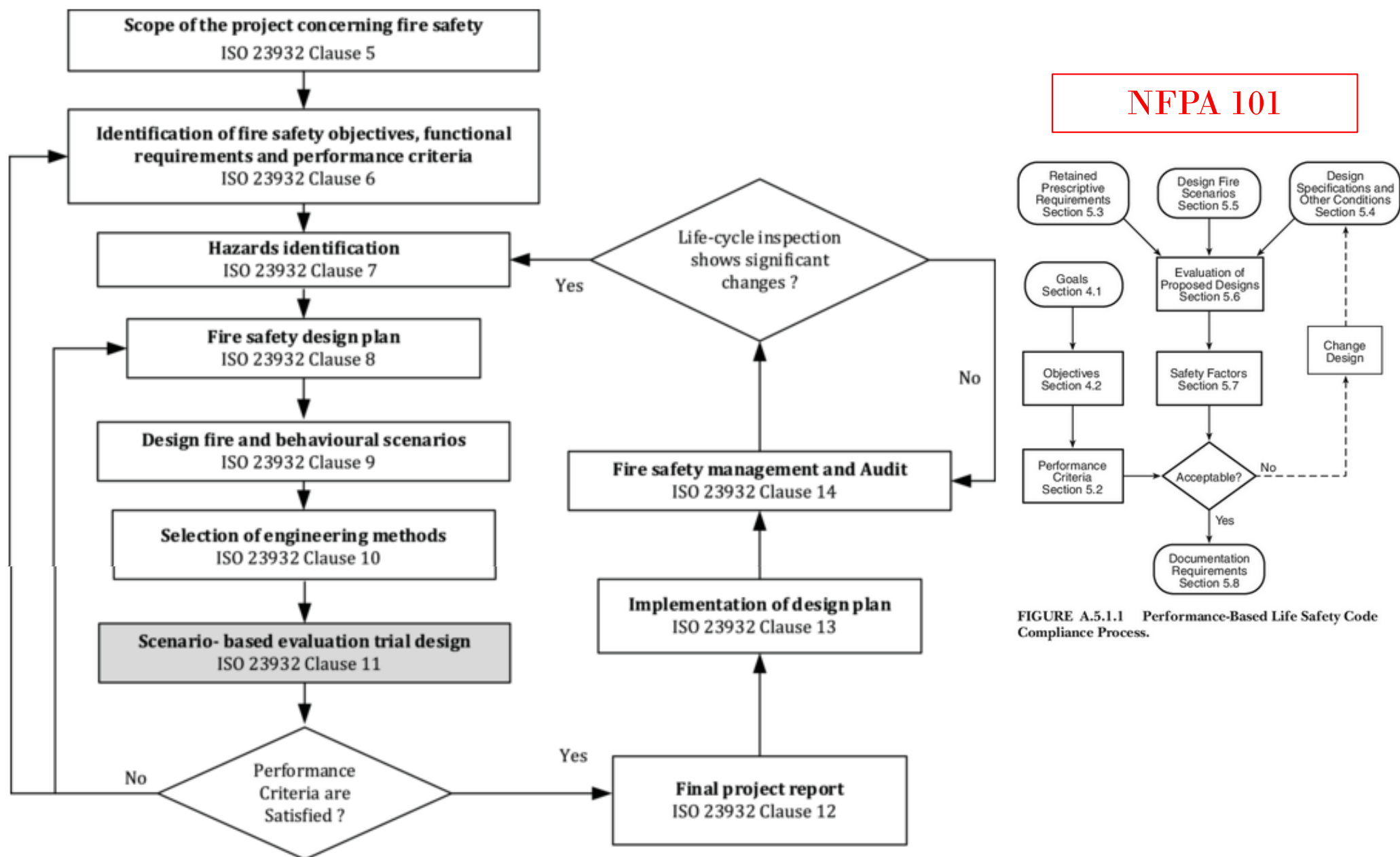


FIGURE A.5.1.1 Performance-Based Life Safety Code Compliance Process.

DM 18 ottobre 2019

Capitolo M.1 METODI Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

Premessa.....
Fasi della metodologia.....
Prima fase: analisi preliminare.....
Definizione del progetto
Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio
Definizione delle soglie di prestazione
Individuazione degli scenari di incendio di progetto
Seconda fase: analisi quantitativa.....
Elaborazione delle soluzioni progettuali
Valutazione delle soluzioni progettuali
Selezione delle soluzioni progettuali idonee
Documentazione di progetto.....
Sommario tecnico.....
Relazione tecnica.....
Requisiti aggiuntivi per la gestione della sicurezza antincendio.....
Criteri di scelta e d'uso dei modelli e dei codici di calcolo.....
Riferimenti.....

DM 18 ottobre 2019

Capitolo M.2 METODI Scenari di incendio per la progettazione prestazionale

Premessa.....

Identificazione dei possibili scenari d'incendio.....

Selezione degli scenari d'incendio di progetto.....

Descrizione quantitativa degli scenari d'incendio di progetto.....

Attività
Occupanti
Incendio

Durata degli scenari d'incendio di progetto.....

Stima della curva RHR.....

Fase di propagazione dell'incendio
Effetto dei sistemi di protezione attiva antincendio
Fase dell'incendio stazionario
Fase di decadimento
Altre indicazioni

Focolare predefinito.....

Riferimenti.....

DM 18 ottobre 2019

Capitolo M.3 METODI Salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale

Premessa.....	
Progettazione prestazionale per la salvaguardia della vita.....	
Criterio ideale	
Criterio di $ASET > RSET$	
Calcolo di ASET.....	
Metodo di calcolo avanzato per ASET	
Metodo di calcolo semplificato per ASET	
Campo di applicabilità del metodo semplificato	
Calcolo di RSET.....	
Tempo di rivelazione	
Tempo di allarme generale	
Tempo di attività pre-movimento	
Tempo di movimento	
Soglie di prestazione per la salvaguardia della vita.....	
Riferimenti.....	

DM 18 ottobre 2019

M.2.5 Durata degli scenari di incendio di progetto



DM 18 ottobre 2019

M.2.7 Focolare predefinito

1. Qualora si intenda omettere le valutazioni in merito alla descrizione quantitativa del focolare di cui al paragrafo M.2.4, possono essere impiegati i *focolari predefiniti* descritti quantitativamente secondo il metodo indicato nel paragrafo M.2.6, impiegando i valori dei parametri di cui alla tabella M.2-2.

Parametro	Focolare predefinito	
	per attività civile	per altre attività
Velocità caratt. di crescita dell'incendio t_e	150 s (<i>fast</i>)	75 s (<i>ultra-fast</i>)
RHR _{max} totale RHR _{max} per m ² di superficie del focolare	5 MW 250-500 kW/m ² [1]	50 MW 500 -1000 kW/m ² [1]
Resa in particolato Y _{soot}	Pre flashover: 0,07 kg/kg [2,3] Post flashover: 0,14 kg/kg [2,3]	Pre flashover: 0,18 kg/kg [4] Post flashover: 0,36 kg/kg [4]
Resa in monossido di carbonio Y _{CO}	Pre flashover: 0,10 kg/kg [5] Post flashover: 0,40 kg/kg [5]	
Calore di combustione effettivo ΔH _c	20 MJ/kg [3]	
Resa in biossido di carbonio Y _{CO2}	1,5 kg/kg [3,6]	
Resa in acqua Y _{H2O}	0,82 kg/kg [3,6]	
Frazione di RHR in irraggiamento (Radiative fraction)	35% [3]	

[1] Da impiegare in alternativa all'RHR_{max} totale, considerando la massima superficie del focolare, pari al comparto antincendio nel caso di carico di incendio uniformemente distribuito, ma che può essere un valore inferiore nel caso d'incendio localizzato.

[2] Robbins A P, Wade C A, Study Report no 185 "Soot Yield Values for Modelling Purposes - Residential Occupancies", BRANZ, 2008

[3] "CVM2 Verification method: Framework for fire safety design", New Zealand Building Code

[4] "SFPE handbook of fire protection engineering", NFPA, 4th ed., 2008. Tabella 3-4.16, pag. 3-142, da *polyurethane flexible foams*.

[5] Stec A A, Hull T R, "Fire Toxicity", Woodhead Pub., 2010. § 2.4 con $\Phi = 1,25$ (*underventilated fire*)

[6] In alternativa alle rese Y_{CO2} e Y_{H2O}, si può imporre nel codice di calcolo il combustibile generico CH₂O_{0,5}.

Tabella M.2-2: Focolari predefiniti

DM 18 ottobre 2019

DINAMICA DELL'INCENDIO

Stima della curva Rate Heat Release (RHR) – [Design fires]

M.2.6

Stima della curva RHR

1. La definizione quantitativa delle varie fasi dell'incendio qui riportata si riferisce alla curva qualitativa dell'illustrazione M.2-1.

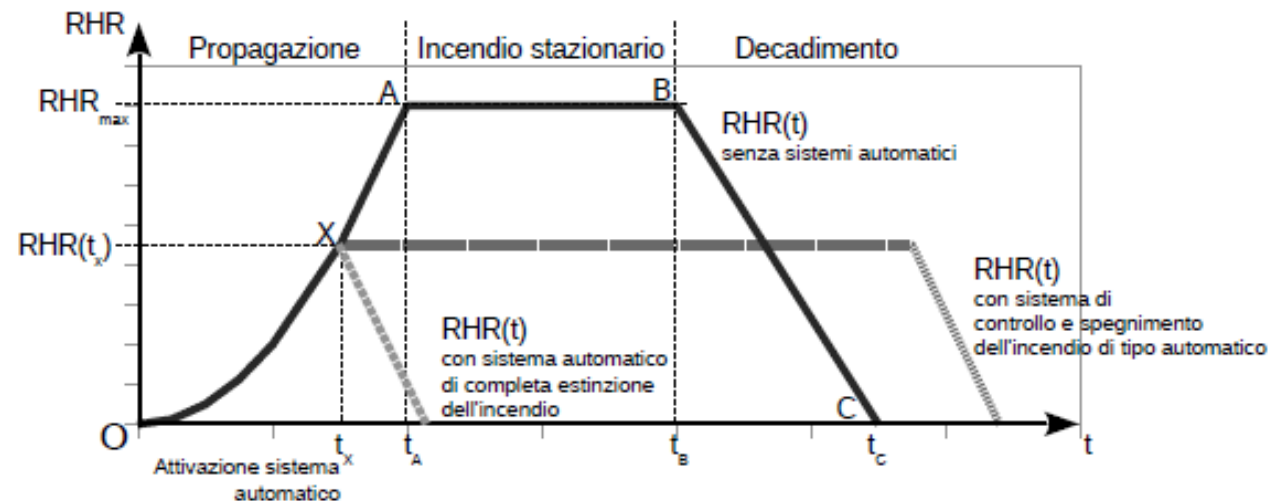


Illustrazione M.2-1: Fasi dell'incendio

2. La presente metodologia può essere utilizzata per:
 - a. costruire le curve naturali con un modello di incendio numerico avanzato di cui al capitolo S.2, per la valutazione della capacità portante in condizioni d'incendio delle opere da costruzione;
 - b. valutare la portata di fumo emessa durante l'incendio per la progettazione dei sistemi SEFC.

NFPA 101 Life Safety Code

Selezione degli Scenari di incendio: gli 8 scenari predefiniti

5.5* Design Fire Scenarios.

5.5.1 Approval of Parameters. The authority having jurisdiction shall approve the parameters involved in design fire scenarios. The proposed design shall be considered to meet the goals and objectives if it achieves the performance criteria for each required design fire scenario. (See 5.5.3.)

5.5.2* Evaluation. Design fire scenarios shall be evaluated using a method acceptable to the authority having jurisdiction and appropriate for the conditions. Each design fire scenario shall be as challenging as any that could occur in the building, but shall be realistic, with respect to at least one of the following scenario specifications:

- (1) Initial fire location
- (2) Early rate of growth in fire severity
- (3) Smoke generation

5.5.3* Required Design Fire Scenarios. Design fire scenarios shall comply with the following:

- (1) Scenarios selected as design fire scenarios shall include, but shall not be limited to, those specified in 5.5.3.1 through 5.5.3.8.
- (2) Design fire scenarios demonstrated by the design team to the satisfaction of the authority having jurisdiction as inappropriate for the building use and conditions shall not be required to be evaluated fully.

5.5.3.1* Design Fire Scenario 1. Design Fire Scenario 1 shall be described as follows:

- (1) It is an occupancy-specific fire representative of a typical fire for the occupancy.
- (2) It explicitly accounts for the following:
 - (a) Occupant activities
 - (b) Number and location of occupants
 - (c) Room size
 - (d) Contents and furnishings
 - (e) Fuel properties and ignition sources
 - (f) Ventilation conditions
 - (g) Identification of the first item ignited and its location

5.5.3.2* Design Fire Scenario 2. Design Fire Scenario 2 shall be described as follows:

- (1) It is an ultrafast-developing fire, in the primary means of egress, with interior doors open at the start of the fire.
- (2) It addresses the concern regarding a reduction in the number of available means of egress.

5.5.3.3* Design Fire Scenario 3. Design Fire Scenario 3 shall be described as follows:

- (1) It is a fire that starts in a normally unoccupied room, potentially endangering a large number of occupants in a large room or other area.
- (2) It addresses the concern regarding a fire starting in a normally unoccupied room and migrating into the space that potentially holds the greatest number of occupants in the building.

5.5.3.4* Design Fire Scenario 4. Design Fire Scenario 4 shall be described as follows:

- (1) It is a fire that originates in a concealed wall or ceiling space adjacent to a large occupied room.
- (2) It addresses the concern regarding a fire originating in a concealed space that does not have either a detection system or a suppression system and then spreading into the room within the building that potentially holds the greatest number of occupants.

5.5.3.5* Design Fire Scenario 5. Design Fire Scenario 5 shall be described as follows:

- (1) It is a slowly developing fire, shielded from fire protection systems, in close proximity to a high occupancy area.
- (2) It addresses the concern regarding a relatively small ignition source causing a significant fire.

NFPA 101 Life Safety Code

Selezione degli scenari di incendio: gli 8 scenari predefiniti

5.5.3.6* Design Fire Scenario 6. Design Fire Scenario 6 shall be described as follows:

- (1) It is the most severe fire resulting from the largest possible fuel load characteristic of the normal operation of the building.
- (2) It addresses the concern regarding a rapidly developing fire with occupants present.

5.5.3.7* Design Fire Scenario 7. Design Fire Scenario 7 shall be described as follows:

- (1) It is an outside exposure fire.
- (2) It addresses the concern regarding a fire starting at a location remote from the area of concern and either spreading into the area, blocking escape from the area, or developing untenable conditions within the area.

5.5.3.8* Design Fire Scenario 8. Design Fire Scenario 8 shall be described as follows:

- (1) It is a fire originating in ordinary combustibles in a room or area with each passive or active fire protection system independently rendered ineffective.
- (2) It addresses concerns regarding the unreliability or unavailability of each fire protection system or fire protection feature, considered individually.
- (3)* It is not required to be applied to fire protection systems for which both the level of reliability and the design performance in the absence of the system are acceptable to the authority having jurisdiction.

NFPA 101

Selezione degli scenari di incendio: esempi

A.5.5.3.1 An example of Design Fire Scenario 1 for a health care occupancy would involve a patient room with two occupied beds with a fire initially involving one bed and the room door open. This is a cursory example in that much of the explicitly required information indicated in 5.5.3.1 can be determined from the information provided in the example. Note that it is usually necessary to consider more than one scenario to capture the features and conditions typical of an occupancy.

A.5.5.3.2 Design Fire Scenario 2 examples include a fire involving ignition of gasoline as an accelerant in a means of egress, clothing racks in corridors, renovation materials, or other fuel configurations that can cause an ultrafast fire. The means of egress chosen is the doorway with the largest egress capacity among doorways normally used in the ordinary operation of the building. The baseline occupant characteristics for the property are assumed. At ignition, doors are assumed to be open throughout the building.

A.5.5.3.3 An example of Design Fire Scenario 3 is a fire in a storage room adjacent to the largest occupiable room in the building. The contents of the room of fire origin are specified to provide the largest fuel load and the most rapid growth in fire severity consistent with the normal use of the room. The adjacent occupiable room is assumed to be filled to capacity with occupants. Occupants are assumed to be somewhat impaired in whatever form is most consistent with the intended use of the building. At ignition, doors from both rooms are assumed to be open. Depending on the design, doorways connect the two rooms or they connect via a common hallway or corridor.

For purposes of this scenario, an occupiable room is a room that might contain people; that is, a location within a building where people are typically found.

A.5.5.3.4 An example of Design Fire Scenario 4 is a fire originating in a concealed wall or ceiling space adjacent to a large, occupied function room. Ignition involves concealed combustibles, including wire or cable insulation and thermal or acoustical insulation. The adjacent function room is assumed to be occupied to capacity. The baseline occupant characteristics for the property are assumed. At ignition, doors are assumed to be open throughout the building.

A.5.5.3.5 An example of Design Fire Scenario 5 is a cigarette fire in a trash can. The trash can is close enough to room contents to ignite more substantial fuel sources but is not close enough to any occupant to create an intimate-with-ignition situation. If the intended use of the property involves the potential for some occupants to be incapable of movement at any time, the room of origin is chosen as the type of room likely to have such occupants, filled to capacity with occupants in that condition. If the intended use of the property does not involve the potential for some occupants to be incapable of movement, the room of origin is chosen to be an assembly or function area characteristic of the use of the property, and the trash can is placed so that it is shielded by furniture from suppression systems. At ignition, doors are assumed to be open throughout the building.

A.5.5.3.6 An example of Design Fire Scenario 6 is a fire originating in the largest fuel load of combustibles possible in normal operation in a function or assembly room, or in a process/manufacturing area, characteristic of the normal operation of the property. The configuration, type, and geometry of the combustibles are chosen so as to produce the most rapid and severe fire growth or smoke generation consistent with the normal operation of the property. The baseline occupant characteristics for the property are assumed. At ignition, doors are assumed to be closed throughout the building.

This scenario includes everything from a big couch fire in a small dwelling to a rack fire in combustible liquids stock in a big box retail store.

A.5.5.3.7 An example of Design Fire Scenario 7 is an exposure fire. The initiating fire is the closest and most severe fire possible consistent with the placement and type of adjacent properties and the placement of plants and combustible adornments on the property. The baseline occupant characteristics for the property are assumed.

This category includes wildlands/urban interface fires and exterior wood shingle problems, where applicable.

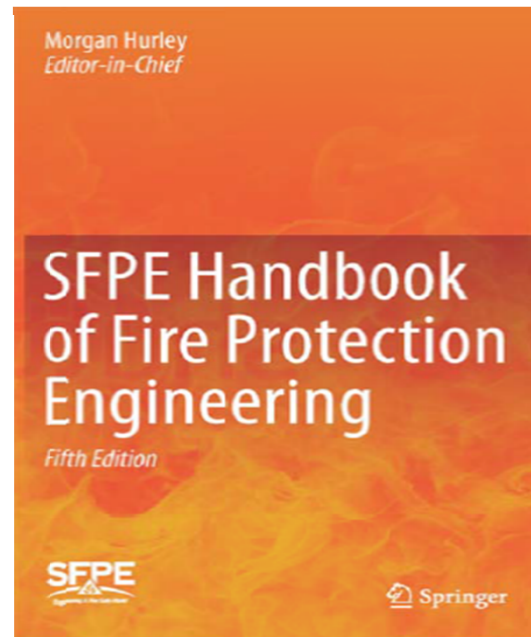
A.5.5.3.8 Design Fire Scenario 8 addresses a set of conditions with a typical fire originating in the building with any one passive or active fire protection system or feature being ineffective. Examples include unprotected openings between floors or between fire walls or fire barrier walls, failure of rated fire doors to close automatically, shutoff of sprinkler system water supply, nonoperative fire alarm system, inoperable smoke management system, or automatic smoke dampers blocked open. This scenario should represent a reasonable challenge to the other building features provided by the design and presumed to be available.

The concept of a fire originating in ordinary combustibles is intentionally selected for this scenario. This fire, although presenting a realistic challenge to the building and the associated building systems, does not represent the worst-case scenario or the most challenging fire for the building. Examples include the following:

- (1) Fire originating in ordinary combustibles in the corridor of a patient wing of a hospital under the following conditions:
 - (a) Staff is assumed not to close any patient room doors upon detection of fire.
 - (b) The baseline occupant characteristics for the property are assumed, and the patient rooms off the corridor are assumed to be filled to capacity.
 - (c) At ignition, doors to patient rooms are not equipped with self-closing devices and are assumed to be open throughout the smoke compartment.
- (2) Fire originating in ordinary combustibles in a large assembly room or area in the interior of the building under the following conditions:
 - (a) The automatic suppression systems are assumed to be out of operation.
 - (b) The baseline occupant characteristics for the property are assumed, and the room of origin is assumed to be filled to capacity.
 - (c) At ignition, doors are assumed to be closed throughout the building.
- (3) Fire originating in ordinary combustibles in an unoccupied small function room adjacent to a large assembly room or area in the interior of the building under the following conditions:
 - (a) The automatic detection systems are assumed to be out of operation.
 - (b) The baseline occupant characteristics for the property are assumed, the room of origin is assumed to be unoccupied, and the assembly room is assumed to be filled to capacity.
 - (c) At ignition, doors are assumed to be closed throughout the building.

Manuali e codici internazionali

Riferimenti bibliografici



Codice Prevenzione Incendi

Riferimenti bibliografici

