

“Nuove metodologie di prevenzioni incendi: Fire Safety Engineering e Risk Management”

Bologna - 29/11/2003

Nuove possibilità progettuali per la redazione dell'esame progetto ai fini del rilascio del C.P.I.

STATO DELL'ARTE SUL FIRE SAFETY ENGINEERING

Ritengo opportuno per l'analisi dello stato dell'arte del FSE partire dalla definizione che ne dà il documento interpretativo N°2 della EC 106/89, tra le altre, probabilmente la più chiara e sintetica: **"ingegneria antincendio è l'approccio ingegneristico per valutare il livello richiesto di sicurezza necessario al fine di progettare e calcolare le necessarie misure di sicurezza"**.

Quando, nelle singole nazioni, fu scritto il primo capitolo delle regole di prevenzione incendi nel XIX secolo, le stesse erano basate solo sull'esperienza degli incendi realmente accaduti. Chi allora si occupava di antincendio aveva un ruolo dominante nella loro stesura. La ricerca antincendio come scienza non era ancora nata e le regole erano prescrittive e rigide. Il XX secolo ha registrato un forte sviluppo nella ricerca ingegneristica e molte nazioni hanno investito grandi somme soprattutto nei test antincendio e nella formazione. Il computer ha aumentato sensibilmente la velocità di questo sviluppo. Un incremento significativo nella nostra conoscenza dell'incendio e del comportamento al fuoco dei prodotti da costruzione ci permette oggi di usare modelli al computer per una sicura progettazione antincendio. Le nuove tecnologie hanno permesso di lasciare alcune delle vecchie e rigide regole prescrittive per sostituirle con quelle prestazionali.

Per esempio, una norma cogente di corretta costruzione di tipo prescrittivo prescrive:

"in una sala conferenze la distanza di ogni punto dalle uscite non deve superare una certa lunghezza".

Ma è proprio vero che tutta la gente può essere in grado di uscire se la distanza è inferiore a tale lunghezza? È questa la vera distanza di sicurezza? In effetti potrebbe essere una distanza troppo grande.

Oggi possiamo prestare attenzione al tempo di uscita in relazione al principale scenario critico e la progettazione delle vie di fuga può essere fatta da modelli al computer basati su una ricerca di lungo periodo. In Svezia gli ingegneri progettisti usano già da qualche anno modelli di simulazione di fuga che sono stati accettati dalle autorità.

Comunque la maggioranza delle regole di costruzione in Europa sono largamente prescrittive e gli Stati membri e gran parte dell'EFTA sono in questo momento su diversi livelli di progresso concernenti il FSE.

Già da dieci anni lo sviluppo di nuovi codici è stato riconosciuto in alcuni paesi extraeuropei come l'America, l'Australia, la Nuova Zelanda e il Giappone, che hanno introdotto il termine PBC (Performance Based Code) che specificamente stabilisce gli obiettivi della sicurezza antincendio e i metodi che possono essere usati per dimostrare la conformità e l'equivalenza con lo standard prescrittivo esistente. L'introduzione di regole performanti è una grande sfida per i progettisti e gli architetti che possono ora andare al di là della tradizionale e rigida determinazione del livello di sicurezza antincendio nella costruzione.

Tuttavia l'introduzione del PBC non porterà all'abbandono del codice degli standard prescrittivi.

I due sistemi vivranno contemporaneamente e la maggioranza di progettazione antincendio sarà probabilmente attuata in rapporto al vecchio modo dei codici di buona pratica. Sicuramente una costruzione monofamiliare non sarà mai realizzata con processi di modellazione al computer. Così laddove ci sono vincoli urbanistici, architettonici, strutturali, logistici o produttivi i nuovi sistemi potranno essere usati validamente per poter realizzare un livello di sicurezza equivalente, giustificandone le scelte.

Qual è dunque a questo punto lo stato dell'arte della ingegneria antincendio?

In molte nazioni europee sono stati sviluppati in aree specifiche, laddove una corretta pratica ingegneristica e l'esperienza erano disponibili, codici di calcolo ad esempio per il tempo di resistenza al fuoco delle strutture e per la loro capacità portante. Questo principio ora è diventato un sistema di Eurocodici europeo, sviluppato dal CEN/TC 250. Essi sono, tra gli strumenti da usare nell'ingegneria antincendio, uno tra i più importanti. Ma allo stato attuale alcune nazioni sono andate al di là del solo calcolo strutturale, elaborando già degli standard specifici sul FSE. È il caso del BSI (British Standard Document) DD 240 "FSE in Buildings" largamente usato dagli ingegneri di sicurezza e dalle autorità per il controllo delle costruzioni e dei servizi antincendio in Inghilterra o della Norvegia che ha sviluppato lo standard NS 3901 che è seguito da una linea guida veramente interessante per tale tematica. Questi sono probabilmente tra i documenti più avanzati nel panorama europeo e richiedono una buona qualificazione tecnico-professionale da parte degli ingegneri progettisti.

A livello internazionale dal 1988 il sottocomitato SC4 dell'ISO TC 92 ha elaborato una bozza degli standard internazionali del FSE, basata sul risultato delle più moderne ricerche antincendio. Nel 1999 l'ISO ha pubblicato il TR (Technical Report) 13387 "Fire Safety Engineering" diviso in otto parti (v. all. n°1). Non tutte sono adatte per un uso pratico. Per questo il sottocomitato ha di nuovo creato una serie di gruppi di lavoro con il compito di produrre documenti che possono rendere operativo tutto il TR 13387. Si può anche dire che stanno sviluppando la nuova generazione di documenti per il FSE.

Ad esempio la NFPA americana, oltre a sviluppare un codice introduttivo all'ingegneria antincendio, considerato il foglio bianco della PBC (Performance Based Code), ha integrato tutti gli altri standard che offrivano tale possibilità, con i principi di analisi e di calcolo della FSE (v. all. n°2).

Il NIST (National Institute of Standard and Technology), organismo governativo americano, ha creato il settore Building and Fire Research Lab per sviluppare i temi del FSE, attraverso programmi informatici di "Fire modelling" e pubblicazioni on-line, entrambi da poter scaricare gratuitamente dalla rete e molte altre iniziative di ricerca e test di laboratorio relativi ai dati dell'incendio.

In Europa a seguito della pubblicazione del TR 13387 dell'ISO, anche il CEN ha creato il TC 127 che sta producendo un documento sul FSE e la Comunità Europea ha annunciato l'avvio di uno studio per lo sviluppo di tali temi.

A livello globale la ISO sta lavorando ad una bozza di documento che possa essere applicabile alla realtà e molti paesi europei sono coinvolti in questo processo. Anche i legislatori in molte nazioni stanno lavorando con il PBC.

Allo stesso tempo le grandi associazioni e compagnie di consulenza stanno continuando a sviluppare modelli antincendio applicabili e affidabili. Da non dimenticare che le Università e gli Istituti antincendio stanno sviluppando programmi di formazione per gli ingegneri della sicurezza antincendio e nel breve giro di un anno ci sarà un progresso formidabile in questo settore.

L'AIAS, da parte sua, è presente nei gruppi di lavoro europeo della CFP Europe relativi alle tematiche della analisi e valutazione del rischio incendio e alle linee guida per l'interpretazione della interessante e innovativa disciplina dell'ingegneria antincendio.

SIGLA	TITOLO	DATA PUBBL.
ISO/TR 13387-1	Fire Safety Engineering - Part 1: Application of fire performance concepts to design objectives	01/10/1999
ISO/TR 13387-2	Fire Safety Engineering - Part 2: Design fire scenarios and design fires	01/10/1999
ISO/TR 13387-3	Fire Safety Engineering - Part 3: Assessment and verification of mathematical fire models	01/10/1999
ISO/TR 13387-4	Fire Safety Engineering - Part 4: Initiation and development of fire and generation of fire effluents	01/10/1999
ISO/TR 13387-5	Fire Safety Engineering - Part 5: Movement of fire effluents	01/10/1999
ISO/TR 13387-6	Fire Safety Engineering - Part 6: Structural response and fire spread beyond the enclosure of origin	01/10/1999
ISO/TR 13387-7	Fire Safety Engineering - Part 7: Detection, activation and suppression	01/10/1999
ISO/TR 13387-8	Fire Safety Engineering - Part 8: Life safety - Occupant behaviour, location and condition	01/10/1999

SIGLA	TITOLO	DATA PUBBL.
ISO/TR 13387-1	Fire Safety Engineering - Parte 1: applicazione dei concetti prestazionali antincendio agli obiettivi di progetto	01/10/1999
ISO/TR 13387-2	Fire Safety Engineering - Parte 2: progetto degli scenari di incendio e progetto degli incendi reali	01/10/1999
ISO/TR 13387-3	Fire Safety Engineering - Parte 3: analisi e verifica dei modelli matematici d'incendio	01/10/1999
ISO/TR 13387-4	Fire Safety Engineering - Parte 4: base e sviluppo dell'incendio e generazione degli effluenti dell'incendio	01/10/1999
ISO/TR 13387-5	Fire Safety Engineering - Parte 5: movimento degli effluenti dell'incendio	01/10/1999
ISO/TR 13387-6	Fire Safety Engineering - Parte 6: risposta strutturale e propagazione del fuoco al di là dell'ambiente di sviluppo	01/10/1999
ISO/TR 13387-7	Fire Safety Engineering - Parte 7: rilevazione, attivazione dei sistemi di spegnimento e spegnimento dell'incendio	01/10/1999
ISO/TR 13387-8	Fire Safety Engineering - Parte 8: salvaguardia della vita umana - comportamento, localizzazione e condizioni di sicurezza degli occupanti l'edificio	01/10/1999

“Nuove metodologie di prevenzioni incendi: Fire Safety Engineering e Risk Managment”
Bologna - 29/11/2003

Studio Associato ZUCCARO - BELARDINELLI

Nuove possibilità progettuali per la redazione dell'esame progetto ai fini del rilascio del C.P.I.

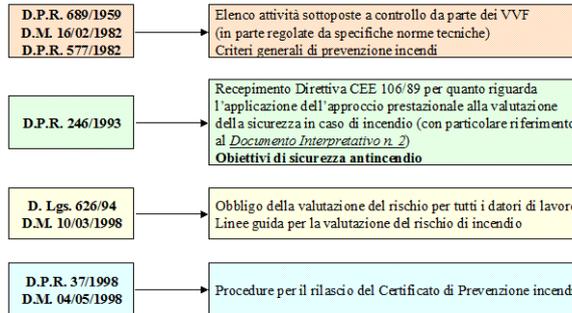
Documento di: **Ing. Tiziano ZUCCARO**
Geom. Emanuele NICOLINI

Relatore: **Ing. Tiziano ZUCCARO**

1

I principali regolamenti vigenti in Italia in materia di Prevenzione Incendi

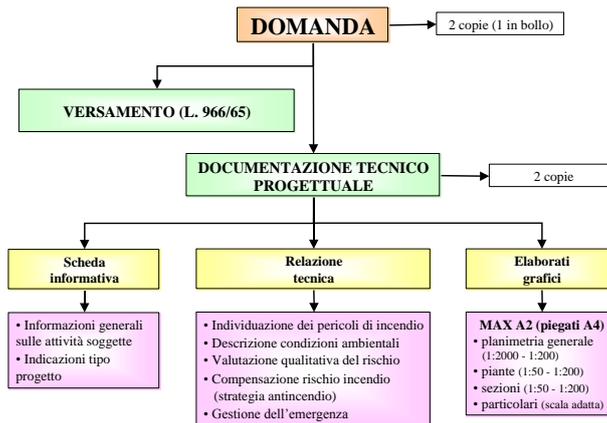
Studio Associato ZUCCARO - BELARDINELLI



2

**D.M. 4 MAGGIO 1998 - ... procedimenti di prevenzione incendi...
Art. 1 - Richiesta esame progetto**

Studio Associato ZUCCARO - BELARDINELLI

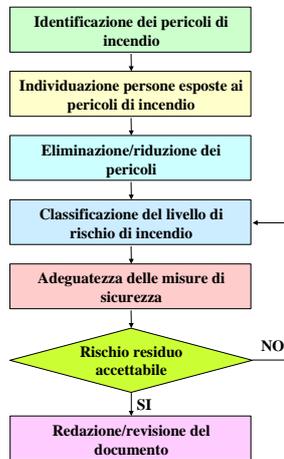


3

**D.M. 4 MAGGIO 1998 - ... procedimenti di prevenzione incendi...
Art. 5 - Richiesta deroga**

- Individuazione dei pericoli di incendio (verifica degli scenari di incendio)
- Descrizione condizioni ambientali
- Valutazione qualitativa del rischio
- Compensazione rischio incendio (strategia antincendio)
- Gestione dell'emergenza

D.M. 10/03/1998



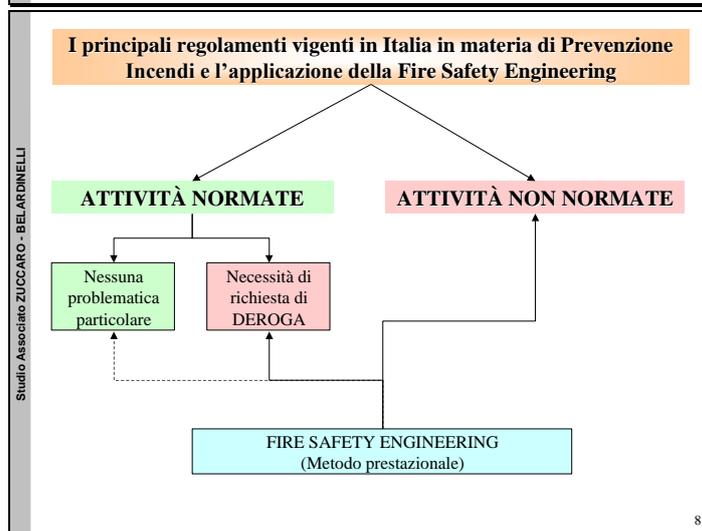
Gli "obiettivi di sicurezza"

**DIRETTIVA 106/89 e
DOCUMENTO INTERPRETATIVO N. 2**

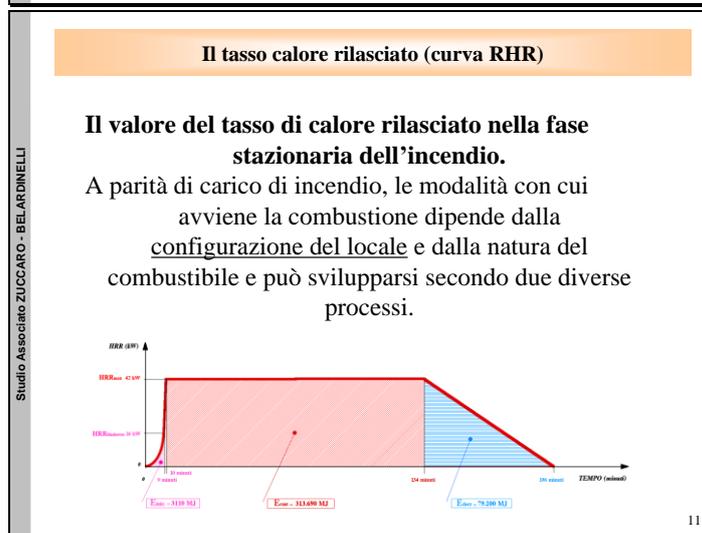
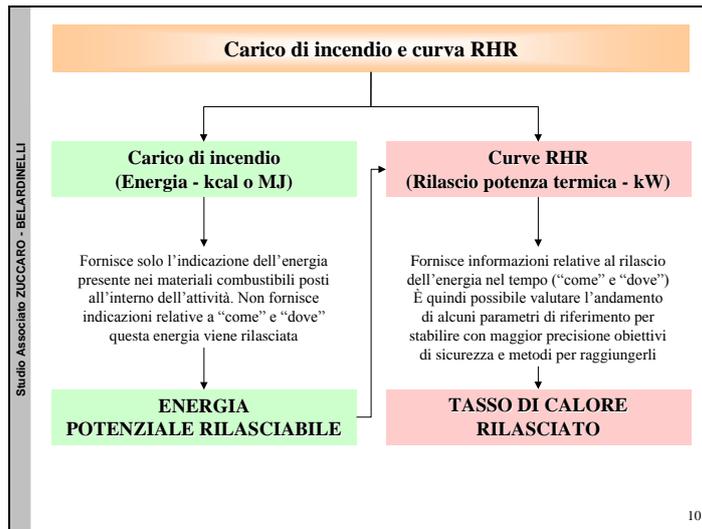
L'approccio ingegneristico è previsto dal Documento Interpretativo n. 2
I requisiti ("goals") essenziali stabiliti dal documento sono:

- Minimizzare le occasioni di incendio
- La capacità portante dell'edificio deve essere garantita per un periodo di tempo determinato
- La produzione e la propagazione del fuoco e del fumo all'interno dell'opera siano limitate
- La propagazione del fuoco ad opere vicine sia limitata
- Gli occupanti possano lasciare l'opera in sicurezza o essere soccorsi altrimenti
- Sia presa in considerazione la sicurezza delle squadre di soccorso

Sono stati recepiti anche nelle più recenti normative tecniche di prevenzione incendi:
Es.: D.M. 18/09/2002 (Ospedali)
Art. 2 (Obiettivi di sicurezza)



- I metodi prestazionali**
1. Realizzano specifici obiettivi di sicurezza antincendio per situazioni ben definite
 2. Misurano le prestazioni dell'intero pacchetto di sicurezza antincendio
 3. Definiscono in modo univoco i fattori di sicurezza utilizzati
 4. Si basano principalmente su dati scientifici ed ingegneristici
 5. Utilizzano modelli di simulazione (modelli "a zona", o "di campo", ecc.) applicati tramite l'implementazione di algoritmi matematici sviluppati con l'ausilio dei computer (es. CFAST della N.I.S.T., Exodus della F.S.E.G., ecc.)
- 9



Il tasso calore rilasciato (curva RHR)

Nel primo caso nel locale c'è sufficiente disponibilità di ossigeno per sostenere la combustione ed il massimo valore della curva RHR dipende dalla quantità di combustibile presente (incendio controllato dal combustibile).

12

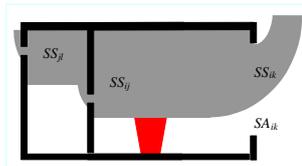
Il tasso calore rilasciato (curva RHR)

Nel secondo caso la ventilazione del locale è insufficiente ed il massimo valore della curva RHR dipende dalla quantità di ossigeno disponibile (incendio controllato dalla ventilazione).

13

Modelli di zona

- I fenomeni relativi ad un incendio possono venire considerati relativi a tre zone omogenee in relazione alle grandezze termodinamiche
- Strato caldo superiore
- Strato caldo inferiore
- la plume dove avviene la combustione



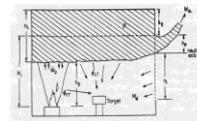
14

Modelli di zona

Software "Zone model"

USA

- Harvard Computer Fire Code, FIRST
- CFAST, CCFM, FAST
- ACOS(network), ASET, FPETOOL



JAPAN

- BRI2(T), SMKFLOW(net work model)
- various kind of Code developed by Construction Company (based on BRI2)

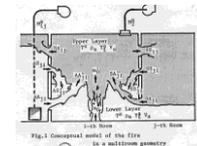
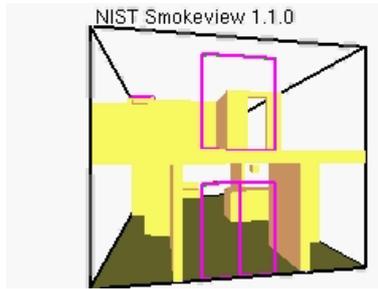


Fig.1 Conceptual model of the fire in a multiroom geometry

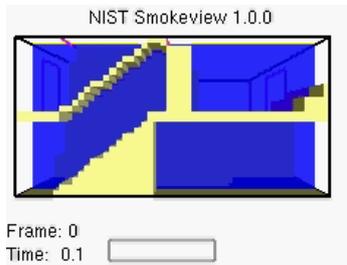
15

Modelli di campo



16

Modelli di campo



17

Gli "obiettivi di sicurezza" - Sicurezza occupanti (esodo)

1) La capacità portante dell'edificio deve essere garantita per un periodo di tempo determinato

2) La produzione e la propagazione del fuoco e del fumo all'interno dell'opera siano limitate

3) La propagazione del fuoco ad opere vicine sia limitata

4) *Gli occupanti possano lasciare l'opera in sicurezza* o essere soccorsi altrimenti

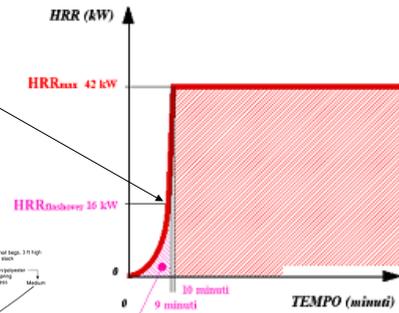
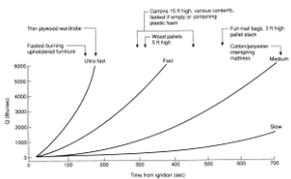
5) Sia presa in considerazione la sicurezza delle squadre di soccorso

18

Gli "obiettivi di sicurezza" - Sicurezza occupanti (esodo)

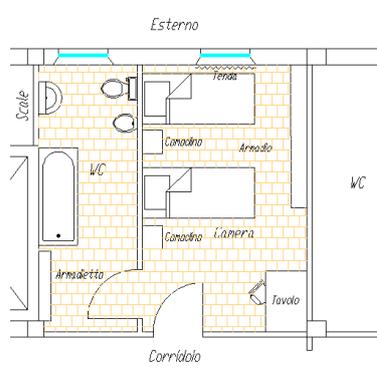
Studio nella fase prima del FLASHOVER

Stabilire i tempi di esodo necessari in relazione allo sviluppo dell'incendio e dei suoi prodotti (fumo, gas tossici, calore, fuoco)



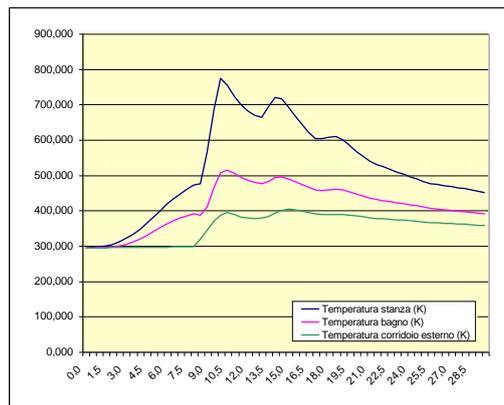
$E_{iniz} = 3110 \text{ MJ}$

Gli "obiettivi di sicurezza" - Sicurezza occupanti (esodo)



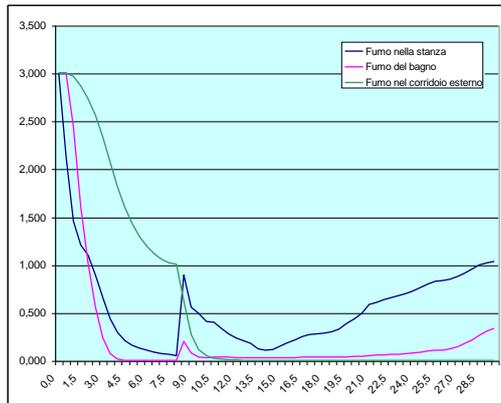
Gli "obiettivi di sicurezza" - Sicurezza occupanti (esodo)

Andamento delle temperature



Gli "obiettivi di sicurezza" - Sicurezza occupanti (esodo)

Altezza dello strato di fumo da terra

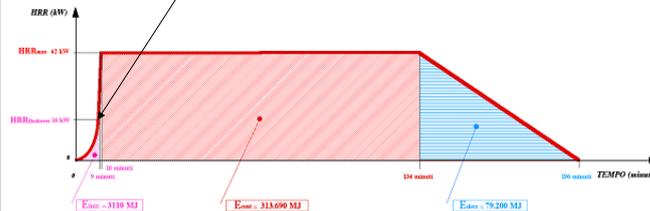


Gli "obiettivi di sicurezza" - Sicurezza soccorsi e capacità portante

- 1) La capacità portante dell'edificio deve essere garantita per un periodo di tempo determinato
- 2) La produzione e la propagazione del fuoco e del fumo all'interno dell'opera siano limitate
- 3) La propagazione del fuoco ad opere vicine sia limitata
- 4) Gli occupanti possano lasciare l'opera in sicurezza o essere soccorsi altrimenti
- 5) Sia presa in considerazione la sicurezza delle squadre di soccorso

Gli "obiettivi di sicurezza" - Capacità portante

Studio nella fase dopo il FLASHOVER
Stabilire la durata dell'incendio e le temperature raggiunte per verificare la resistenza delle strutture



Gli "obiettivi di sicurezza" - Capacità portante

Calcolo analitico della resistenza al fuoco degli elementi costruttivi (EUROCODICI, UNI 9502, 9503, 9504, NORMA C.R.N. 12/99)

Norme a carattere volontario che permettono di determinare il solo parametro "R" (resistenza al fuoco) mediante calcolo analitico. Rappresentano un'alternativa alle prove sperimentali ed utilizzano come curva di riferimento la curva "temperatura/tempo" degli **incendi convenzionali** (curva standard ISO 834).

Incendio reale
Incendio che si sviluppa effettivamente in un certo ambiente con contenuti ben precisati

Il metodo di simulazione dell'evoluzione dell'incendio reale si basa su principi ingegneristici e permette di approssimare con maggiore precisione l'andamento delle curve "temperatura/tempo" di un **incendio reale**

25

In Italia, le procedure previste per la verifica della sicurezza antincendio sono strutturate e codificate da diversi anni. In via del tutto informale, queste procedure possono essere descritte secondo i seguenti punti:

- i responsabili delle attività che sono state elencate nel decreto ministeriale DM 16/2/82 e nel D.P.R. n. 689 del 1959 in quanto ritenute particolarmente pericolose in caso di incendio, sono soggetti all'obbligo di acquisire dal Comando provinciale VV.F. il parere sulla conformità del progetto alle norme o ai criteri di prevenzione incendi. Ad attività realizzata gli stessi titolari devono chiedere la visita di controllo allo stesso Comando provinciale VV.F. per la verifica della situazione ed il rilascio del certificato di prevenzione incendi.
- Nel caso di attività soggette ai controlli ma non soggette a norme di prevenzione incendi specifiche, i professionisti abilitati che redigono i progetti devono svolgere una valutazione del rischio di incendio per giustificare la scelta delle conseguenti misure di sicurezza adottate per compensare il rischio esistente;
- Indipendentemente dal fatto che una attività sia soggetta ai controlli da parte dei Vigili del Fuoco, tutti i datori di lavoro devono svolgere una valutazione dei rischi di incendio ai quali sono esposti i lavoratori dipendenti a norma del D.Lgs. 626/94.
- Per quanto riguarda l'adozione di metodi di valutazione della sicurezza in caso di incendio, la direttiva comunitaria 89/106 (ed in particolare il documento interpretativo del requisito essenziale n. 2), attuata in Italia con D.P.R. 246/93, consente l'utilizzo dell'approccio prestazionale per la valutazione delle soluzioni alternative.

All'elencazione in forma di riassunto dei principali obblighi in materia di sicurezza antincendio si deve aggiungere che, in via generale, è tutelata dalla legge la facoltà dei cittadini di partecipare alla formazione degli atti del processo amministrativo, ivi compresi quindi quelli di prevenzione incendi. Tali atti devono essere imparziali e trasparenti, e, quindi, nel settore della prevenzione incendi, l'applicazione di tale criterio si traduce nella necessità di definire metodi ed individuare parametri oggettivi di valutazione della sicurezza.

Esaminando, in particolare, la problematica relativa alla valutazione dei rischi, si evidenzia che in Italia fino al 1998 ci si è mossi prevalentemente per quanto riguarda le attività a rischio di incidente rilevante, i cui provvedimenti legislativi sono stati emanati a seguito di specifiche direttive comunitarie, mentre per le attività di tipo civile e comunque per le altre attività industriali o artigianali soggette a controllo dei Vigili del fuoco, ma non regolate da specifiche normative sono stati applicati i cosiddetti criteri generali di prevenzione incendi in conformità a quanto indicato dal D.P.R. 577/82.

Tali criteri generali, se da un lato hanno consentito, anche per le attività non normate, di raggiungere livelli di sicurezza antincendio ritenuti sufficienti e quindi accettabili dai locali Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco dall'altro, inevitabilmente, non sempre hanno consentito di raggiungere livelli di sicurezza omogenei su tutto il territorio, proprio perché mancava uno strumento di lettura comune per tutte le attività.

Un primo fondamentale passo avanti in tal senso è stato effettuato con l'emanazione del D.M. 10/3/98 che, seppure emanato ai sensi del D.Lvo 626/94 e quindi indirizzato ad attività con lavoratori dipendenti e non a tutte le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, risulta il primo provvedimento legislativo che ha indicato le modalità con cui deve essere effettuata una valutazione dei rischi di incendio consentendo inoltre, in alcuni casi, una riproducibilità del metodo ed uniformità di verifica a livello nazionale.

Lo stesso decreto ha inoltre tracciato una strada, già in parte percorsa per quanto riguarda il settore delle attività a rischio di incidente rilevante, con la quale si intende pervenire in qualche modo ad una "misurazione del rischio" e ad una sua classificazione.

A tale scopo dall'esame di alcuni fondamentali parametri quali la tipologia delle sostanze detenute, la possibilità di propagazione di eventuali incendi, i pericoli per le persone e le difficoltà di evacuazione in caso di incendi il datore di lavoro perviene ad una classificazione qualitativa del rischio (basso, medio, alto), principalmente sulla base di valutazioni soggettive non sempre adeguatamente suffragate da mirate valutazioni analitiche.

In effetti l'esigenza di effettuare specifiche valutazioni dei rischi di incendio si era manifestata fin dall'emanazione del DPR 577/82; infatti, la procedura di deroga alle norme di prevenzione incendi relativa alle attività soggette a controllo dei Vigili del Fuoco regolate da specifica normativa, prevedeva l'adozione di misure alternative che garantissero un grado di sicurezza equivalente a quello previsto dalla norma cui si intendeva derogare. Tali misure di sicurezza alternative andavano ricercate nei criteri generali di prevenzione incendi con l'adozione di apposite misure di prevenzione e/o di protezione. Anche in tal caso i punti deboli erano costituiti dalla impossibilità di "misurare" e "classificare" il livello di rischio di incendio, mentre l'uniformità delle misure adottate per casi analoghi veniva in qualche modo garantita dall'esame finale della richiesta di deroga da parte del Comitato centrale tecnico scientifico di prevenzione incendi presso il Ministero dell'interno.

Anche con l'attuale procedura di deroga, regolata dal DPR 37/98 e decentrata a livello regionale, si è posto il problema della valutazione dei rischi di incendio, nonché di uniformare le misure di sicurezza equivalenti da richiedere in situazioni simili di rischio.

Infatti, il DM 4/5/98 prevede debba essere effettuata una valutazione dei rischi aggiuntivi conseguenti alla mancata osservanza delle disposizioni cui si chiede di derogare e la individuazione delle misure tecniche che si ritengono idonee a compensare il rischio aggiuntivo precedentemente valutato, non specificando però le modalità di effettuazione di tale valutazione, né come possa essere effettivamente stabilita l'equivalenza tra le misure di sicurezza mancanti e quelle alternative e quindi l'accettabilità del rischio compensato.

Per quanto riguarda le attività soggette a controllo, regolate da specifica normativa (scuole, alberghi, locali di pubblico spettacolo, ecc...) attualmente il livello di sicurezza ritenuto accettabile è determinato dal puntuale rispetto della regola tecnica di prevenzione incendi di riferimento, mentre allorché trattasi di attività soggette a controllo non regolate da una norma specifica (depositi, stabilimenti, officine, ecc...) le norme (DM 4/5/98) impongono che si proceda ad effettuare una valutazione del rischio di incendio che consenta di determinarne il livello per poi adottare le conseguenti misure di prevenzione e di protezione attiva e passiva antincendio.

Il D.M. 10/3/98 emanato in attuazione al disposto dell'art.13 comma 1 del D.Lvo 626/94 per la valutazione dei rischi di incendio nei luoghi di lavoro rappresenta un punto di partenza di fondamentale importanza per la valutazione del rischio incendio, in quanto per

la prima volta in modo organico e schematico vengono individuati gli elementi che devono essere presi in esame per la classificazione del rischio di incendio.

Inoltre, i contenuti del D.M. 10/3/98 oltre a consentire al datore di lavoro di effettuare la valutazione del rischio incendio richiesta dal documento di cui all'art.4 del D, Lvo 626/94, possono essere utilizzati, relativamente alle attività soggette a controllo dei Vigili del Fuoco non regolate da specifica normativa, per effettuare la valutazione del rischio incendio appositamente richiesta dal D.M. 4/5/98.