

Ing. Stefano Marsella
Ministero dell'interno - D.G.P.C.S.A.
Servizio Tecnico Centrale
Via Cavour 5 00184 Roma

L'ingegneria della sicurezza antincendio ed i nuovi percorsi formativi per i professionisti

Abstract

La diffusione dei metodi di progetto prestazionali, introdotti da regolamenti comunitari e giustificati dal migliore utilizzo delle risorse e da livelli di sicurezza più elevati, ha già raggiunto un discreto sviluppo, permettendo a molti professionisti di operare a livello internazionale. Per soddisfare le esigenze degli utenti e fornire ulteriori opportunità professionali, si rende necessario prevedere anche in Italia appositi iter formativi per i tecnici della sicurezza.

1. introduzione

In molti paesi industrializzati, da alcuni anni a questa parte si è diffusa la tendenza a sostituire le norme di tipo descrittivo con metodi di tipo prestazionale, con l'obiettivo di garantire il soddisfacimento dei requisiti di sicurezza verificando il soddisfacimento dei livelli di prestazione, piuttosto che con quello attraverso il mero rispetto di misure predeterminate. Questo fenomeno non riguarda solo la scienza della sicurezza, né ha escluso l'Italia. Si pensi ad esempio al complesso di norme sull'abbattimento delle barriere architettoniche che, dal 1968 ad oggi, ha visto nel nostro ordinamento una notevole evoluzione in questo senso. Il motivo più importante dell'introduzione di un approccio di questo tipo deve essere individuato nel fatto che esso garantisce una migliore utilizzazione delle risorse ed un più elevato livello di soddisfacimento del requisito.

Nel settore della sicurezza antincendio, come conseguenza diretta della nuova tendenza, si è andata affermando la disciplina che nel mondo è conosciuta con il termine anglosassone e di "*fire safety engineering*", tradotta in italiano con il termine di "ingegneria della sicurezza antincendio".

Nell'arco di pochi anni, la diffusione di questa disciplina è aumentata in modo geometrico, ed ha compiuto rapidi progressi nella profondità delle conoscenze a disposizione, coinvolgendo tanto l'insegnamento universitario quanto le applicazioni

pratiche. Anche se da parte dell'ISO (*International Standard Organization*) è stato licenziato un rapporto tecnico sull'applicazione della materia (ISO TR 13387, datato 1999) da relativamente poco tempo, l'ente di unificazione britannico già dal 1997 ha emesso un documento sperimentale (British Standard DD 240), con lo scopo di consentire ai propri professionisti di familiarizzare quanto più rapidamente con le nuove tecniche. Inoltre, un organo di prestigio internazionale come il CIB (*Conseil International du Batiment*) ha garantito il proprio appoggio alla diffusione della conoscenza di questa disciplina e per la sua utilizzazione, iniziando addirittura ad approfondire il difficile tema della protezione del patrimonio culturale. Come si evidenzierà nel seguito, questi passi, che indubbiamente sottendono investimenti non indifferenti, sono stati compiuti in quanto l'ingegneria della sicurezza costituisce ormai il linguaggio internazionale della prevenzione incendi, non solo nell'ambito della comunità scientifica ma anche per chi esercita la professione della sicurezza. Preparare i tecnici a padroneggiare questi strumenti, quindi, garantisce loro di raggiungere meglio gli obiettivi della prevenzione incendi e, contemporaneamente, un mercato globale.

Prima di descrivere il contesto tecnico in cui l'ingegneria della sicurezza si trova incardinata, è quindi importante rimarcare il quadro giuridico che regola oggi la materia. In particolare, il punto 2.3 del *Documento interpretativo n. 2* della Direttiva Prodotti da costruzione, nella sua lineare semplicità, stabilisce che: "*l'ingegneria della sicurezza antincendio costituisce l'approccio attraverso i principi ingegneristici alla valutazione del livello di sicurezza richiesto in caso di incendio ed alla progettazione ed al calcolo delle misure di sicurezza necessarie*". In altre parole, nei Paesi dell'Unione europea il livello di sicurezza deve essere stabilito da norme di tipo tradizionale, ma stabilito tale di livello, la valutazione alternativa delle misure per raggiungerlo può avvenire solo attraverso i metodi propri dell'ingegneria della sicurezza.

L'Italia, da quanto si osserva nella maggior parte delle opere di ingegneria civile, appare essere in forte ritardo nell'uso di questi metodi, e la principale causa di questo ritardo deve essere individuata, oltre che nell'endemica scarsità di finanziamenti nella ricerca scientifica, nell'inesistenza di iter formativi appropriati (sia universitari che post-universitari). In mancanza di questi ultimi, infatti, prima ancora che la pratica difficoltà di disporre di operatori in grado di risolvere i problemi di protezione dall'incendio secondo criteri ingegneristici, si deve rimarcare la mancanza di un'adeguata coscienza tecnica da parte degli operatori pubblici che ne richieda l'applicazione.

Per colmare il divario esistente, appare evidente la necessità di introdurre scuole e corsi specifici che, tenendo conto delle forti prospettive della disciplina, siano finalizzati a fornire i necessari strumenti ai futuri ingegneri della sicurezza.

2. Lo stato dell'arte

Anche se al momento attuale non è ancora disponibile uno standard che, riconosciuto a livello internazionale, permetta a tutti i progettisti e verificatori la valutazione della sicurezza secondo le tecniche tipiche della sicurezza antincendio, è innegabile che l'utilizzo di tali metodi garantisca un livello di verosimiglianza notevolmente superiore a quello basato sull'esperienza, che come noto in Italia è l'unico riferimento utilizzabile.

Dal punto di vista storico, lo studio sistematico del comportamento dei materiali durante l'incendio è iniziato alcuni decenni fa, quando si è reso necessario controllare alcuni parametri relativi alla generazione dei prodotti della combustione al fine di aumentare il livello di sicurezza nelle attività civili. Questo processo è stato svolto soprattutto in laboratorio, più che altro in via indipendente nei vari contesti nazionali, ed ha portato a definire un discreto numero di prove sperimentali. Con il passare del tempo, è andata aumentando la mole delle informazioni disponibili a seguito di sperimentazioni, ed hanno iniziato ad essere sviluppati anche i modelli matematici in grado di descrivere e di prevedere a tavolino la generazione di gas, lo sviluppo dei fumi ed il loro movimento. A questo proposito è opportuno ricordare che, per quanto complesso sia il fenomeno della combustione, sono sempre le leggi della fisica e della chimica a governare i fenomeni che si intende studiare. L'approccio per via di modelli, quindi, più che essere limitato da difficoltà di ordine teorico è stato sempre ostacolato dalla pratica impossibilità di controllare con il calcolo manuale un numero di parametri tanto elevato. Tali modelli, quindi, sono rimasti confinati all'utilizzazione in laboratorio di ricerca fino agli anni recenti, quando si è assistito ad una improvvisa diffusione del loro uso dovuta alle tecniche di calcolo automatico permesse dai calcolatori elettronici.

Con il superamento dei due più pesanti ostacoli, quello cioè della disponibilità di dati sperimentali e quello della velocità di calcolo, la scienza dell'incendio ha potuto liberare le proprie energie e puntare a traguardi più ambiziosi, quale ad esempio quello di rientrare tra le discipline ingegneristiche già riconosciute come tali, sia a livello accademico che a livello professionale. Per rendere dal punto di vista grafico la situazione nella quale si trova l'ingegneria della sicurezza, si può esaminare la tabella 1, nella quale la complessità della disciplina è rappresentata in rapporto a quella

dell'aerodinamica e della meteorologia, utilizzando come indicatore il numero di nodi di griglia a cui si è fatto riferimento nelle pubblicazioni scientifiche per risolvere i problemi di pratica applicazione. La tabella è rappresentata in funzione degli anni di questo secolo, e questo non serve tanto a rendere evidente il ritardo di circa venti anni al quale la più giovane ingegneria della sicurezza, è soggetta, quanto a far capire quanto la scienza della sicurezza antincendio ormai si sia affrancata dall'approccio artigianale che conosciamo per rientrare a pieno titolo tra le materie degne di una formazione di alto livello.

Per indicare in modo succinto in cosa consista l'ingegneria della sicurezza, si deve obbligatoriamente fare riferimento al rapporto tecnico appena citato che l'ISO ha emanato nel 1999 (ISO TR 13387), oppure al documento britannico che lo ha preceduto di poco (BS DD 240). In entrambi i casi, per ingegneria della sicurezza si intende una disciplina nella quale, l'approccio al problema di stabilire il livello di sicurezza delle persone in caso di incendio, è rigidamente fissato nell'ambito di una procedura che permette di analizzare, in modo prima qualitativo e poi quantitativo, le conseguenze che uno o più scenari di incendio possono recare alle persone presenti in un edificio (tali metodi, ovviamente, sono applicati anche a contesti diversi, come ad esempio le cabine dei velivoli, le navicelle spaziali ecc.). Dopo la valutazione della sequenza di eventi che più prevedibilmente possono condurre ad un incendio (scenari), l'uso dei dati e dei modelli disponibili permette di quantificare i parametri fisici che caratterizzano le diverse sequenze, per arrivare a stabilire, nel caso classico, se il tempo di sopravvivenza delle persone presenti sia maggiore di quello necessario per l'esodo. Questa valutazione, quindi, fornisce anche un rapporto numerico, che quindi equivale a tutti gli effetti al coefficiente di sicurezza normalmente utilizzato in altre branche della sicurezza. A tale verifica numerica, poi, segue una valutazione di tipo probabilistico, finalizzata a controllare la verosimiglianza dei risultati. L'analisi si conclude con un giudizio sul complesso delle calcolazioni e delle assunzioni svolte.

Nell'ambito del processo svolto, esistono ancora dei motivi di incertezza, legati alla mancanza di dati sperimentali su determinati meccanismi chimico-fisici, oppure relativi alla relativa grossolanità di determinate modellazioni: ciononostante, il livello raggiunto permette di avere un grado di confidenza nei risultati ottenuti nemmeno paragonabile a quello che i metodi alternativi (basati sull'esperienza personale del progettista) attualmente permettono.

3. La spinta verso l'adozione dei metodi prestazionali.

Prima di analizzare le spinte di "mercato" che in concreto contribuiscono alla diffusione delle discipline ingegneristiche, è bene affrontare le motivazioni politiche e giuridiche rintracciabili nel quadro attuale.

In primo luogo, l'importanza che riveste l'adozione di un linguaggio comune ed universale della sicurezza antincendio non è sfuggita al livello politico comunitario, che per sua natura è alla ricerca di elementi che permettano la costruzione di una nazione europea. In questo orizzonte, appare evidente che la possibilità di disporre di professionisti che, indipendentemente dal paese in cui sono stati formati oppure in cui operano, possano esercitare la propria opera in qualunque realtà del territorio comunitario costituisce la realizzazione piena del principio di mercato unico del lavoro che troviamo ai fondamenti dell'Unione, e che sta per essere realizzata nel settore dell'ingegneria strutturale con l'adozione degli eurocodici per la progettazione strutturale. A questa opportunità, qualunque osservatore attento non può mancare di collegare il problema speculare, altrettanto serio, della carenza di strutture formative nazionali, circostanza che determina l'apertura ai professionisti comunitari del nostro mercato, che di fatto è chiuso a quelli italiani.

Un ulteriore elemento che permette di accreditare ai metodi ingegneristici un futuro di maggiore peso giuridico, è connesso alla loro possibilità di costituire la base del primo standard europeo di sicurezza antincendio. Abbandonata in molti paesi la strada della normazione descrittiva, questi strumenti sono abbastanza flessibili da permettere di realizzare quello standard di sicurezza comune che l'unità politica europea renderà un giorno necessaria.

Una prima motivazione che rende importante la scelta di indirizzare le risorse in materia di sicurezza verso le tecniche ingegneristiche riguarda le valutazioni economiche: si calcola che gli incendi costino circa l'1 % del prodotto nazionale lordo di ogni singolo paese, mentre le spese di ricerca (nei paesi in cui questa viene portata avanti), interessano meno di un quinto di questa spesa, determinando, questa situazione, un gap al quale evidentemente si porrà con il tempo rimedio: si pensi a questo proposito alla scelta statunitense di investire nella ricerca finalizzata al miglioramento delle strutture ospedaliere pubbliche circa 4,5 milioni di dollari, valutando il risparmio complessivo in circa 1,5 miliardi di dollari.

In ogni caso, appare evidente che nella progettazione di insediamenti produttivi o di edifici destinati ad accogliere grandi quantità di persone, la scelta delle misure da

adottare non possa più avvenire secondo criteri non verificabili sulla base di elementi oggettivi, trovandosi i professionisti ed i responsabili a camminare sullo stretto crinale che da un lato impone la salvaguardia della vita umana e la conservazione dei beni, come imposto da diversi regolamenti comunitari e da leggi nazionali, mentre dall'altro impone di contrarre i costi in virtù della accresciuta competizione economica, sia a livello nazionale che mondiale.

Passando agli sviluppi che la tecnica permette di prevedere, dobbiamo considerare la pressione che le tecnologie esercitano nei riguardi degli utenti di modelli e strumenti di calcolo automatico. Anche se, attualmente, esistono programmi di calcolo automatico che coprono virtualmente tutti gli aspetti della combustione, si é ancora lontani dall'affermare di poter compiere previsioni accurate dei processi di combustione. Ciononostante, le simulazioni, che rappresentano anche graficamente lo sviluppo di un incendio in un dato contesto edificato in relazione allo specifico scenario prescelto saranno, in breve, integrate con gli analoghi sistemi di ausilio alla progettazione del benessere ambientale e dei flussi d'aria negli edifici.

Continuando il parallelo con le discipline ingegneristiche "high tech", si può ragionevolmente dedurre che il ritardo di circa venti anni che le separa le scienze dell'incendio sarà rapidamente colmato nel nuovo secolo, quando dovrebbero essere definite le modellazioni ancora mancanti.

Un ulteriore elemento che spingerà verso l'adozione dei metodi ingegneristici, è quello legato alla necessità di rimuovere le barriere che nel corso degli anni sono state innalzate a protezione dei singoli mercati nazionali. Il problema, tuttora insoluto, di armonizzare gran parte delle prove di classificazione del comportamento al fuoco, potrebbe forse essere risolto quando la pressione politica verso l'integrazione comunitaria obbligherà ad utilizzare quei metodi in grado di fornire parametri utilizzabili nei modelli di calcolo. Altri aspetti, però, sono di estremo interesse per i destinatari di questi metodi di calcolo: la possibilità di svolgere la ricerca sulle cause di incendio con strumenti scientifici adeguati (secondo uno studio britannico, una quota pari a circa il 50 per cento degli incendi verificatosi nel Regno Unito negli ultimi venti anni sarebbe di origine dolosa) e la necessità di disporre di un approccio alla sicurezza dei materiali in grado di rispondere alle esigenze di salvaguardia ambientale. In entrambe le discipline, si cominciano a trovare già ora risposte attraverso l'utilizzo di queste tecniche.

Un ultimo aspetto da tenere in considerazione per valutare la futura diffusione di queste tecniche, riguarda le capacità di calcolo che i calcolatori delle prossime generazioni potranno raggiungere. Se continua la tendenza attuale verso un'accelerazione delle velocità di elaborazione ed una diminuzione dei costi, tra circa venti anni gli elaboratori dovrebbero presentare una velocità superiore di diversi ordini di grandezza rispetto a quelli attualmente in uso, con il conseguente immaginabile impatto sulla possibilità di effettuare simulazioni sugli scenari di incendio. Se fino ad un paio di anni fa non era accettabile, per la lentezza del processo, effettuare determinate operazioni, quali le simulazioni con griglie molto compatte, nel prossimo futuro sarà possibile ottenere simulazioni interattive nelle quali si verifica il comportamento in tempo reale di una porta che si apre o di altri eventi di cui, attualmente, possiamo prevedere gli esiti solo in forma chiusa. Si pensi, a questo proposito, quanto potrà giovare la disponibilità di nuovi strumenti alla scienza dell'investigazione scientifica delle cause di incendio, o alla verifica della pianificazione dell'emergenza di attività più o meno complesse.

Nel settore della previsione del moto dei gas e dei fluidi, attualmente si devono utilizzare valori medi per schematizzare la dinamica delle masse di gas che si spostano, mentre le fluttuazioni di temperatura, velocità e densità di specie chimiche, insieme alla turbolenza, non trovano riscontro nelle modellazioni in uso. Una capacità di calcolo più spinta, invece, permetterà di utilizzare i metodi numerici in sostituzione dei modelli che utilizzano le medie temporali, con i prevedibili effetti sulla verosimiglianza dei risultati. Anche nel settore dei rilevatori i progressi saranno sensibili: ad esempio, le reti neurali permetteranno un'affidabilità molto maggiore di tali sistemi di protezione attiva, secondo i comportamenti dei sistemi esperti in grado di prendere decisioni sulla base dei segnali rilevati.

Altri motivi di novità attesi nel breve e medio termine riguardano l'introduzione dei nuovi materiali che, inevitabilmente, faranno parte del nostro futuro. La necessità di fare riferimento a materiali alternativi a quelli a base di petrolio probabilmente porterà ad introdurre nuovi rischi di incendi. A questi rischi, però, sulla base delle conoscenze e delle ricerche già oggi sviluppate si potrà porre rimedio già in fase di progettazione dei materiali, come avviene attualmente sia nella ricerca di sostanze prive di additivi ritardanti alogenati, che pongono problemi ambientali in fase di produzione e di distruzione e che in caso di incendio creano problemi ai sistemi di comunicazione elettronici, sia nello sviluppo di fibre progettate secondo modelli teorici finalizzate ad un buon comportamento al fuoco.

In sostanza, applicando le attuali conoscenze nei riguardi del comportamento all'incendio diviene verosimile la realizzazione di sostanze "intelligenti", quali ad esempio, i rivestimenti edili le cui proprietà cambiano con temperature elevate, i polimeri piroelettrici, da utilizzare per una rilevazione diffusa dell'incendio ed i polimeri piroacustici, che emettono dei suoni quando si riscaldano.

Come già avviene in altri Paesi, inoltre, la cultura nel settore dell'ingegneria della sicurezza antincendio, diventerà cruciale per la formazione professionale. I documenti già disponibili, in realtà, già da ora permettono di formarsi un'idea sui vantaggi della valutazione ingegneristica, come pure dei limiti che attualmente le diverse relazioni ancora presentano. La disponibilità di mezzi di comunicazione, inoltre, già ora permette di dare luogo alla formazione a distanza, mentre in futuro permetterà di acquistare in rete anche i servizi di questo tipo, lasciando le autorità di controllo locali in affanno nella necessità di adeguare i propri standard di controllo ad un progresso tecnologico in continua evoluzione.

Dal punto di vista degli utenti, appare evidente che la spinta verso strutture sempre più capienti, dagli edifici ai mezzi di trasporto, renderà necessario disporre di conoscenze ingegneristiche e di tecnici in grado di utilizzarle, senza arrivare ai problemi di progettazione della sicurezza delle navi spaziali, che con i problemi di assenza di gravità e di impossibilità di fuggire certamente rappresentano la punta più alta delle tecniche ingegneristiche, si pensi alle megastrutture che sono state edificate negli ultimi anni, ma anche agli aerei a due piani in progetto per più di ottocento posti a sedere o alle navi da crociera da centomila tonnellate. Proprio questi ultimi esempi, inoltre, indicano quanto forte sarà la pressione internazionale per adeguarsi a standard accettati da tutti in quanto interessano tutti.

4. Le necessità formative

Attualmente, a chi ha redatto questo documento non risulta che in Italia siano stati attivati corsi destinati in modo specifico alla disciplina dell'ingegneria della sicurezza antincendio, mentre la domanda di approfondimento culturale su questo campo pare tradursi in diverse iniziative non coordinate tra di loro. Se, peraltro, appare che gli organi di controllo abbiano avviato solo in tempi recenti e timidamente la transizione verso i metodi di tipo prestazionale in materia di sicurezza antincendio (si veda al riguardo l'impostazione del D.M. 10/3/98 sui criteri generali sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro o il D. 4/5/98 sui contenuti dei progetti da sottoporre ai Vigili del

Fuoco) non trasparendo ancora un'effettiva richiesta di approfondimento in tal senso, si può affermare tranquillamente che le valutazioni di progetti di prevenzione incendi in deroga alle norme emanate costituiscono già oggi il terreno naturale su cui operare con l'ausilio di questi metodi.

Rendendosi, pertanto, necessario disporre fin d'ora di una formazione specifica in questo senso, un utile elemento di valutazione, per la definizione delle necessità didattiche in questo campo può essere costituito dall'analisi di quanto è in corso all'estero. Premesso che anche le fonti comunitarie da cui queste considerazioni sono tratte non garantiscono la completezza dell'informazione, allo stato attuale la situazione in materia appare abbastanza differenziata. Corsi universitari sono svolti regolarmente nel Regno Unito (Università di Edimburgo e Leeds) ed in Svezia. Ad esempio, in questo ultimo Paese, il corso ha la durata di 3 1/2 anni (Università di Lund) e prepara gli studenti ad entrare nel mondo del lavoro non solo come progettisti, ma anche nel settore assicurativo, nell'industria, nella pubblica amministrazione. Programmi inerenti l'ingegneria della sicurezza antincendio sono presenti anche nei corsi francesi e norvegesi.

Come accennato, nel Regno Unito, oltre ai diplomati universitari, esiste un gruppo numeroso di progettisti esperti che ha avuto la possibilità di utilizzare da tempo il documento nazionale British Standard 240, mentre in Irlanda lo Stato provvede ad aggiornare i funzionari pubblici destinati al controllo della sicurezza antincendio.

Anche considerando le differenze che nei vari paesi caratterizzano gli iter formativi degli addetti alla sicurezza, appare possibile affermare che le esigenze formative connesse all'uso ed alla gestione dei metodi ingegneristici possono non richiedere necessariamente corsi universitari pluriennali. In altre parole, se si considerano le conoscenze acquisite sia negli studi universitari che nella pratica professionale, la formazione di professionisti all'uso di queste tecniche potrebbe essere svolta senza un impegno di risorse eccessivo in rapporto ai vantaggi che queste stesse tecniche comportano.

5. Conclusione

I professionisti che hanno già portato il proprio livello di conoscenza alla padronanza di queste tecniche hanno oggettivamente a disposizione opportunità e sbocchi

professionali di maggiore interesse. Inoltre, trattandosi di norme e di modelli che emergono sulla base di un consenso internazionale, l'adozione di metodi di calcolo e verifica secondo la disciplina dell'ingegneria della sicurezza permette ai professionisti di operare in un panorama che abbraccia non solo l'Unione europea ma tutti i paesi industrializzati. Tali opportunità, ovviamente, sono precluse a coloro che rimangono esperti delle singole norme nazionali.

6. Ringraziamenti

L'Autore desidera esprimere il suo più vivo ringraziamento all'ing. Alberto Dusman, del Consiglio Nazionale degli Ingegneri, che ha contribuito attivamente ed in modo determinante all'approfondimento dei dati raccolti ed alla loro analisi.

7. Bibliografia

- [1] *Carlsen B. E.* A study on Fire Safety engineering in Europe - CEN - CSR/Fire Advisory Network - 2000
- [2] *Cox G.*, Fire Research in the 21st Century, Fire Engineers Journal, Jan 2000
- [3] Fire Protection Engineering Handbook - NFPA, 1999