

QUADERNI PER LA PROGETTAZIONE

LA VALUTAZIONE DEI RISCHI DI INCENDIO

Norme e standard internazionali di riferimento,
metodi e tecniche di analisi,
definizione della strategia antincendio,
gestione del rischio nel tempo,
casi studio ed esempi applicativi

Nel cd rom allegato il software F.R.A.M.E.
(Fire Risk Assessment Method for Engineering) tradotto
in italiano e corredato da 76 esempi completi

di
LUCA FIORENTINI, LUCA MARMO



“L'uomo eccellente, quando gode della sua sicurezza, non
dimentica che il pericolo può sopraggiungere.
Quando regna l'ordine, egli non dimentica
che potrà esserci disordine”
(Confucio, 551 a.c. - 479 a.c.)

A mio padre CARLO FIORENTINI
L. Fiorentini

A Baba, Fede e Bibi
L. Marmo

INDICE GENERALE



PREFAZIONE DI RAFFAELE GUARINIELLO	17
PREFAZIONE DI MORGAN J. HURLEY	18
PREFAZIONE DI DAVID YUNG	20
PREFAZIONE DI STEFANO CONVERSO	23
Verso nuove figure professionali	23
Ringraziamenti e note inerenti il diritto d'autore dei contributi tecnici impiegati	27

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE	31
--------------------	----

CAPITOLO 2

L'ANALISI DI RISCHIO	37
2.1 Il rischio	37
2.2 L'analisi del rischio di incendio	39
2.3 Obiettivi	41
2.4 Gestione del rischio nel tempo	42
2.5 L'accettabilità del rischio	44
2.6 La comunicazione del rischio	49
2.7 Lo stato dell'arte e le questioni ancora aperte	51

CAPITOLO 3

LE NORME DI RIFERIMENTO	55
3.1 Legislazione italiana	57
3.1.1 D.M. 10 marzo 1998	57
3.1.1.1 Campo d'applicazione	58
3.1.1.2 Criteri di valutazione dei rischi d'incendio	60
3.1.1.3 Misure di prevenzione e di protezione antincendio	67
3.1.1.4 Classificazione degli incendi	70
3.1.1.5 Attrezzature di spegnimento	71
3.1.2 Il testo unico della sicurezza (D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.)	71
3.1.3 D.M. 9 maggio 2007	74
3.1.4 D.M. 9 marzo 2007	85
3.2 SFPE-USA (Society of Fire Protection Engineers)	89
3.2.1 <i>Engineering guide to fire risk assessment (2005)</i>	90
3.2.1.1 Ambito del progetto e finalità	92
3.2.1.2 Obiettivi specifici, metriche e valori di soglia	94
3.2.1.3 Identificazione dei pericoli	99
3.2.1.4 Scenari di incendio	102
3.2.1.5 Specifica delle strutture di scenari	103
3.2.1.6 Dati	107
3.2.1.7 Analisi delle frequenze	111
3.2.1.8 Analisi delle conseguenze	112
3.2.1.9 Stima del Rischio	113
3.2.1.10 Analisi dell'incertezza	118
3.2.1.11 Valutazione del rischio	118
3.2.1.12 Documentazione	119
3.2.2 <i>SFPE Engineering Guide to Performance-Based Fire Protection</i>	121
3.2.3 <i>Introduction to performance-based fire safety</i>	127
3.3 NFPA-USA (National Fire Protection Association)	134
3.3.1 <i>Standard NFPA 550:2007</i>	135
3.3.1.1 <i>Introduzione</i>	135

3.3.1.2	<i>L'Albero dei concetti della sicurezza antincendio</i>	135
3.3.1.3	<i>La Struttura dell'Albero dei concetti della sicurezza antincendio</i>	137
3.3.1.4	<i>Utilizzo dell'Albero dei concetti della sicurezza antincendio</i>	140
3.3.1.5	<i>Limiti dell'Albero dei concetti della sicurezza antincendio</i>	143
3.3.1.6	<i>Approccio sistematico per la valutazione della sicurezza antincendio</i>	144
3.3.2	<i>Standard NFPA 551:2010</i>	145
3.3.2.1	<i>Introduzione</i>	145
3.3.2.2	<i>Concetti generali</i>	145
3.3.2.3	<i>Valutazione del rischio di incendio e processo di verifica</i>	148
3.3.2.4	<i>I metodi per la valutazione del rischio di incendio</i>	150
3.3.2.5	<i>Requisiti e documentazione</i>	155
3.3.2.6	<i>La fase di revisione</i>	158
3.3.2.7	<i>Il Metodo della Matrice di Rischio applicata al rischio di incendio</i>	159
3.4	<i>Health and Safety Executive-UK</i>	162
3.4.1	<i>Research Report 40</i>	162
3.4.1.1	<i>Introduzione</i>	162
3.4.1.2	<i>Lo studio condotto</i>	163
3.4.1.3	<i>Analisi dei dati</i>	167
3.4.1.4	<i>Fattori di rischio e sistemi di mitigazione</i>	169
3.4.1.5	<i>Modello valutativo</i>	172
3.5	<i>ISO (International Organization for Standardization)</i>	176
3.5.1	<i>ISO TS 16732:2005</i>	179
3.5.1.1	<i>Introduzione</i>	179
3.5.1.2	<i>Campo di applicazione</i>	180
3.5.1.3	<i>Il rischio</i>	182
3.5.1.4	<i>Stima del rischio e scenari di incendio</i>	183
3.5.2	<i>ISO TS 16732, differenze tra 2005 e 2010</i>	189
3.5.2.1	<i>Introduzione</i>	189
3.5.2.2	<i>Riferimenti alla ISO 23932</i>	190



3.5.2.3	<i>Modifiche introdotte</i>	191
3.5.3	ISO TS 16733:2006	195
3.5.3.1	<i>Introduzione</i>	195
3.5.3.2	<i>Caratterizzazione e scelta degli scenari</i>	196
3.5.3.3	<i>Metodi di analisi dei rischi e combinazione di metodi</i>	200
3.5.3.4	<i>Scenari di progetto</i>	203
3.5.4	ISO 23932:2009	204
3.5.4.1	<i>Introduzione</i>	204
3.5.4.2	<i>Ambito e principi dello standard</i>	205
3.5.4.3	<i>Analisi del rischio di incendio</i>	206
3.5.5	ISO 13943:2008	210
3.5.5.1	<i>Introduzione</i>	210
3.5.5.2	<i>Struttura del vocabolario e cenni alla terminologia</i>	212
3.5.6	<i>Matrici di correlazione tra le norme</i>	214
3.6	British Standards (BS) – UK	224
3.6.1	PAS 79:2007	226
3.6.1.1	<i>Introduzione</i>	226
3.6.1.2	<i>Terminologia della sicurezza antincendio</i>	228
3.6.1.3	<i>Requisiti della valutazione</i>	230
3.6.1.4	<i>I passaggi per una corretta conduzione della Valutazione</i>	232
3.6.2	PAS 911:2007	235
3.6.2.1	<i>Introduzione</i>	235
3.6.2.2	<i>Fasi della metodologia</i>	236
3.6.2.3	<i>Scelta dell'approccio</i>	238
3.6.2.4	<i>Elementi determinanti per la scelta delle strategie</i>	238
3.6.2.5	<i>Definizione della strategia</i>	245
3.6.2.6	<i>Il documento finale e le opzioni strategiche</i>	247
3.7	ASTM International	249
3.7.1	ASTM E1776	251
3.7.2	ASTM E1546	257



CAPITOLO 4

LE NORME PER LA GESTIONE DEL RISCHIO NEL TEMPO	263
4.1 La gestione sistemica della sicurezza	263
4.1.1 <i>Introduzione</i>	263
4.1.2 <i>Principi fondamentali ed elementi costituenti</i>	265
4.1.3 <i>Identificazione e valutazione dei pericoli</i>	272
4.1.4 <i>Controllo operativo</i>	278
4.1.5 <i>Gestione delle modifiche</i>	281
4.1.6 <i>Pianificazione delle emergenze</i>	282
4.2 ISO	284
4.2.1 <i>ISO 31000:2009</i>	288
4.2.2 <i>IEC 31010:2009</i>	297
4.2.3 <i>ISO/IEC 73:2009</i>	308
4.2.4 <i>ISO/IEC Guide 51:1999</i>	313
4.3 OHSAS 18001:2007	317
4.4 D.M. 9 maggio 2007	330
4.5 TU 81/2008	338

CAPITOLO 5

L'INCENDIO	341
5.1 La Combustione	341
5.2 Aspetti generali	341
5.2.1 <i>Fiamma diffusiva</i>	342
5.2.2 <i>Fiamma turbolenta</i>	343
5.2.3 <i>Combustione a brace</i>	343
5.2.4 <i>Fiamma premiscelata</i>	344
5.3 Combustibili	345
5.3.1 <i>Combustibili gassosi</i>	345

5.3.2	<i>Combustibili liquidi</i>	346
5.3.3	<i>Combustibili solidi</i>	347
5.3.4	<i>I limiti d'infiammabilità</i>	347
5.3.5	<i>Temperatura di Flash point</i>	347
5.3.6	<i>Temperatura di autoaccensione</i>	349
5.4	<i>Trasferimento di calore</i>	350
5.4.1	<i>Conduzione</i>	350
5.4.2	<i>La convezione</i>	353
5.4.3	<i>Irraggiamento</i>	354
5.4.4	<i>Emissioni radianti gassose</i>	355
5.4.5	<i>Fattori di vista</i>	356
5.4.6	<i>Flusso termico e danni</i>	358
5.5	<i>Innesco</i>	359
5.5.1	<i>Ignizione pilotata di gas, vapori o polveri aerodisperse</i>	360
5.5.2	<i>Ignizione pilotata di un solido</i>	360
5.5.3	<i>Effetto dello spessore del materiale</i>	362
5.5.3.1	<i>Materiali sottili</i>	363
5.5.3.2	<i>Materiali spessi</i>	364
5.5.4	<i>Ignizione spontanea</i>	366
5.5.5	<i>Accensione spontanea superficiale</i>	367
5.5.6	<i>Combustione spontanea</i>	367
5.6	<i>Diffusione di fiamma</i>	368
5.6.1	<i>Diffusione di fiamma su materiali solidi</i>	369
5.6.1.1	<i>Effetto dello spessore del combustibile</i>	371
5.6.1.2	<i>Effetto della geometria del Materiale</i>	372
5.6.1.3	<i>Effetto della composizione del comburente</i>	372
5.6.2	<i>Diffusività di fiamma su liquidi</i>	372
5.6.3	<i>Velocità caratteristiche di propagazione</i>	372
5.7	<i>Velocità di combustione</i>	373
5.7.1	<i>Potenza termica</i>	375
5.7.2	<i>Velocità di crescita d'incendio</i>	376
5.8	<i>Incendi confinati</i>	378



5.8.1	<i>Dinamica dei fumi</i>	380
5.8.2	<i>Potenza termica di un incendio confinato</i>	382
5.8.3	<i>Incendi covanti</i>	385
5.9	Scenari incidentali	385
5.9.1	<i>Fireball</i>	386
5.9.1.1	<i>Point source model</i>	388
5.9.1.2	<i>Solid flame model</i>	389
5.9.2	<i>Pool fire</i>	390
5.9.3	<i>Jet fire</i>	394

CAPITOLO 6

	LE TECNICHE DI ANALISI	395
6.1	Il ruolo della analisi del rischio nelle attività di ingegneria antincendio	396
6.1.1	<i>Normative e letteratura</i>	396
6.2	Alcuni cenni storici	422
6.2.1	<i>Conferenza internazionale del 1971</i>	426
6.2.2	<i>L'appendice D del 1972</i>	427
6.2.3	<i>Il Metodo di Valutazione di Sicurezza Antincendio negli Edifici (BFSEM)</i>	428
6.2.4	<i>Il Fire Safety Evaluation System (FSES)</i>	430
6.2.5	<i>Il modello di Vaughan Beck</i>	432
6.2.6	<i>Le normative edilizie in Gran Bretagna</i>	434
6.2.7	<i>Le metodologie Statunitensi</i>	435
6.2.8	<i>Le metodologie della Nuova Zelanda</i>	436
6.2.9	<i>FIRECAM</i>	438
6.2.10	<i>Le Linee Guida Australiane</i>	439
6.2.11	<i>La Metodologia di Valutazione della Vulnerabilità Indotta da Incendi (FIVE)</i>	442
6.3	Le metodologie maggiormente diffuse	442
6.3.1	<i>La matrice dei rischi</i>	444

6.3.2	<i>La stima preliminare del rischio attraverso le metodologie ad indici e la classificazione dei rischi</i>	451
6.3.3	<i>L'individuazione delle ipotesi incidentali</i>	456
6.3.3.1	<i>Hazop</i>	457
6.3.3.2	<i>FMEA e FMECA</i>	462
6.3.3.3	<i>'What-If?'</i>	468
6.3.3.4	<i>PHA</i>	471
6.3.3.5	<i>Le liste di controllo</i>	476
6.3.3.6	<i>I riesami di sicurezza</i>	478
6.3.4	<i>Lo sviluppo delle ipotesi incidentali</i>	480
6.3.4.1	<i>Alberi dei guasti</i>	481
6.3.4.2	<i>Alberi degli eventi</i>	497
6.3.4.3	<i>Reti di Petri</i>	512
6.3.4.4	<i>LOPA</i>	516
6.4	<i>Le metodologie innovative</i>	520
6.4.1	<i>Il metodo Bow-Tie</i>	521
6.4.2	<i>L'analisi Tripod Beta</i>	525
6.4.3	<i>L'analisi delle cause radice</i>	533
6.5	<i>Metodi di supporto per il giudizio esperto</i>	537
6.5.1	<i>Delphi</i>	537
6.5.2	<i>SWOT</i>	539
6.5.3	<i>Diagrammi causa-effetto</i>	540
6.5.4	<i>SWIFT – 'What-if?' Strutturata</i>	542

CAPITOLO 7

IL METODO F.R.A.M.E.	545
7.1 Il software F.R.A.M.E.	545
7.1.1 <i>Introduzione</i>	545
7.1.2 <i>Reti eventi nel F.R.A.M.E.</i>	547
7.1.3 <i>L'approccio F.R.A.M.E. alla valutazione del rischio incendio</i>	563

7.1.3.1	<i>L'equilibrio tra rischio, protezione ed esposizione</i>	563
7.1.3.2	<i>Gravità, esposizione e probabilità</i>	565
7.1.3.3	<i>Probabilità = Opposto di Protezione</i>	565
7.1.3.4	<i>Calcolo separato per beni, persone presenti ed attività</i>	566
7.1.3.5	<i>Un calcolo per compartimento</i>	567
7.1.3.6	<i>Espressione del valore di rischio</i>	567
7.1.4	<i>Cosa si può ottenere utilizzando il metodo F.R.A.M.E.?</i>	568
7.1.5	<i>Definizioni e formule di base</i>	571
7.1.6	<i>I rischi potenziali</i>	573
7.1.6.1	<i>Scenari di casi peggiori e gravità</i>	573
7.1.6.2	<i>Fattore q, carico di incendio</i>	574
7.1.6.3	<i>Il fattore di propagazione 'i'</i>	579
7.1.6.4	<i>Il fattore 'v', di ventilazione</i>	585
7.1.6.5	<i>Il layout dell'edificio</i>	588
7.1.6.6	<i>Il fattore 'g', di superficie</i>	589
7.1.6.7	<i>Il fattore di livello 'e'</i>	591
7.1.6.8	<i>Il fattore di accesso 'z'.</i>	594
7.1.7	<i>I livelli di rischio accettabile</i>	595
7.1.7.1	<i>La componente esposizione</i>	596
7.1.7.2	<i>Probabilità di innesco</i>	599
7.1.7.3	<i>Sottofattori 'a', attivazione o fonti di innesco</i>	599
7.1.7.4	<i>Il fattore 't', tempo di evacuazione</i>	604
7.1.7.5	<i>Il fattore 'r', ambiente</i>	612
7.1.7.6	<i>Il fattore 'c', di contenuto</i>	614
7.1.7.7	<i>Il fattore 'd', di dipendenza</i>	614
7.1.8	<i>Il livello di protezione 'D'</i>	615
7.1.8.1	<i>La protezione dell'edificio</i>	615
7.1.8.2	<i>La protezione degli occupanti</i>	616
7.1.8.3	<i>La protezione delle attività</i>	616
7.1.8.4	<i>Il legame con i tassi di non riuscita</i>	617
7.1.8.5	<i>Il fattore 'w', risorse di approvvigionamento idrico</i>	619
7.1.8.6	<i>L'espressione del fattore delle risorse di approvvigionamento idrico</i>	622



7.1.8.7	Il coefficiente di protezione normale 'N'	626
7.1.8.8	Il coefficiente di protezione speciale 'S'	630
7.1.8.9	Il coefficiente di resistenza al fuoco 'F'	634
7.1.8.10	Il coefficiente di fuga 'U'	637
7.1.8.11	Il coefficiente di salvaguardia 'Y'	641
7.1.8.12	Il punto di orientamento R_0	643
7.1.9	Elenco dei simboli	647
7.2	Curriculum vitae Erik De Smet	648

CAPITOLO 8

CASI STUDIO	649	
8.1	Analisi del rischio di incendio di un palazzo ad uso ufficio	651
8.1.1	Inquadramento del caso studio	651
8.1.2	Valutazione del rischio di incendio mediante lista di riscontro e matrice di rischio	656
8.1.3	Applicazione del metodo F.R.A.M.E	662
8.1.3.1	Caso 1 - Stato iniziale	665
8.1.3.2	Caso 2 - Impianto sprinkler	671
8.1.3.3	Caso 3 - Aspiratori di fumo e calore	673
8.1.3.4	Caso 4 - Impianto sprinkler + sistema di estrazione forzata fumo e calore (SHEV)	674
8.1.3.5	Confronto dei risultati	676
8.2	Probabilistic Fire Simulator	677
8.2.1	Introduzione	678
8.2.1.1	Informazioni generali	678
8.2.2	Risultati e discussione	679
8.2.2.1	Scenario di incendio in un tunnel cavi	679
8.2.3	Sommario	685
8.3	Metodologia HSE	685
8.3.1	Introduzione	685
8.3.2	Sviluppo del Modello di Valutazione del rischio	686

8.3.2.1	<i>Generale</i>	686
8.3.2.2	<i>Frequenza di rilascio</i>	686
8.3.2.3	<i>Probabilità d'innesco</i>	688
8.3.2.4	<i>Probabilità di danni alle persone o di morte</i>	690
8.3.3	<i>Descrizione degli Attributi relativi al Modello di analisi del rischio</i>	691
8.3.4	<i>Esempio di lavoro per rimesse in cui si maneggia benzina</i>	694
8.4	<i>Dagli incidenti reali all'analisi del rischio secondo un approccio deduttivo</i>	697
8.4.1	<i>Incendio di un fascio tubiero in sottopasso stradale</i>	698
8.4.1.1	<i>L'incidente</i>	698
8.4.1.2	<i>L'analisi dell'incidente</i>	698
8.4.1.3	<i>Individuazione dei criteri di sicurezza antincendio</i>	699
8.4.2	<i>Incendio di una serbato mobile di Dietilalluminio Cloruro in un impianto di Polietilene</i>	705
8.4.2.1	<i>Breve descrizione del processo e dell'evento</i>	705
8.4.2.2	<i>L'analisi dell'incidente</i>	706
8.4.2.3	<i>Individuazione dei criteri di sicurezza antincendio</i>	706
8.4.2.4	<i>Azioni correttive</i>	707
8.4.3	<i>Black-out elettrico in una raffineria</i>	707
8.4.3.1	<i>L'evento</i>	707
8.4.3.2	<i>L'analisi dell'evento e azioni di miglioramento</i>	708
8.4.4	<i>Incendio di Etilene</i>	709
	BIBLIOGRAFIA	711



PREFAZIONE

DI RAFFAELE GUARINIELLO

Tra i documenti della sicurezza contemplati nel D.Lgs. n. 81/2008, fondamentale è il documento di valutazione dei rischi, a tal punto da indurre il legislatore ad attribuirne la paternità esclusiva e indelegabile al datore di lavoro. Ed è costante insegnamento della Corte di Cassazione che costituisce un reato, non soltanto l'omessa redazione del documento di valutazione, bensì anche la redazione di un documento di valutazione insufficiente o inadeguato o incompleto: un documento, ad esempio, che ometta di valutare il rischio incendio, o che, pur valutandolo, non individui le misure di prevenzione e di protezione tecnicamente più avanzate contro un tale rischio.

Eppure, in quante attività, questo adempimento è, sì, rispettato, ma solo formalmente. In quante attività, il documento di valutazione del rischio incendio viene materialmente redatto, ma a un'attenta lettura si rivela un documento inidoneo.

Stiamo vivendo nel nostro Paese un momento a suo modo appassionante per la sicurezza antincendio. Ma insieme si colgono segnali inquietanti.

Dirompendi sono le carenze che indeboliscono la vigilanza sul rispetto delle disposizioni di sicurezza. Dobbiamo arricchire gli organici e la professionalità degli organi ispettivi. Dobbiamo premiare, non svilire, i funzionari che si prodigano nell'attività di vigilanza. Dobbiamo evitare ogni confusione tra l'attività di vigilanza e una sostanziale attività di consulenza. Ed è da scongiurare il fenomeno dei progetti di adeguamento alle norme antincendio che rimangono sostanzialmente inattuati.

E' indispensabile, d'altra parte, prendere atto senza falsi pudori delle carenze che insidiano l'intervento della magistratura. Troppo spesso i processi penali in tema di sicurezza antincendio proprio non si instaurano, oppure si celebrano con tale lentezza da incappare nella prescrizione dei reati, con il deludente risultato di generare un devastante senso d'impunità.

Pressante è un'esigenza: che i soggetti a diverso titolo operanti nel campo della sicurezza antincendio possiedano la professionalità necessaria per essere realmente in grado di esercitare le proprie specifiche attribuzioni.

Nella prospettiva segnata da un'esigenza di tal fatta, le pagine di questo volume forniscono strumenti preziosi e illuminanti.

Raffaele Guariniello
Procura della Repubblica di Torino



PREFAZIONE DI MORGAN J. HURLEY

“Fire protection engineering design has gotten progressively more quantitative over the last few decades. This transition has enabled and facilitated a profession-wide movement towards performance-based design. It is envisioned that within a generation or two, fire protection engineering will be practiced in a manner that is similar to other engineering disciplines such as civil engineering or mechanical engineering.

In most cases, fire protection engineering calculations are deterministic – that is – they only consider the consequences of a fire occurring. Any consideration of the likelihood of an event occurring is done in the context of which scenarios should be considered. Scenarios that occur at a frequency above some threshold are used in the design, and those that occur less frequently are abandoned.

However, this approach does not give a complete picture of fire safety. Scenarios that occur frequently are weighted the same as those that occur very infrequently – but frequently enough to be analyzed. Additionally, the highly infrequent scenarios that were discarded from the analysis might cause tremendous consequences. There is an implied risk associated with dismissing a scenario; that is, the associated consequences are deemed to be acceptable in the unlikely event that the scenario were to occur.

Risk analysis permits consideration of the consequences and likelihood of events. The likelihood of a scenario is used to weight the consequences. Through risk analysis, things like the reliability and effectiveness of fire protection systems can be considered. Only risk analysis can provide a comprehensive understanding of the fire safety that is provided.

There are several ways of achieving fire safety – fire suppression, fire detection, smoke control, fire resistance, egress and materials control. The preferred means of fire protection vary by geography and industry. However, the only way that can realistically determine which method or methods would work best (and be the most cost effective) is fire risk analysis.

Fire risk analysis has a long history in industries like petrochemical processing and nuclear power. However, as engineered fire safety becomes more common, it is making its way into the design of buildings and other structures.”

Morgan J. Hurley

Technical Director Society of Fire Protection Engineers



“Nelle ultime decadi l’ingegneria antincendio è divenuta progressivamente sempre più caratterizzata da approcci di analisi di tipo quantitativo. Tale cambiamento ha permesso e facilitato un movimento professionale in favore di un approccio orientato alla prestazione. Si può ipotizzare che in una o due generazioni, l’ingegneria antincendio sia praticata nelle medesime modalità di altre discipline ingegneristiche quali l’ingegneria civile o l’ingegneria meccanica.

Nella maggior parte dei casi i calcoli di ingegneria antincendio sono di tipo deterministico ovvero essi considerano unicamente le conseguenze attese di un incendio. Qualsiasi considerazione circa la probabilità di occorrenza di un evento è effettuata al fine di stimare se considerare o meno scenari di incendio. Gli scenari caratterizzati da una frequenza superiore ad un valore predefinito di soglia sono impiegati nella progettazione e quelli che occorrono con minor frequenza non vengono considerati.

Questo approccio non fornisce comunque una rappresentazione compiuta della sicurezza antincendio. Gli scenari con una alta frequenza hanno il medesimo peso degli scenari che hanno una probabilità molto bassa di accadere ma sufficientemente elevata da essere analizzati. Oltremodo gli scenari caratterizzati da una probabilità di occorrenza estremamente bassa, rifiutati dall’analisi, potrebbero condurre a conseguenze estremamente significative. Esiste un rischio implicito associato con il rifiuto di uno scenario: ovvero le conseguenze associate sono stimate essere accettabili nel caso improbabile che tale scenario si manifesti.

L’analisi dei rischi permette di considerare sia le conseguenze sia la probabilità di occorrenza degli eventi. La probabilità di occorrenza di uno scenario è impiegata per pesarne le conseguenze attese. Attraverso l’analisi di rischio possono essere tenuti in considerazione aspetti quali l’affidabilità e l’efficacia dei sistemi di protezione antincendio. Solo l’analisi di rischio può fornire una completa comprensione del livello generale di sicurezza antincendio.

Sono disponibili diverse modalità per raggiungere la sicurezza rispetto l’incendio - estinzione, rilevazione, controllo dei fumi, resistenza al fuoco, controllo dei materiali e dell’esodo in emergenza. Le modalità preferibili variano in funzione del luogo e della tecnologia disponibile. Comunque, l’unica strada che può determinare realisticamente quale o quali metodi sono preferibili (ed essere ottimali dal punto di vista costo-benefici attesi) è costituita dall’analisi del rischio di incendio.

L’analisi dei rischi di incendio ha una lunga storia nei settori industriali della chimica di processo e dell’energia nucleare. Comunque, con il diffondersi degli approcci ingegneristici alla sicurezza antincendio, tale disciplina sta trovando la sua strada e la sua applicazione nella progettazione di edifici ed altre strutture.”

Morgan J. Hurley

Direttore tecnico della Society of Fire Protection Engineers

PREFAZIONE DI DAVID YUNG

“Many countries in the world have changed their building codes from the traditional prescriptive-based building codes to the more flexible performance-based building codes. Performance-based codes allow flexibility in fire safety design as long as the design can provide the required level of fire safety to the occupants and property. As a result of this move towards the performance-based codes, the practice of fire safety design is also changing in many countries. The change is from the traditional practice that simply follows the prescriptive code requirements to those that are based on fire safety analysis to obtain the required level of fire safety for the occupants and property.

Fire risk assessment is an important aspect of fire safety analysis. It is an assessment of the fire risk, or the level of fire safety, that is provided to the occupants and property in a performance-based fire safety design. It involves the construction of a set of probable fire scenarios and the assessment of the overall risk from these scenarios. The risk of each scenario is the product of the probability of the scenario and the consequence of that scenario. The overall risk is the sum of all the individual risks.

Fire protection measures affect the composition of fire scenarios that will occur. For example, the installation of automatic sprinklers in a building would render more fire development scenarios of the less severe, non-flashover type than those of the more severe, flashover type. Similarly, the provision of adequate egress routes would render more occupant egress scenarios of the lower risk, fully-evacuated type than those of the higher risk, partially-evacuated type. The overall risk associated with a particular fire safety design depends on the composition of these fire scenarios. The more the severe fire scenarios in the composition, the higher is the overall risk.

The inspection and maintenance of installed fire protection systems are an integral part of fire risk management. Without regular inspection and maintenance, the installed fire protection systems may not work as reliably as intended nor as well as designed. This is true for all building systems, including heating and air conditioning. Regular inspection and maintenance is the key to good reliability and performance. In performance-based fire safety designs, regular inspection and maintenance of fire protection systems should be a mandated requirement. If certain reliabilities are assumed for the fire protection systems, they must be backed up by regular, documented, inspection and maintenance.

Many reference guidelines on fire risk assessment have been produced by various fire protection organizations, such as the NFPA (National Fire Protection Association) and the SFPE (Society of Fire Protection Engineers) in the United States. Other international organizations, such as the ISO (International Organization for Standardization), are also planning to introduce reference documents on fire risk assessment. These reference materials provide fire protection engineers and regulators with a common vision on what is required in the submission and approval process in fire risk assessment. The present book provides another excellent reference material on fire risk assessment for the Italian fire protection community.”

David Yung

Toronto, Canada



“Un elevato numero di Paesi nel mondo ha modificato i propri codici da un tradizionale approccio di tipo prescrittivo ad un approccio maggiormente flessibile fondato sulla prestazione. I codici di tipo prestazionale consentono una flessibilità nella progettazione della sicurezza antincendio quando la progettazione determina il livello di sicurezza richiesto per gli occupanti e per la proprietà. Tale cambiamento ha determinato conseguentemente la modificazione della pratica della progettazione antincendio. Il cambiamento vede il passaggio dalla tradizionale pratica volta al semplice rispetto dei requisiti cogenti al rispetto di requisiti fondati sull’analisi della sicurezza antincendio che garantiscono al contempo la sicurezza degli occupanti e della proprietà.

L’analisi del rischio di incendio è un aspetto fondamentale dell’analisi di sicurezza. Esso rappresenta una valutazione del rischio di incendio, o del livello di sicurezza rispetto l’incendio di occupanti e proprietà nell’ambito di una progettazione volta alla garanzia della prestazione. Tale analisi prevede l’individuazione di un set di scenari di incendio probabili e la valutazione del rischio complessivo ad essi associato. Il rischio di ciascun singolo scenario è funzione della probabilità di occorrenza dello stesso e delle possibili conseguenze attese. Il livello di rischio complessivo è la somma di tutti i rischi individualmente associati agli scenari.

Le misure di protezione antincendio hanno impatto sull’insieme degli scenari di incendio che possono avere luogo. Ad esempio l’installazione all’interno di un edificio di un sistema di estinzione automatico a sprinkler determina con maggior probabilità scenari di sviluppo di incendio caratterizzati da una severità maggiormente limitata (non flashover) piuttosto che scenari aventi uno sviluppo significativo (con flashover). Analogamente la disponibilità di vie di fuga adeguate determina con maggior probabilità scenari di evacuazione degli occupanti caratterizzati da un rischio limitato (evacuazione completa) piuttosto che scenari caratterizzati da un rischio elevato (evacuazione parziale). Il livello di rischio totale associato ad una strategia di protezione antincendio è funzione della composizione di questi scenari di incendio. Maggiore è la severità di essi, maggiore è il livello di rischio complessivo della loro composizione.

L’ispezione periodica e le attività di manutenzione dei sistemi di protezione antincendio sono una parte fondamentale della gestione del rischio di incendio. In assenza di tali attività i sistemi potrebbero non funzionare con la necessaria efficacia o possedere il grado di disponibilità pianificato. Ciò è vero per tutti i sistemi a servizio dell’edificio, tra cui anche i sistemi di climatizzazione e condizionamento. La verifica e la manutenzione periodiche rappresentano la chiave per l’affidabilità e la garanzia della prestazione. Nell’ambito di un approccio progettuale fondato sulla prestazione tali attività determinano un requisito inalienabile. Se specifici gradi di disponibilità vengono assunti nell’ambito dell’analisi per i sistemi di protezione dall’incendio, essi devono essere verificati periodicamente e tali attività devono essere documentate.

Numerose linee guida di riferimento in materia di valutazione del rischio di incendio sono state messe a punto da associazioni operanti nel campo della protezione antincendio; tra queste, negli Stati Uniti d’America, la NFPA (National Fire Protection Association) e la SFPE (Society of Fire Protection Engineers). Altre organizzazioni

internazionali, quali l'ISO (International Organization for Standardization) stanno pianificando l'introduzione di pubblicazioni in materia di valutazione del rischio di incendio. Tale documentazione consente agli ingegneri antincendio ed alle autorità di condividere una visione comune inerente le attività di analisi del rischio di incendio da condursi ed impiegarsi nell'ambito degli iter autorizzativi.

Il presente libro costituisce una ulteriore eccellente risorsa di riferimento per tutti coloro che in Italia si occupano di ingegneria antincendio."

David Yung
Toronto, Canada

PREFAZIONE DI STEFANO CONVERSO



Verso nuove figure professionali

Il lavoro presentato in questo volume entra a pieno titolo nel cambiamento che sta investendo i modi di lavoro e le stesse e figure professionali di molti dei tecnici della progettazione architettonica ed edilizia.

Un architetto progettista può, oggi, avere accesso a programmi dedicati teoricamente a settori diversissimi, e di conseguenza entrare in contatto con le culture che essi rappresentano: dall'analisi strutturale a quella ambientale, dal computo dei costi agli aspetti impiantistici e tecnologici o di carpenteria. E, appunto, quella della prevenzione incendi.

Soprattutto i giovani progettisti si trovano quindi di fronte un panorama software che se da un lato aumenta le possibilità di rappresentazione fotorealistica con precisione mutuata dall'industria cinematografica, dall'altro spinge verso la costruzione di modelli digitali che si avvicinano alle esigenze di simulazione. Che includono, cioè non solo la spazialità da progettare ma i suoi componenti edilizi, dati sul comportamento strutturale, dati di costo, informazioni sul comportamento energetico, liste di componenti, tagli, collegamento a ordinativi, computo delle superfici, fino a dati sul fattore di luce diurna, database di arredi e stime sull'occupazione o sull'affollamento e la capacità di deflusso degli ambienti.

Committenti e organizzatori di concorsi iniziano in alcuni casi a chiedere e normare la consegna di elaborati di questo tipo: modelli digitali interrogabili, e magari anche percorribili digitalmente, in una percezione dinamica che si avvicina alla cinestesia del reale. Esso è stato sperimentato, in casi avanzati, anche come documento contrattuale.

Quella che si presenta come un'opportunità tecnologica, diventa presto una sfida professionale:

- l'architettura per essere tale deve confrontarsi con i vincoli ad essa imposti, pena la incostanza delle forme concepite o la simmetrica banalità delle costruzioni puro frutto dell'edilizia.

Ma quanto è giusto o possibile, per i progettisti, tentare di uscire dalla propria *comfort zone*, e interessarsi di questioni che influenzano e interagiscono con la progettazione ma provengono da altri settori disciplinari?

In questo senso, il tema si allarga al processo edilizio e agli attori che lo animano, e in particolare alla separazione tra la concezione di un progetto e successivo *design development*, alla relazione tra piccoli studi di progettazione architettonica e grandi società di ingegneria multidisciplinari, al ruolo che la vasta schiera di consulenti e specialisti ha nel processo progettuale contemporaneo e alla collocazione che trovano in rapporto a una figura di progettista che rischia una progressiva riduzione a un'attività di *concept*.

Come detto, all'interno di questo panorama il software non ha necessariamente un ruolo ponte: esistono programmi dedicati e specialistici che ogni singola professione usa a proprio uso e consumo, con formati proprietari e molto poca propensione al dialogo.

E' cresciuto nel tempo però un settore in cui il dialogo tra le professioni mediato dal software ha preso diverse forme: da un parte lo sviluppo di programmi per la valutazione di massima di aspetti ingegneristici come Ecotect, dedicato alle analisi energetiche e sviluppato dal ricercatore Andrew Marsh, prima di essere poi acquistato dalla Autodesk; dall'altra parte, simmetricamente, una serie di progettisti, in gran parte giovani, si sono interessati a questi programmi, catturati dall'aspetto di modellazione software.

Il processo innescatosi è quello in cui figure di tipo nuovo, in grado di produrre modelli digitali rigorosi e *rule based*, iniziano e popolare le strutture di progettazione e di ingegneria, introducendovi, per via software, innovazioni di processo, legate alle loro abilità.

Un'innovazione che nella maggior parte dei casi, passa per progetti a forma o configurazione "complessa", per le quali si rendono necessari sistemi di rappresentazione e analisi dedicati, o quanto meno personalizzati a partire da piattaforme esistenti e standard.

In questi progetti, il dialogo tra le professioni si rende necessario e importante nel momento in cui ci si distacca da soluzioni standard. Nasce la necessità di un terreno di scambio e scontro per la interrelazione e il conflitto tra le soluzioni e le configurazioni ideali di ogni singola professione coinvolta nel processo edilizio. Scambio e scontro che avvengono sempre (e in genere portano a dolorose crescite di budget o riduzione e semplificazione delle soluzioni), ma che in caso di forme complesse si rendono indispensabili.

E' proprio per la gestione, eccezionale, di forme o configurazioni complesse che nascono forme professionali inedite come quelle dei primi "gruppi computazionali", dediti alla ottimizzazione e alla gestione di geometrie mediante una modellazione digitale accurata di precisione: dallo *Specialist Modelling Group*, all'interno di Foster and Partners, fino alla *Advanced Geometry Unit*,

fondata all'interno di Arup da Cecil Balmond, ingegnere noto per le collaborazioni con architetti nelle opere dei quali la ingegnerizzazione è strettamente collegata alla concezione architettonica: da Rem Koolhaas a Toyo Ito, solo per citarne alcuni.

Il profilo professionale di queste figure è quindi, soprattutto nei primi casi, quello di "specialisti informatici", che in molte delle prime esperienze subiscono un senso di isolamento dovuto alla eccessiva marginalizzazione delle proprie competenze ad aspetti tecnico-digitali.

In effetti la competenza che esce da questa innovazione innescata dal crescere di strumenti software e di rete, non è e non può essere puramente informatica: i modelli digitali che introducono nelle geometrie di progetto altri dati extra-geometrici necessitano di un ruolo corrispettivo all'interno del processo progettuale: crescono, per queste nuove figure, le responsabilità di comprensione.

Se infatti questa modellazione avanzata serve a garantirsi una definizione accurata delle geometrie di progetto, essa perde di senso se non può fare da base di riferimento e ponte diretto con tutte le verifiche condotte dai diversi punti di vista economico, costruttivo, energetico.

E della sicurezza.

Proprio questo volume evidenzia un tema chiave che è quello del livello e del momento in cui questa proficua interazione debba avvenire. Il rischio, infatti, è quello di appassionarsi, o dedicarsi, al momento finale della catena, quello della simulazione o della modellazione di dettaglio, mentre al contrario gli aspetti critici e interessanti stanno proprio nel momento di passaggio.

Nel caso della prevenzione incendi, tale distinzione importante va fatta tra la simulazione fluidodinamica, utile in sede di analisi approfondita, e l'analisi del rischio, che al contrario è di importanza decisiva proprio durante la progettazione, che comporta la selezione degli scenari di incendio da tenere in considerazione, e il loro necessario rapporto con le scelte architettoniche (ad esempio facciate ventilate, o atrii a doppia altezza).

Si tratta quindi di un aumento di consapevolezza, che non elimina comunque la necessità di un dialogo e un affiancamento, e che ha generato in altri settori forme professionali inedite che proprio in questo dialogo legato al passaggio trovano la ragione della loro collocazione: saper parlare con i "progettisti", ma coscienti dei passaggi successivi e dei vincoli ingegneristici. Non si tratta soltanto delle sezioni di grandi società di ingegneria, in parte citate in precedenza, sensibili allo sviluppo progettuale come *Arup*, *Buro Happold* oppure la più recente e progressiva *Adams Kara Taylor* (oltre a molti altri). Forme profes-



sionali innovative che acquistano in alcuni casi autonomia e diventano società di consulenza come gli svizzeri di *DesignToProduction*, una spin off universitaria, che si occupano di ottimizzare le geometrie di progetto e prepararle per la produzione a controllo numerico (ma anche per il coordinamento dimensionale), oppure i tedeschi di *Transsolar*, che si occupano di "Klima Engineering", e in parallelo formano mediante corsi universitari figure che hanno chiamato Solar Architect e Climate Engineer.

Tra le metodiche semplificate che il libro propone per introdurre i concetti e le valutazioni di analisi del rischio durante le fasi di progettazione c'è anche il software; e il ruolo che esso debba assumere in questi processi di dialogo e interazione è senza dubbio tema cruciale.

In questo senso, settori come l'analisi energetica hanno fatto da buoni pionieri: i software hanno conosciuto una evoluzione uscendo dall'ambito eminentemente specialistico e vedendo uno sviluppo importante di procedure per la "valutazione preliminare" dei temi studiati, fornendo quindi opportunità sempre maggiori a progettisti intenzionati, però, ad aumentare il proprio grado di consapevolezza e responsabilità.

Proprio nel settore energetico, sono comparsi i primi esempi di una evoluzione che lega definitivamente i due aspetti dei rapporti professionali e degli strumenti digitali, che è lo spostamento del software in rete.

Se è vero infatti che "il maggior strumento di lavoro di un progettista impegnato sul campo è il telefono", l'evoluzione degli strumenti, superando il semplice dialogo via e-mail, sposta il software in rete, arrivando a mettere insieme comunicazione, dialogo e modellazione in una piattaforma integrata e "viva", dove ci sono in contemporanea software parametrico, piccoli script, strumenti di comunicazione, visualizzazione e analisi in un unico ambiente.

Dando forma quindi al modo evoluto di lavoro che fa del *networking* la propria attività centrale, producendo il "nuovo desktop", senza troppe distinzioni tra fisso e mobile, di un progettista che lavora in gruppi sempre più dinamici e allargati, pronto a caricarsi di oneri, ma anche delle relative maggiori opportunità.

Stefano Converso

Università degli Studi Roma Tre

DIPSA - Dipartimento di Progettazione e Studio dell'Architettura

Ringraziamenti e note inerenti il diritto d'autore dei contributi tecnici impiegati

Gli autori desiderano ringraziare tutte le persone, gli enti e le organizzazioni che hanno reso possibile l'incorporazione nella presente pubblicazione di considerazioni, riflessioni, casi studio, metodologie, porzioni significative di standard con autorizzazione alla riproduzione ed alla traduzione. L'opera così realizzata riflette una significativa panoramica dei più significativi ed inediti approcci alla valutazione del rischio di incendio disponibili a livello internazionale. Esula dagli scopi del presente libro fornire una completa disamina dei documenti originali, ai quali si rimanda il lettore per un eventuale approfondimento.

Si ringraziano in particolare l'Ing. Vincenzo Puccia e l'Ing. Salvatore Tafaro del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, il Prof. Erik De Smet (Belgio), la società TECSA S.p.A. (Italia) e la società GOVERNORS B.V. (Olanda).

Di seguito si precisano i paragrafi ed il materiale elaborato da parte degli esperti sopraindicati:

- Par. 3.1.4: elaborato a cura dell'**Ing. Vincenzo Puccia** (Vigili del Fuoco, Comando Provinciale di Padova, vincenzo.puccia@vigilfuoco.it);
- Par. 8.4 (casi studio in ambito industriale): elaborato a cura dell'**Ing. Salvatore Tafaro** (Vigili del Fuoco, Comando Provinciale di Siracusa, salvatore.tafaro@vigilfuoco.it);
- Cap. 7 e contenuti del CDROM allegato alla pubblicazione (procedura software "F.R.A.M.E. Method" e documentazione relativa): elaborati da **Prof. Erik De Smet** (consulente, Offerlaan 96, B-9000 Gent, Belgio, info@frame-method.net). Nota di copyright: "Reprinted and translated with permission" from "F.R.A.M.E. 2008, Theoretical basis and technical reference guide" or from "F.R.A.M.E. 2008 Users' Manual" with permission of the author ing. Erik J.K. De Smet";
- Par. 8.1, approfondimenti specialistici Par. 6.3 (ove indicato): elaborati a cura della società privata **TECSA S.p.A.** (Via Figino, 101 - 20016 Pero, Milano, Italia, tecsa@tecsaspa.com) con autorizzazione alla riproduzione ed alla modifica;
- Approfondimenti specialistici Par. 6.4 (ove indicato): elaborati a cura della società privata **GOVERNORS B.V.** (Zoeterwoudsesingel 632313 EL, Leiden, Olanda, support@governors.nl) con autorizzazione alla riproduzione, modifica e traduzione in lingua italiana.



Nella tabella di seguito riportata sono evidenziati ulteriori contributi di terze parti unitamente ad eventuali note inerenti il diritto di autore ad essi associate.

Cap. 3.2	Contributi della Society of Fire Protection Engineers (SFPE)	Autorizzazione alla riproduzione, alla modifica ed alla traduzione in lingua italiana. Copyright: Society of Fire Protection Engineers (SFPE), 7315 Wisconsin Avenue, Suite 620E - Bethesda, MD 20814, Stati Uniti d'America.
Cap. 3.3	Contributi della National Fire Protection Association (NFPA)	Autorizzazione alla riproduzione ed alla traduzione in lingua italiana. Copyright: National Fire Protection Association (NFPA), Quincy, MA, Stati Uniti d'America. Note di copyright Par. 3.3.1 "Reprinted and translated with permission from NPFA 550, 'Guide to the fire safety concepts', Copyright© 2007, National Fire Protection Association, Quincy, MA. This material is not the complete and official position of the NFPA on the referenced subject, which is represented only by the standard in its entirety". Par. 3.3.2 " Reprinted and translated with permission from NPFA 551, 'Guide to the fire safety concepts', Copyright© 2009, National Fire Protection Association, Quincy, MA. This material is not the complete and official position of the NFPA on the referenced subject, which is represented only by the standard in its entirety".
Cap. 3.4 Cap. 8.3	Contributi della Health and Safety Executive (HSE)	Autorizzazione alla riproduzione ed alla traduzione in lingua italiana. Copyright: Crown Copyright ©2002 per Health and Safety Executive, Westminster Office, Sanctuary Buildings, 20 Great Smith Street, Londra, SW1P 3BT, Regno Unito. Licenza: Licenza PSI n. C2010001861 del 19/07/2010 (L. Fiorentini)
Cap. 3.6	Contributi del British Standard Institute (BSI)	Autorizzazione alla riproduzione. Copyright: BSI, 389 Chiswick High Road, Londra, W4 4AL, Regno Unito. Note di copyright "Permission to reproduce extracts from British Standards is granted by BSI. British Standards can be obtained in PDF or hard copy formats from the BSI online shop: www.bsigroup.com/Shop or by contacting BSI Customer Services for hardcopies only: Tel: +44 (0)20 8996 9001, Email: cservices@bsigroup.com ".



Cap. 3.7	Contributi della American Society for Testing and Materials (ASTM)	Autorizzazione alla riproduzione. Copyright: ASTM International 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700 West Conshohocken, PA 19428-2959, Stati Uniti d'America. Note di copyright "Reprinted, with permission, from ASTM E1776-07 Standard Guide for Development of Fire-Risk-Assessment Standards, copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428. A copy of the complete standard may be obtained from ASTM International, www.astm.org ".
Cap. 6.3.4	Contributi di Elsevier	Autorizzazione alla riproduzione delle Figura 48, Figura 49, Figura 42, Figura 43, Figura 44, Figura 45, Figura 46, Figura 52 dalla pubblicazione: Sam Mannan, "Lees' Loss Prevention in the Process Industries (Third Edition), Volume 1" Elsevier Books, 2005. Licenza n. 2604670976783 del 9 febbraio 2011 rilasciata da Elsevier su Copyright Elsevier Books 2005. Licenza n. 2605781291378 del 11 febbraio 2011 rilasciata da Elsevier su Copyright Elsevier Books 2005.
Cap. 8.2	Contributi del VTT Technical Research Centre Of Finland (VTT)	Autorizzazione alla riproduzione ed alla traduzione in lingua italiana. Copyright: VTT, Kemistintie 3, Espoo P.O.Box 1000, FI-02044 VTT, Finlandia. Pubblicazione: Hostikka, S., Keski-Rahkonen, O. & Korhonen, T. Probabilistic Fire Simulator. Theory and User's Manual for Version 1.2. Espoo 2003. VTT Publications 503. 72p. + app. 1 p.

INTRODUZIONE

Quando il primo imperatore romano Gaio Giulio Cesare Ottaviano Augusto decise di far erigere un tempio a Marte Ultore, al fine di commemorare la battaglia di Filippi del 42 a.C. in cui vendicò la morte di Giulio Cesare sconfiggendo i suoi assassini Bruto e Cassio, si trovò nella necessità di realizzare un muro perimetrale che separasse il tempio dal limitrofo quartiere residenziale della Suburra, la zona più popolare di Roma antica, un sobborgo affollato ed alquanto pericoloso.

Il tempio venne inaugurato nel 2 secolo a.C. e fu realizzato a conclusione di un nuovo complesso monumentale, il Foro di Augusto. La nuova piazza si disponeva ortogonalmente al preesistente Foro di Cesare, era caratterizzata dalla presenza di ampie esedre ove venivano svolte le attività dei tribunali ed era chiusa sul lato di fondo dall'imponente Muro di pietra della Suburra sul quale poggiavano le mura del tempio di Marte Ultore ed il portico circostante. Il tempio, situato sopra un alto podio al quale si accedeva tramite una lunga gradinata, custodiva opere di immenso valore ed era utilizzato per ricevere principi stranieri o per ospitare il Senato riunito per decidere in merito a questioni belliche.

A ridosso del tempio, nell'ampia e bassa valle racchiusa tra i colli Quirinale, Esquilino e Viminale si estendeva il suddetto quartiere della Suburra, un borgo suburbano del primitivo stanziamento patrizio sul colle Palatino che, come suggerisce l'origine etimologica del termine, era ubicato 'sub urbe', ossia al di fuori della città, nella parte bassa rispetto al nucleo originario posto sopra il Palatino.

Il forte dislivello altimetrico che sussisteva tra il quartiere popolare ed il Foro di Augusto era superato mediante scalinate che conducevano alle uniche due aperture presenti nel muro della Suburra, poste ai lati del tempio di Marte Ultore.

Caratterizzato da un fitto dedalo di viuzze e dalla presenza di numerose botteghe artigiane e commerciali, bordelli e locande, taverne e case popolari, la Suburra era abitata dalla popolazione più povera, ed era frequentemente funestata da incendi e crolli delle 'insulae'; i palazzi pluripiano in cui erano ammassati i plebei.



Proprio al fine di separare, isolare e proteggere i Fori Imperiali dai numerosi incendi che divampavano nel quartiere, Augusto fece erigere l'imponente muro di pietra alto circa 33 metri e realizzato in opus quadratum. Composto con blocchi di peperino, era rivestito di pietra gabina, nelle parti in vista, e di tufo di Grottaoscura, nelle parti contro terra o confinanti con gli edifici, e tre filari in blocchi di travertino delineavano due marcapiani intermedi ed un coronamento alla sommità.

E' possibile affermare che il muro, conosciuto oggi comunemente come "Muro della Suburra", sia il risultato di una decisione di Ottaviano Augusto volta alla preservazione dei Fori Imperiali dall'incendio e costituisca il primo "muro REI" della storia quale manufatto effettivamente eretto per la risoluzione di una problematica di sicurezza connessa con un valutato e significativo livello di rischio di incendio.

Figura 1.1
Il muro della
Suburra



Il rischio di incendio, oggi come allora, e la sua misura rappresentano aspetti chiave del processo volto alla definizione della strategia antincendio per la salvaguardia degli occupanti, dell'ambiente e la tutela della proprietà, sia in ambito civile che in ambito industriale.

Nell'ambito della garanzia della prestazione (di un edificio, di una installazione industriale o, ancora più in generale, di una Organizzazione), i rischi rappresentano il parametro chiave per verificare le condizioni

di equilibrio tra i pericoli, le misure di prevenzione e protezione (di tipo tecnico e di tipo organizzativo-gestionale) con i costi a queste associate ed i benefici attesi. Tale equilibrio oggi, in talune situazioni, risulta di non immediata o difficile verifica in considerazione delle complessità architettoniche, tecniche ed impiantistiche, organizzative delle quali il progettista antincendio deve

tener conto. Se da un lato i visibili progressi nel campo dell'analisi deterministica delle conseguenze attese da un incendio garantiscono un migliore inquadramento della problematica e, soprattutto, degli effetti del 'fenomeno dell'incendio', dall'altro la corretta individuazione degli scenari di incendio e quindi la valutazione del rischio di incendio non sempre trae giovamento dai progressi effettuati nel campo dell'analisi del rischio sia in termini di statistiche a disposizione, sia in termini di metodologie da impiegarsi. Ciò anche in considerazione dell'incertezza associabile a questo tipo di valutazioni e che rappresenta una caratteristica inalienabile avente impatto sulle decisioni.

Per definizione, il concetto di rischio è funzione della probabilità di occorrenza di una determinata circostanza e delle conseguenze attese a seguito del suo verificarsi. La valutazione dei rischi deve tener conto di entrambi gli aspetti e, di tutte le modificazioni che possono avere impatto su uno o su entrambi questi aspetti ai fini della garanzia nel tempo del mantenimento del livello di sicurezza definito quale ammissibile rispetto un criterio dato. Qualsiasi decisione, con particolare riferimento alle decisioni che hanno influenza sulla strategia antincendio, è da prendersi sulla base della misura del rischio. Le decisioni in materia di antincendio non solo richiedono quindi capacità tecniche e metodologie o strumenti per la conduzione di una analisi efficace ed efficiente, ma anche la precisa definizione di una politica della sicurezza antincendio che preveda l'individuazione di un criterio di accettabilità del rischio data la valutazione effettuata. La valutazione a sua volta deve essere effettuata in modo rigoroso ed appropriato al contesto e ciò può essere ottenuto unicamente attraverso un flusso di lavoro ben codificato e fortemente strutturato, sia che l'analista adotti una metodologia qualitativa piuttosto che una metodologia quantitativa, sia che l'analisi sia rivolta ad una situazione esistente piuttosto che ad un edificio o una installazione industriale in fase di progettazione.

Indipendentemente dalla metodologia impiegata è fondamentale condurre: una analisi dei pericoli di incendio; la determinazione delle conseguenze attese per persone, ambiente, proprietà; l'individuazione della probabilità di occorrenza degli eventi pericolosi (uno o più scenari); la valutazione dei benefici attesi rispetto le misure antincendio in essere; la comparazione del livello di rischio di incendio con la misura giudicata ammissibile a fronte di un definito criterio di accettabilità

La presente opera vuole essere un contributo alla diffusione delle tecniche di analisi del rischio di incendio presso i datori di lavoro, i professionisti, i progettisti antincendio, e tutti coloro che ogni giorno sono chiamati a 'misurare' il rischio di incendio connesso con le più variegate realtà oppure ad individuare, e selezionare gli scenari di incendio che per tali attività possono essere consi-



derati rappresentativi, significativi, probabili, opportunamente conservativi per un successivo approfondimento di tipo deterministico,

A tal fine, previa illustrazione del corpo normativo italiano di riferimento, si è deciso di fornire:

- *una panoramica delle definizioni, degli standard e delle metodologie di analisi del rischio di incendio maggiormente diffuse a livello internazionale, presentate attraverso le parole stesse degli autori e corredate da esempi applicativi;*
- *i concetti chiave del fenomeno di incendio e della trasmissione del calore che l'analista è chiamato a conoscere per meglio individuare le sequenze incidentali associate ai pericoli di incendio;*
- *una serie di casi studio (conosciuti a livello nazionale o internazionale), sviluppati secondo metodologie di analisi differenti riconosciute ed attuali;*
- *sottolineare il punto di vista di enti, istituzioni ed esperti operanti a livello internazionale circa le problematiche connesse con la predisposizione di una corretta analisi del rischio di incendio;*
- *uno strumento estremamente potente (F.R.A.M.E.), sviluppato dal Prof. E. De Smet, per la conduzione di una analisi di rischio di incendio comprensiva della valutazione dei benefici attesi associati a diverse alternative di protezione in una ottica fortemente orientata alla garanzia della prestazione.*

La conoscenza del corpo normativo italiano di riferimento in materia di valutazione dei rischi di incendio nei luoghi di lavoro è il primo passo per la conduzione di tali attività da parte dei datori di lavoro, che ne sono responsabili, da parte dei progettisti e da parte degli esperti di prevenzione e sicurezza antincendio. Tuttavia tale conoscenza non può essere considerata sufficiente.

Sempre più spesso purtroppo (e ciò è stato verificato personalmente dagli stessi autori nell'ambito degli incarichi di consulenza tecnica svolti per conto della Magistratura) l'analisi del rischio di incendio, pur formalmente effettuata dai soggetti individuati dal corpo normativo di riferimento, risulta essere un semplice adempimento piuttosto che uno strumento di lavoro. In molti casi, tralasciando quelli manifestamente (e forse volutamente) non corretti, l'analisi condotta assume più il carattere di un riepilogo della situazione, che di un giudizio, di una valutazione, qualitativa o quantitativa che sia.

Per tali motivi, non solo si è proceduto ad una disamina critica degli atti normativi principali, ma si è cercato di presentare tutto quel complesso di informazioni derivante da standard, pubblicazioni e metodologie disponibili sia a livello europeo che a livello internazionale che può aiutare chi è incaricato del-

la esecuzione della valutazione del rischio di incendio a svolgere l'attività richiesta tenendo ben presente le modalità di lavoro già disponibili ed ampiamente sperimentate in una varietà di situazioni al fine di predisporre una sintesi corretta del rischio di incendio effettivamente connesso con una realtà produttiva e individuare così le migliori misure tecniche ed organizzativo-gestionale per ricondurlo eventualmente ad un livello accettabile.

Il lettore risconterà una significativa sovrapposizione tra le pubblicazioni presentate ed una certa ridondanza tra le informazioni presentate. Ciò anche al fine di consentire una lettura non sequenziale del testo il quale può diventare un manuale di pronto utilizzo per aspetti specifici. Pur tuttavia per ciascun riferimento normativo o di letteratura tecnica specializzata si è cercato di fornire una selezione degli aspetti peculiari di ciascuna pubblicazione.

Nel libro il lettore troverà inoltre qualche spunto per poter affrontare la disciplina dell'ingegneria antincendio a carattere prestazionale: sfida estremamente attuale che non può essere limitata all'impiego di algoritmi o codici di calcolo ma che deve avere un principio nell'analisi del rischio di incendio quale strumento fondamentale per l'individuazione degli scenari di incendio da assoggettare ad un successivo approfondimento di tipo deterministico con la certezza che essi possano essere ritenuti rappresentativi, esaustivi ed opportunamente conservativi per la realtà in esame sia essa in fase di progettazione, in fase di modifica o esistente.

Proprio nel caso della progettazione di nuove opere architettoniche o di nuove installazioni industriali, l'analisi di rischio assume un ruolo fondamentale ed inalienabile.

Il vantaggio dell'impiego congiunto di un approccio prestazionale all'ingegneria antincendio e della valutazione dei rischi è quello di verificare aspetti peculiari e problematiche che non sempre possono essere compiutamente analizzate e risolte con il ricorso ai codici prescrittivi ed alle regole tecniche.

Ciò risulta tanto più vero oggigiorno dinnanzi ad opere architettoniche complesse, realizzate con materiali innovativi, eventualmente fruite da un numero consistente di persone, ove la tecnologia non solo governa il processo di progettazione e produzione (costruzione), ma anche la selezione dei materiali, delle forme ecc.

Appare chiaro che, in tale situazione, la figura del progettista dell'opera si carica di nuove responsabilità in quanto la "qualità costruttiva" non può prescindere dalla sicurezza degli occupanti.

Per conseguire tale importante obiettivo, non è sufficiente ricorrere all'impiego della tecnologia e delle migliori tecniche disponibili in materia di progetta-



zione e costruzione: si devono approfondire i rischi di incendio connessi con il manufatto edilizio che si intende realizzare o modificare, ai fini di una migliore gestione della problematica che tenga in considerazione le specifiche peculiarità dell'opera (le quali, esse stesse, in molti casi arrivano a determinare pericoli di incendio specifici e non comuni).

A fronte dell'approfondimento il progettista dell'opera, supportato eventualmente da un analista di rischio di incendio, può anche verificare positivamente strategie antincendio basate su combinazioni di misure 'equivalenti' a traguardare l'accettabilità del rischio di incendio connesso con l'opera in fase di concepimento.

La presente opera, sviluppata sulla base dell'esperienza professionale dei suoi autori e da considerarsi unicamente quale riferimento per successivi necessari e doverosi approfondimenti, vuole inoltre sottolineare l'importanza della gestione nel tempo del livello di rischio di incendio poiché, indipendentemente dalla qualità dell'analisi condotta e dalla metodologia impiegata, la sicurezza antincendio deve essere garantita e rivalutata in occasione di modificazioni aventi su di essa un impatto, anche in ottemperanza ai recenti disposti normativi del nostro Paese.

Gli autori,
Luca Fiorentini e Luca Marmo

L'ANALISI DI RISCHIO

2.1 Il rischio

E' possibile affermare che il concetto di 'rischio' è conosciuto in via generale dalla maggioranza delle persone solo in modo generico. Pur tuttavia in forma generale ed intuitiva esso è conosciuto da circa duemila anni. Studi formalizzati sul concetto moderno di rischio possono essere fatti risalire al sedicesimo secolo. In quel periodo vennero sviluppati per lo più analisi concernenti i giochi con i dadi e le carte anche se una serie di studiosi cominciarono a concentrarsi su un diverso aspetto della gestione dei rischi, ovvero la necessità degli investitori di tutelarsi rispetto a perdite finanziarie connesse con disastri in mare durante il trasporto di beni via nave sulle sempre più lunghe tratte. Tali considerazioni portarono allo sviluppo delle prime assicurazioni come studiato in temi recenti da Bernstein ⁽¹⁾.

L'origine etimologica della parola '*rischio*' risulta piuttosto incerta, probabilmente essa risale al latino medioevale '*riscus*', '*risigus*' e cioè scoglio, roccia tagliata a picco e quindi, figurativamente, pericolo per le navi. Questo spiegherebbe il motivo per cui nel medioevo europeo tale termine venisse utilizzato per identificare i rischi economici derivanti da perdite nell'ambito del commercio marittimo.

Nel 1662 gli studiosi di matematica del monastero di Port-Royal situato a Parigi per primi codificarono il moderno concetto di rischio scrivendo: ⁽²⁾ "La paura del danno dovrebbe essere non solo meramente proporzionale alla gravità delle conseguenze ma anche alla probabilità associata al verificarsi dell'evento".

Il sociologo tedesco Niklas Luhmann (1927 - 1998) afferma che il termine

1. Bernstein, 1998, "Against the Gods - The Remarkable Story Of Risk", Bernstein, Peter L., John Wiley and Sons, Inc., 1998.

2. Arnauld, 1662, "Logic, or the art of thinking (La logique, ou l'art de penser)", Antoine Arnauld e Pierre Nicole. Port Royal Monastery, Paris, France, 1662. (Una ristampa del 1992 è disponibile all'indirizzo web <http://gallica2.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k25788r.image.f1.langFR>).



"rischio" è un neologismo di origine recente apparso con la transizione dalla società tradizionale a quella moderna.

Luhmann, avvicinando il concetto di rischio medioevale al concetto di rischio moderno, cerca di spiegarne l'attuale significato commentandone la transizione: *"Perhaps, this was simply a loss of plausibility of the old rhetorics of "fortuna" as an allegorical figure of religious content and of prudentia as a (noble) virtue in the emerging commercial society"*.

Nell'accezione moderna, rimasta sostanzialmente immutata negli ultimi 350 anni, il rischio è definito come prodotto della probabilità di un pericolo che determina un evento avverso e della misura delle conseguenze a seguito del verificarsi di tale evento. Esso viene matematicamente rappresentato dalla seguente espressione:

$$R = M \times P$$

dove

'R' rappresenta la misura del rischio, 'M' la misura delle conseguenze attese determinate dal verificarsi di un evento (negativo) e 'P' la misura della probabilità associata a tale evento.

Data la relazione sopra introdotta, pur tenendo conto che in talune situazioni essa può risultare di difficile applicazione (per la complessità degli eventi considerati), si può affermare che il "Rischio" è sempre misurabile ancorché i fattori alla base della sua determinazione (probabilità e conseguenze) possono essere, in una certa misura, affetti da "incertezza".

Ciò significa che i concetti di "Rischio" e di "Incertezza" non possono essere considerati equivalenti, come affermato dal matematico statunitense Frank Hyneman Knight (1885 - 1972) che nella sua opera "Risk, Uncertainty, and Profit" (1921) sottolinea:

"Uncertainty must be taken in a sense radically distinct from the familiar notion of Risk, from which it has never been properly separated. The term "risk," as loosely used in everyday speech and in economic discussion, really covers two things which, functionally at least, in their causal relations to the phenomena of economic organization, are categorically different. ... The essential fact is that "risk" means in some cases a quantity susceptible of measurement, while at other times it is something distinctly not of this character; and there are far-reaching and crucial differences in the bearings of the phenomenon depending on which of the two is really present and operating. ... It will appear that a measurable uncertainty, or "risk" proper, as we shall use the term, is so far different from an

unmeasurable one that it is not in effect an uncertainty at all. We ... accordingly restrict the term "uncertainty" to cases of the non-quantitative type".

E' possibile affermare che uno dei primi usi della teoria moderna dell'analisi del rischio, come definito nella relazione generale sopra esposta, sia avvenuto nell'ambito della pianificazione dei "Delta Works", un insieme di dighe e chiuse realizzate negli anni dal 1958 al 1997 sulla base di un progetto per la messa in sicurezza dei territori olandesi dalle inondazioni.

A tale programma partecipò il matematico olandese David van Dantzig (1900 - 1959), esperto di probabilità. E' interessante notare che, in modo assolutamente inedito, nell'ambito di tale attività furono stabiliti per legge (nel provvedimento conosciuto a livello internazionale come "Delta Law" (3)) alcuni criteri di accettabilità del rischio con soglie di ammissibilità ben definite.

Attualmente il medesimo approccio al rischio (misura e gestione), per quei tempi pionieristico, è divenuto prassi comune negli ambiti industriale, nucleare ed aerospaziale e si sta estendendo anche ad altri campi (analisi dei rischi per la salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro, analisi del rischio di incendio, analisi del rischio per gli aspetti connessi con la security, la sicurezza delle informazioni, la sicurezza degli alimenti ecc.).

Nell'ambito della sicurezza si riportano le due definizioni generali del concetto di rischio maggiormente impiegate, derivate dal campo del rischio industriale e da quello dei rischi per la salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro ed elaborate rispettivamente dall'American Institute of Chemical Engineers (AIChE) e dall'UK Health and Safety Executive (HSE):

"Risk is a measure of human injury, environmental damage or economic loss in terms of both the incident likelihood and the magnitude of the loss or injury" (4);

"The likelihood of a specified undesired event occurring within a specified period or in specified circumstances" (5).

2.2 L'analisi del rischio di incendio

L'analisi del rischio di incendio (secondo l'accezione del termine inglese "fire risk assessment") è un processo codificato, disciplinato e strutturato che con-

3. Oggi sostituito dalla "Water Law", provvedimento normativo del maggio 2009.

4. "Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis", seconda edizione, Center for Chemical Process Safety (CCPS), New York, 2000.

5. "The safety report assessment manual", HSE, 2007.



sente in primo luogo la stima (quale funzione delle conseguenze attese e delle probabilità di occorrenza) e successivamente la valutazione del livello di rischio connesso con determinati eventi incidentali (scenari di incendio), effettuata sulla base di un criterio di accettabilità predefinito e condiviso.

L'analisi del rischio di incendio rappresenta uno degli strumenti principali (ed inalienabili) per la determinazione dei requisiti di tipo tecnico da porsi alla base di un successivo processo di individuazione della strategia antincendio (intesa come eliminazione, controllo e mitigazione dei pericoli) attuata per ridurre la probabilità di occorrenza o la magnitudo delle conseguenze attese, al fine di traguardare una misura del rischio ammissibile.

Indipendentemente dalla metodologia (o dalla combinazione di metodologie) selezionata per attuarlo, il processo deve essere costituito almeno dalle seguenti attività:

- definizione dello scopo e dei limiti di applicazione dell'analisi;
- definizione del criterio di accettabilità del rischio ed individuazione di eventuali soglie di ammissibilità per tipologia di vulnerabilità (es. occupanti, ambiente, proprietà, attività ecc.) piuttosto che secondo misure di soglia di riferimento (es. frequenza massima di occorrenza, valori fisico-chimici massimi ammissibili da impiegarsi nell'analisi deterministica delle conseguenze attese ecc.);
- identificazione dei pericoli di incendio che possono determinare sequenze incidentali (scenari di incendio);
- sviluppo degli scenari di incendio rientranti nello scopo dell'analisi (individuati in precedenza sulla base dei pericoli di incendio identificati);
- selezione degli scenari di incendio e definizione di un insieme di scenari di riferimento da utilizzare nel corso di un successivo approfondimento (tale attività, come descritto nel capitolo 6, è uno dei passaggi maggiormente critici nell'ambito della esecuzione di una analisi del rischio di incendio poiché, come indicato da Yung, gli eventi occorrenti nel mondo reale hanno una complessità maggiore rispetto a quella degli scenari ipotizzati e studiati attraverso le metodologie di valutazione ⁽⁶⁾);

6. "In real-world fires, fire scenarios are much more complex and the possible number of fire scenarios can be many. The number of fire scenarios depends on the number of permutations that can be constructed based on all the fire protection measures that are in place and all the fire events that are anticipated. The proper construction of fire scenarios and the proper analysis of the consequence of the fire scenarios, however, are the key to a credible fire risk assessment.", passaggio tratto da D. Yung "Principles of Fire Risk Assessment in Buildings", 2008 John Wiley & Sons L.t.d.



- raccolta dei dati necessari per l'effettuazione di una analisi delle frequenze di occorrenza e delle conseguenze attese connesse con gli scenari di incendio selezionati;
- analisi degli scenari (stima della frequenza di occorrenza e delle conseguenze attese per le categorie di vulnerabilità individuate);
- calcolo (misura) del rischio associato a ciascuno scenario selezionato;
- valutazione dell'incertezza associata all'analisi condotta;
- comparazione, per ciascuno scenario di incendio, della misura del rischio con il criterio di accettabilità predefinito;
- documentazione dell'analisi condotta (scopo, obiettivi, limitazioni, criteri ed assunzioni, risultanze, condizioni di impiego).

2.3 Obiettivi

Obiettivo primario dell'analisi di rischio di incendio è quello di ottenere le informazioni atte ad una selezione e successiva progettazione della migliore strategia antincendio rispetto agli scenari di incendio individuati come rappresentativi, credibili ed opportunamente conservativi. L'analisi, indipendentemente dal metodo selezionato per la sua conduzione, non può prescindere da una completa conoscenza del sistema da esaminare e dei pericoli di incendio ad esso associati.

Gli obiettivi specifici dell'analisi devono essere formalmente e chiaramente dichiarati (oltre che, in taluni casi, autorizzati e condivisi). Esempi di obiettivi specifici possono essere:

- conformità a requisiti di legge o ad altre disposizioni (ad esempio di tipo assicurativo piuttosto che relative ad impegni societari) inerenti il livello di accettabilità del rischio;
- riduzione delle conseguenze attese per una specifica vulnerabilità;
- riduzione della frequenza di occorrenza connessa con determinati scenari di incendio;
- miglioramento della strategia antincendio in essere;
- valutazione costi-benefici attesi associati a differenti strategie di prevenzione e protezione antincendio alternative;
- individuazione dei rischi connessi con una modifica architettonica, tecnologica od organizzativa (es. riduzione del numero degli addetti di una squadra di emergenza), anche avente carattere temporaneo;
- minimizzazione dei tempi di inattività a seguito di incidente;
- preservazione di beni storico-artistici;

- verifica, riesame e miglioramento delle procedure per la gestione delle emergenze da incendio;
- definizione di specifiche procedure ed istruzioni operative per casi d'uso particolari di un edificio;
- comunicazione del livello di rischio ad autorità, stakeholder, terzi interessati;
- individuazione dei criteri per la definizione delle priorità di intervento e del piano di miglioramento (ad esempio nell'ambito della attivazione di un sistema di gestione della sicurezza).

L'analisi del rischio è, in via definitiva, uno strumento utile a supportare le decisioni nel miglior modo possibile ⁽⁷⁾.

2.4 Gestione del rischio nel tempo

La misura del livello di rischio di incendio risultante dall'analisi del rischio non è un valore immutabile nel tempo: in generale essa è un valore da ritenersi valido a meno di significative variazioni nel sistema, nelle modalità di esercizio dello stesso e nelle attività di controllo. Tali variazioni possono determinare modificazioni anche consistenti nella stima e nella verifica di ammissibilità effettuate.

In questo senso gestire il rischio di incendio nel tempo (anche in considerazione dei recentemente auspicati approcci sistemici alla sicurezza ed alla sicurezza antincendio) significa prendere atto dei risultati dell'analisi condotta e definire le azioni e gli accorgimenti da porsi in atto nel tempo rispetto ai pericoli, agli scenari identificati, alle vulnerabilità e alle conseguenze attese, al fine di garantire il mantenimento di un livello di rischio accettabile e garantire al contempo un non aggravio rispetto alla valutazione inizialmente effettuata.

Così come l'analisi di rischio deve essere gestita nel tempo, così devono esserlo tutti gli elementi, gli studi, le decisioni e le valutazioni successivi fondati su di essa, tra cui, in primis, la strategia antincendio.

La strategia antincendio non può limitarsi infatti a definire le misure di mitigazione della probabilità di occorrenza (strategia di prevenzione) e le misure di mitigazione delle conseguenze (strategia di protezione): essa deve anche preve-

7. "Finally, you should recognize that risk analysis cannot guarantee that the action you choose to follow – even if skillfully chosen to suit your personal preferences – is the best action viewed from the perspective of hindsight. Hindsight implies perfect information, which you never have at the time the decision is made. You can be guaranteed, however, that you have chosen the best personal strategy given the information that is available to you. That is not a bad guarantee.", Palisade Corporation, USA, 1996.

dere nel tempo il riesame periodico del livello di rischio ed includere tutti gli intenti (e le azioni conseguenti) che, sulla base di una politica prefissata, possano garantire il mantenimento di un livello di rischio di incendio ritenuto ammissibile.

Gestire il rischio di incendio significa altresì disporre, commisuratamente ai rischi individuati:

- di un programma di messa a disposizione delle risorse umane, tecniche, organizzative, strumentali e di controllo dei costi per il supporto alla strategia antincendio;
- di un programma di informazione, formazione ed addestramento periodici;
- di un programma di comunicazione e consultazione;
- di un programma di controllo, ispezione e manutenzione;
- di un programma di auditing.

Specifici benefici derivanti dalla conduzione di una analisi di rischio nell'ambito di un sistema di gestione del rischio includono ⁽⁸⁾:

- la consapevolezza dell'entità dei rischi individuati e la conseguente informata assunzione di responsabilità da parte di tutte le funzioni aziendali coinvolte;
- la disponibilità di un percorso logico di analisi dei rischi che dovrebbe incrementare il grado di confidenza delle decisioni prese in materia di gestione del rischio in quanto determinate in modo razionale e non parzialmente o totalmente arbitrario dalle parti interessate;
- la promozione di una maggiore consistenza nell'intera organizzazione del processo decisionale fondato sui rischi individuati;
- la disponibilità di una prioritizzazione delle azioni di intervento per la riduzione dei rischi ed una migliore allocazione delle risorse (finite);
- la disponibilità di uno strumento di analisi costi-benefici;
- la possibilità di individuare con maggiore facilità i livelli di responsabilità all'interno dell'organizzazione a fronte delle categorie e delle tipologie dei rischi individuati;
- la migliore comprensione della bontà delle azioni intraprese di mitigazione del rischio individuato;
- la possibilità di dimostrare a parti interessate le attività poste in essere a fronte del livello di rischio individuato.

8. "Guidelines for Developing Quantitative Safety Risk Criteria" prima edizione, Center for Chemical Process Safety (CCPS), New York, 2000.

