

# Origini della Fire Safety Engineering e prospettive nella prevenzione incendi odierna

XVI CONVEGNO NAZIONALE AIIA

I Metodi della Fire Safety Engineering alla luce del Codice di Prevenzione Incendi 2015

Milano, 7 Aprile 2016

**Ing. Gabriele Vigne**

*Director, JVVA Fire & Risk*



# Fire Engineering

## Fire Safety

- Sicurezza Antincendio orientata alla sicurezza delle persone durante l'esodo



## Fire Protection

- Sicurezza Antincendio orientata al rilevamento, spegnimento e mitigazione dell'incendio

Al giorno d'oggi parlare di Fire Engineering, Fire Safety o Fire Protection è praticamente la stessa cosa.

Però non parlare ad un americano di Fire Safety o a uno Svedese di Fire Protection



# Cos'è la Fire Engineering?

L'uso della Scienza, dell'Ingegneria, dell'Analisi e del **buon senso** per fornire ad ogni edificio un'adeguata sicurezza Antincendio

- Identificando i possibili rischi e scenari d'incendio
- Fissando criteri di efficacia
- Definendo alternative
- Realizzando le opportune analisi

Basandosi sulla conoscenza del fuoco e sull'interazione del fuoco con le **persone** e **l'ambiente**



# Dall'inizio ai giorni nostri



# Il grande incendio di **Roma**

L'incendio scoppiò la notte tra il 18 e il 19 luglio del **64 d.c.**

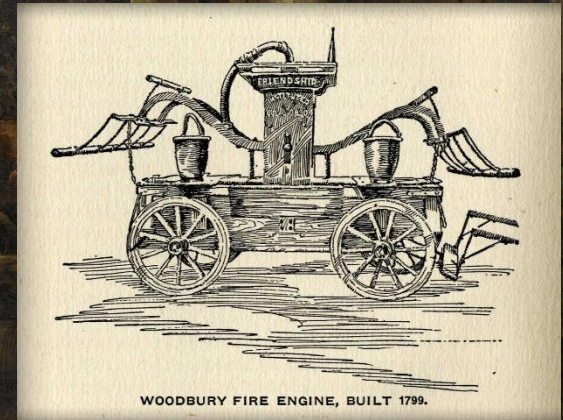
- Distrusse quasi tutta Roma
- Si propagò in quasi tutta la città
- Durò fino al 27 di Luglio

Sembra che Nerone fu tra i primi nell'imporre misure antincendio nella ricostruzione della città quali **Materiali resistenti al fuoco** per la costruzione dei muri esterni della città

# Il grande incendio di **Londra**

Ci vollero circa 1600 anni per ritornare sull'argomento...

- Il grande Incendio di Londra del **1666** distrusse circa l'80% della città
- La città di Londra adotta il **primo codice edilizio**, imponendo l'uso di pietre e mattoni nella costruzione delle case, oltre che garantire una separazione minima tra di esse
- Si iniziò ad investigare la fattibilità di apparati per il pompaggio manuale dell'acqua



# La rivoluzione Industriale

Nel 18° secolo in **Gran Bretagna** e nel 19° secolo in **USA** iniziò una fase nuova nella protezione antincendio.

- Gli incendi continuavano ma iniziarono a diminuire
- Le costruzioni fino a quel momento combustibili furono sostituite con murature, cemento e acciaio
- Si istituirono Servizi Pubblici Antincendio
- Si installarono le prime cisterne con tubature sotterranee e idranti

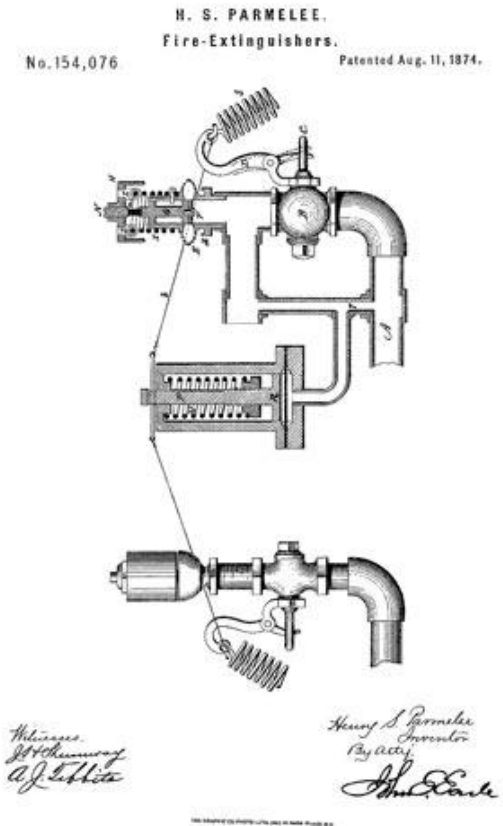
Allo stesso tempo nuovi processi industriali, nuovi materiali e nuove forme di stoccaggio **augmentarono i rischi e le pericolosità degli incendi**

# Il primo impianto **Sprinkler**

A metà del 19<sup>o</sup> secolo, vi furono numerosi incendi in fabbriche di carta e tessuti in **New England (USA)** spesso causati da detriti di stoffe e carta

- Gli incendi si propagavano così velocemente che non erano controllabili dai sistemi manuali odierni.
- La prima soluzione fu quella di installare tubature perforate a livello del soffitto.
- Ulteriori sviluppi portarono al primo brevetto riguardante l'impianto di spegnimento automatico Sprinkler ad opera di **Henry S. Parmelee nel 1874**

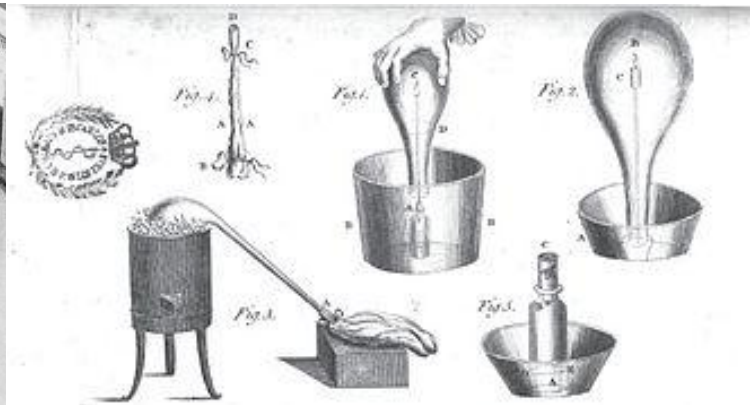
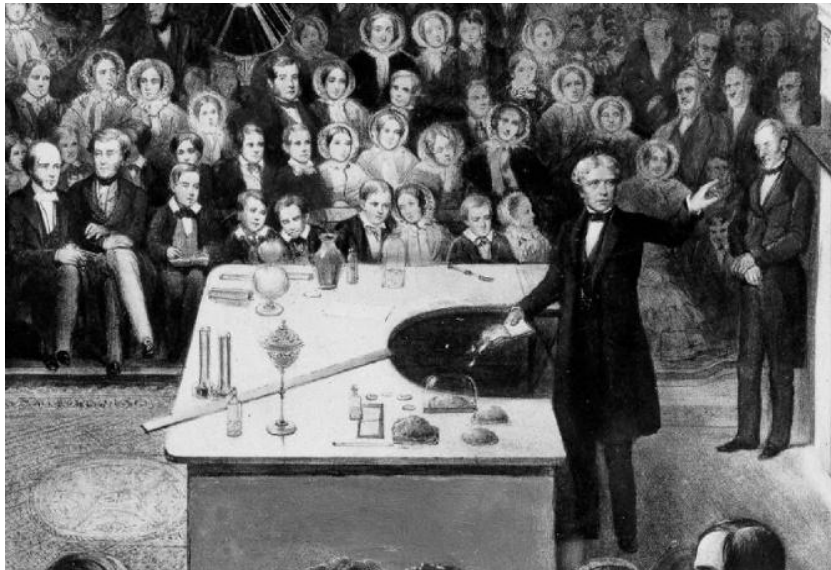
L'evoluzione della Fire Protection Engineering portò all'attenzione **l'industria Assicurativa** che ebbe un ruolo determinante nel suo sviluppo





# ...nel frattempo nel mondo **accademico**

Nel **1840**, il famoso scienziato **Michael Faraday** nel suo discorso di Natale presso il Royal Institution of Great Britain ha presentato una delle prime dimostrazioni dell'iterazione degli elementi nella dinamica del fuoco.



# ...nel frattempo nel mondo **accademico**

**Claude Navier** e **Sir George Stokes**, nel XIX secolo, hanno stabilito le equazioni generali del moto dei fluidi (chiamate **equazioni di Navier-Stokes**)

- Equazione di conservazione della **massa**
- Equazione della **quantità di moto**
- Equazione di conservazione dell'**energia**

$$\begin{aligned} r: & \rho \left( \frac{\partial u_r}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_r}{\partial r} + \frac{u_\phi}{r \sin(\theta)} \frac{\partial u_r}{\partial \phi} + \frac{u_\theta}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \theta} - \frac{u_\phi^2 + u_\theta^2}{r} \right) = -\frac{\partial p}{\partial r} + \rho g_r + \\ & \mu \left[ \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial u_r}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin(\theta)^2} \frac{\partial^2 u_r}{\partial \phi^2} + \frac{1}{r^2 \sin(\theta)} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin(\theta) \frac{\partial u_r}{\partial \theta} \right) - 2 \frac{u_r}{r} + \frac{\partial u_\theta}{\partial \theta} + u_\theta \cot(\theta) - \frac{2}{r^2 \sin(\theta)} \frac{\partial u_\phi}{\partial \phi} \right] \\ \phi: & \rho \left( \frac{\partial u_\phi}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_\phi}{\partial r} + \frac{u_\phi}{r \sin(\theta)} \frac{\partial u_\phi}{\partial \phi} + \frac{u_\theta}{r} \frac{\partial u_\phi}{\partial \theta} + \frac{u_r u_\phi + u_\phi u_\theta \cot(\theta)}{r} \right) = -\frac{1}{r \sin(\theta)} \frac{\partial p}{\partial \phi} + \rho g_\phi + \\ & \mu \left[ \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial u_\phi}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin(\theta)^2} \frac{\partial^2 u_\phi}{\partial \phi^2} + \frac{1}{r^2 \sin(\theta)} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin(\theta) \frac{\partial u_\phi}{\partial \theta} \right) + \frac{2 \sin(\theta) \frac{\partial u_r}{\partial \phi} + 2 \cos(\theta) \frac{\partial u_\theta}{\partial \phi} - u_\phi}{r^2 \sin(\theta)^2} \right] \\ \theta: & \rho \left( \frac{\partial u_\theta}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_\theta}{\partial r} + \frac{u_\phi}{r \sin(\theta)} \frac{\partial u_\theta}{\partial \phi} + \frac{u_\theta}{r} \frac{\partial u_\theta}{\partial \theta} + \frac{u_r u_\theta - u_\phi^2 \cot(\theta)}{r} \right) = -\frac{1}{r} \frac{\partial p}{\partial \theta} + \rho g_\theta + \\ & \mu \left[ \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial u_\theta}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin(\theta)^2} \frac{\partial^2 u_\theta}{\partial \phi^2} + \frac{1}{r^2 \sin(\theta)} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin(\theta) \frac{\partial u_\theta}{\partial \theta} \right) + \frac{2}{r^2} \frac{\partial u_r}{\partial \theta} - \frac{u_\theta + 2 \cos(\theta) \frac{\partial u_\phi}{\partial \phi}}{r^2 \sin(\theta)^2} \right]. \end{aligned}$$

# ...nel frattempo nel mondo **accademico**

- Nel 1946, motivato dagli effetti devastanti della seconda guerra mondiale, gli istituti **UK Fire Research** e **l'istituto di ricerca Giapponese** cominciarono ad occuparsi del fuoco.
- Nel 1950, l'Ufficio di Protezione Civile americana spinto dalla guerra fredda finanzia il **Major Fire Research Program**, incentrato specialmente nell'impatto di un attacco nucleare
- **L'università di Harward** sotto la direzione di Howard Emmos sviluppa il primo programma di modellazione «Harward Fire Model».
- Nel 1984 **Gunnar Heskestad** di Factory Mutual introduce il concetto di “origine virtuale” nel plume ideale che fino ad allora si originava in un punto.
- **McCaffrey** e **Thomas** continuano le ricerche sul plume
- Nel 1996, Esce **FAST** (precursore del noto **Fire Dynamics Simulator**)
- Nel 2000, esce la prima validazione di **FDS**



# Esiste la **Fire Protection Engineering**

Si formò un gruppo di organizzazioni provenienti dall'industria assicurativa per stabilire il concetto di **Fire Protection Engineering**, con l'obiettivo di mettere in pratica e promuovere la professione.

- Factory Mutual nel 1835
- National Board of Underwriters Laboratories nel 1866
- National Fire Protection Association nel 1896



Obiettivo principale: Ridurre le perdite di **vite umane** e prevenire la **distruzione delle proprietà** a causa del fuoco



# Nascono i primi programmi **Universitari**

- La prima laurea ufficiale in Fire Protection Engineering risale al 1903 presso l'**Armour Institute of Technology di Chicago** (in seguito Illinois Institute of Technology IIT)
- Negli anni, iniziarono programmi analoghi in altre città americane, in Canada, Nuova Zelanda, Svezia, Australia, Scozia, Hong Kong, Irlanda per arrivare alla diffusione (**povera**) dei nostri giorni.



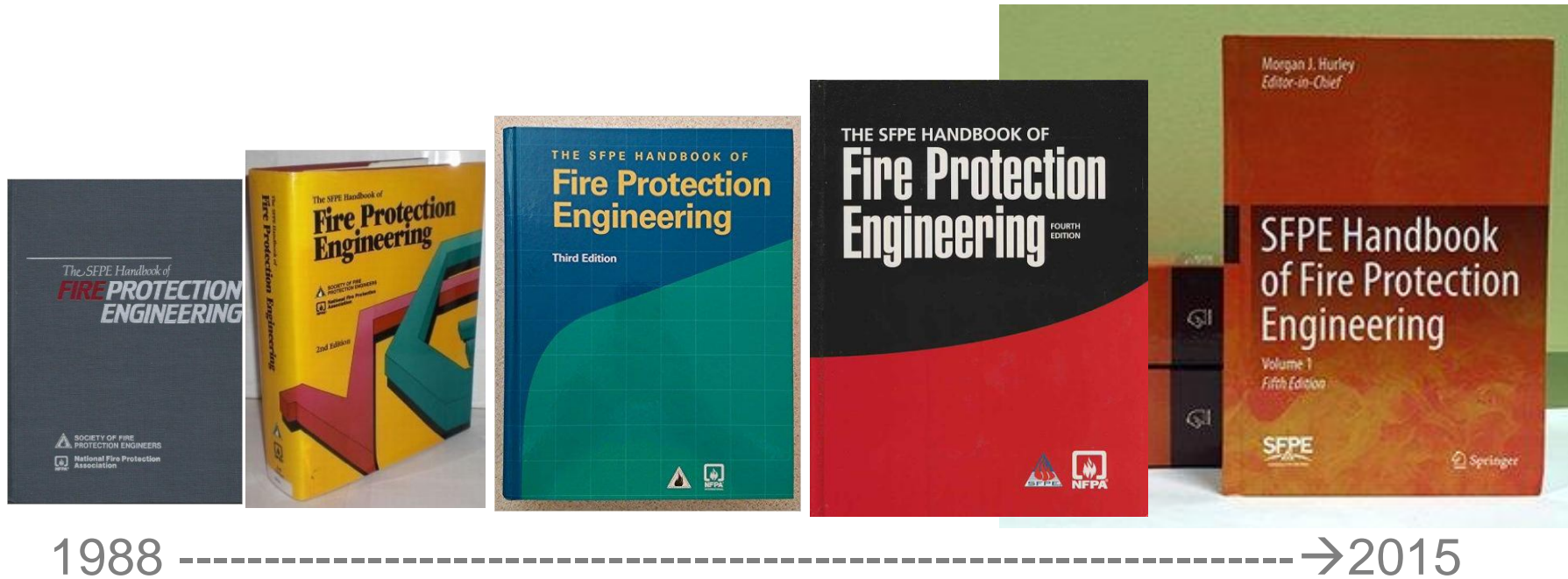
# Esiste la professione

- Negli ultimi anni del 1970 nasce il primo esame di P.E. registrato come Fire Protection Engineer (organizzato dall'SFPE).
- Nel 1985 esce il primo libro di Dougal Drysdale "Introduction to Fire Dynamics" e la professione inizia a porsi nuove sfide quali:
  - Scienza del fuoco
  - Fiammabilità
  - Fiamme diffuse e plume d'incendio
  - Propagazione della fiamma
  - Ignizione
  - Pre e post-flashover
  - Movimento e composizione dei fumi



# Si **consolida** la professione

- Nel 1988 la SFPE (Society of Fire Protection Engineers) pubblica il primo Handbook of Fire Protection Engineering



# L'ultimo Handbook (2015)

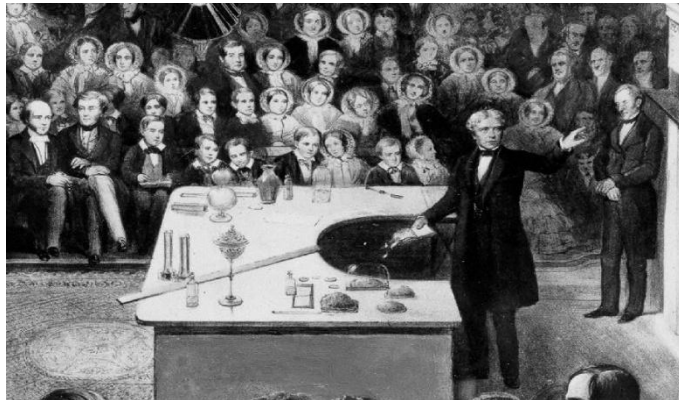
- L'ultima versione dell'SFPE Handbook of Fire Protection Engineering è dedicata a **Phil diNenno**, Editor in chief di tutte le versioni precedenti, mancato nel 2013.
- La figura di Phil di Nenno, fondatore nel 1980 di Hughes Associates, è parte della storia della Fire Protection Engineering a livello mondiale.
- È grazie a lui ed autentici altri visionari dell'epoca (Watts, Walton, Craig, Beyler e Custer) che nacque la prima ed unica Bibbia della Fire Engineering.





# La Fire Safety/Protection Engineering attuale

- I principali settori della Fire Safety/Protection Engineering rimangono quelli di partenza.
- Gli obiettivi sono sempre gli stessi, cambiano i mezzi per raggiungerli.



# Prospettive nella prevenzione incendi odierna

- La normativa prescrittiva da tempo non è sufficiente
- La complessità degli edifici odierni obbliga a una **visione olistica** della sicurezza antincendio
- La normativa è obbligata a muoversi verso un **approccio prestazionale**



- Ma sappiamo davvero cos'è un approccio prestazionale?



# Approccio Prestazionale

- Nei paesi dove la Fire Engineering non è una disciplina accademica spesso si confonde **l'approccio prestazionale** con la **Fire Engineering** stessa

l'approccio prestazionale diventa...



# Arte del bene (**blu**) e del male (**rosso**)



CFD

(Colorful Fluid Dynamics)

(Colors for Dummies)

Navier-Stokes

ASET...

# Arte del **videogioco** moderno

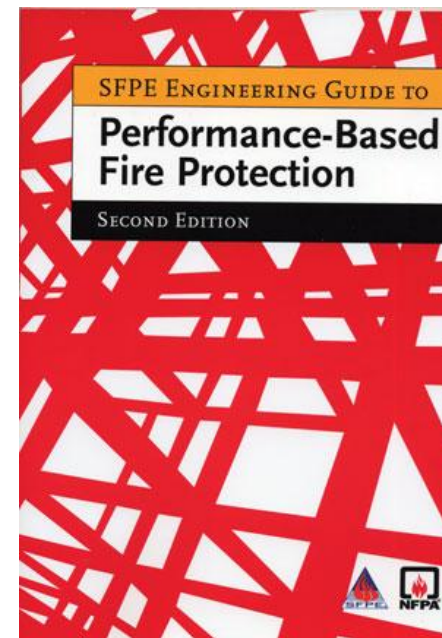
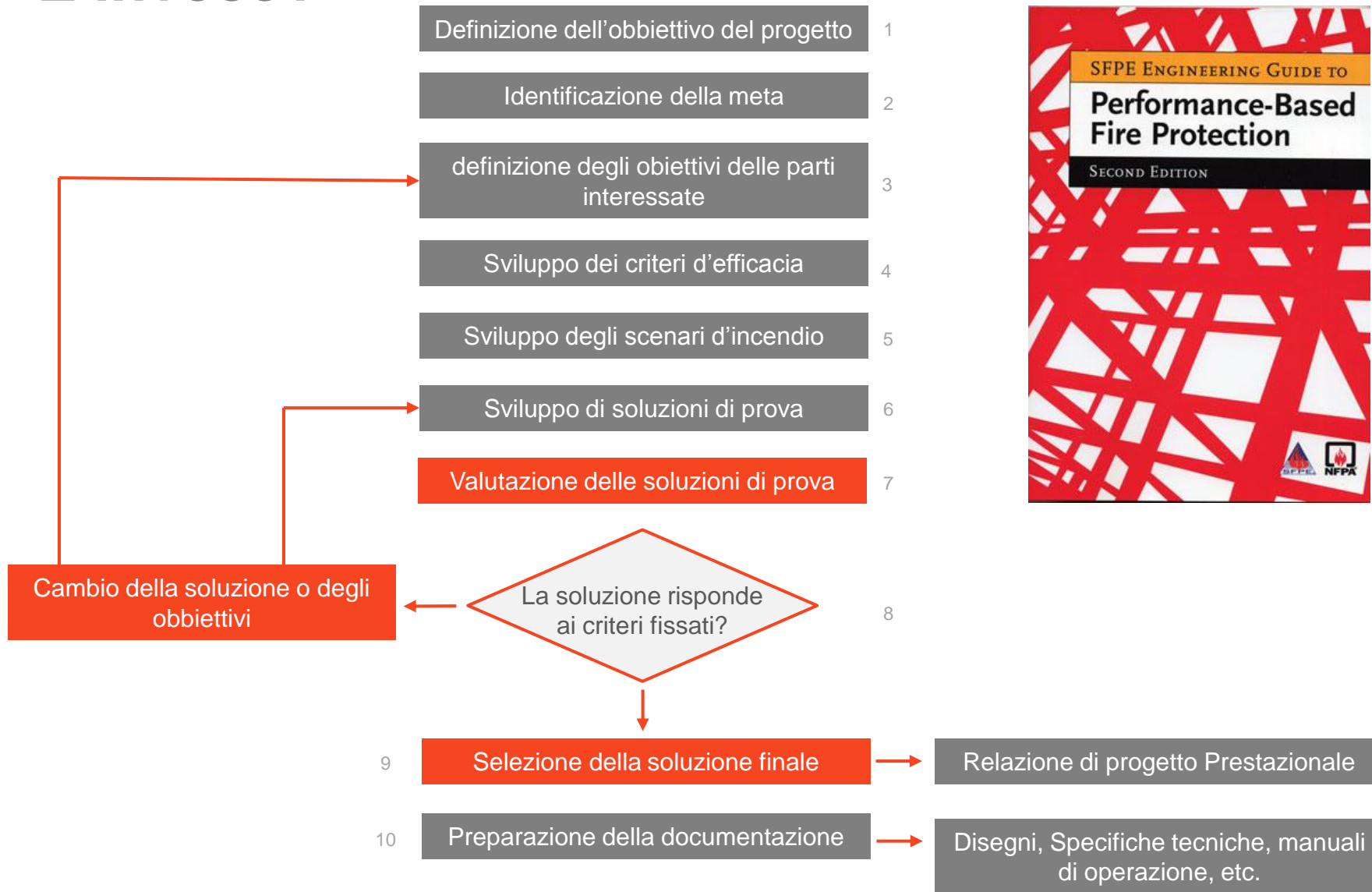


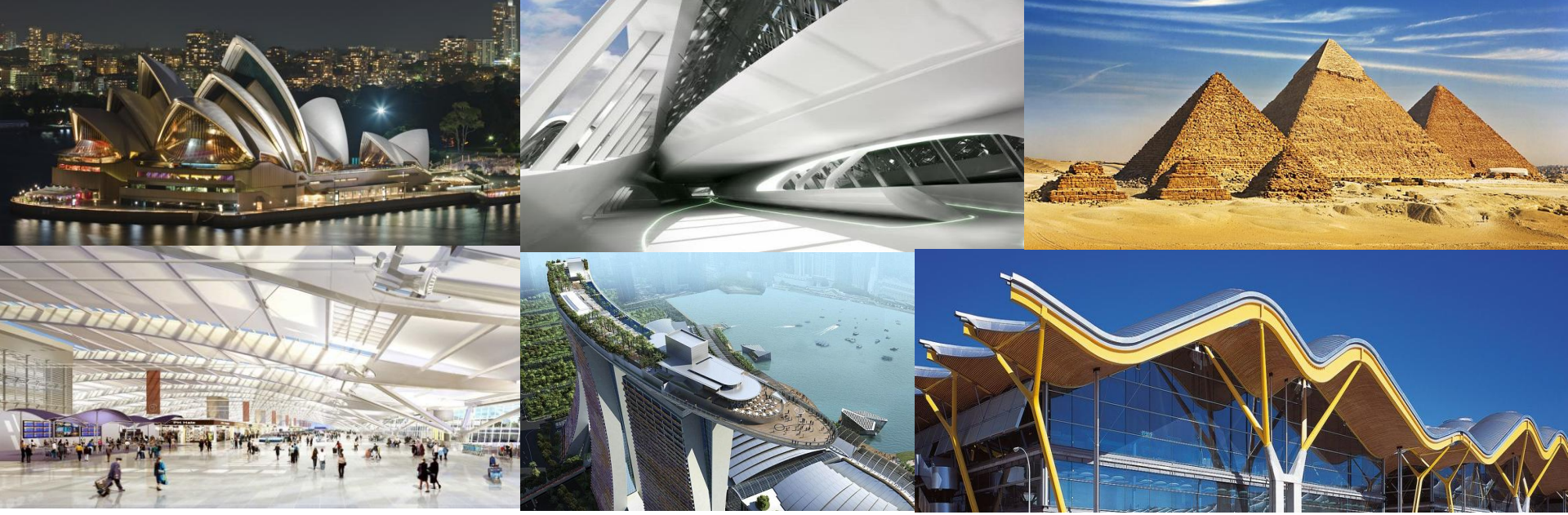
Evacuation modelling  
Human behavior  
Pre-movement  
Bottleneck



RSET...

# E invece?



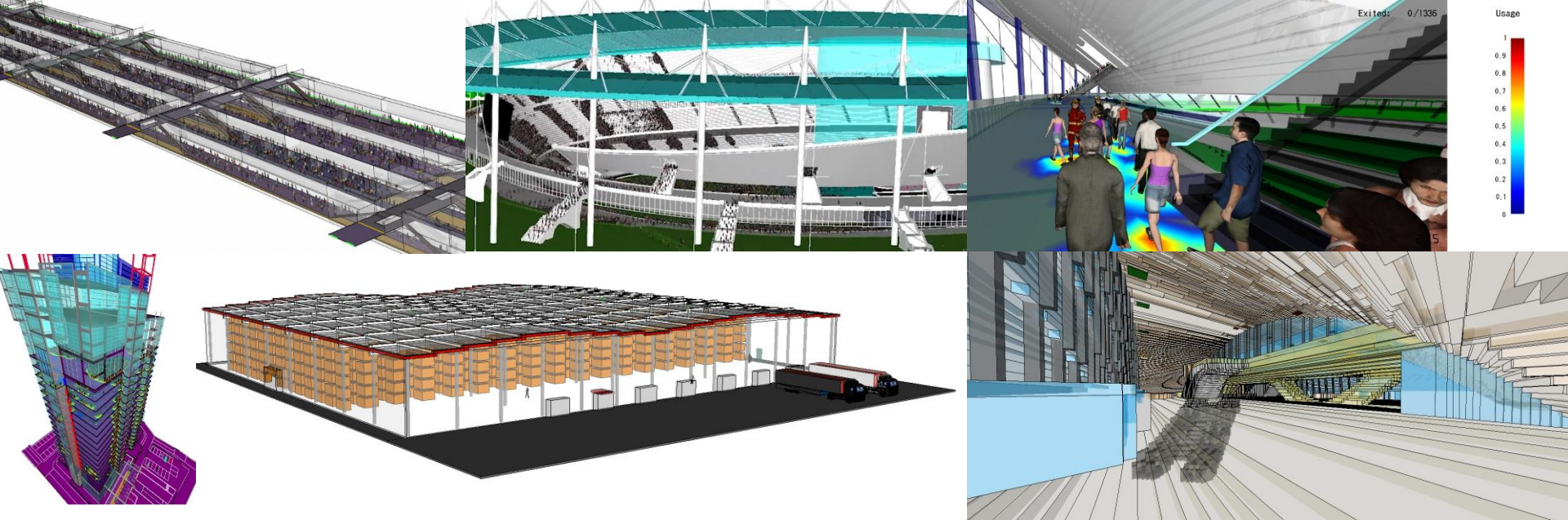


Grazie al **Performance Based Design** si è potuto fare tutto questo



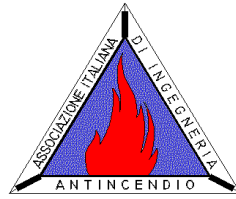
© SkyscraperPage.com





**Anche** usando le **nuove tecnologie** disponibili





# Grazie

XVI CONVEGNO NAZIONALE AIIA

I Metodi della Fire Safety Engineering alla luce del Codice di Prevenzione Incendi 2015

Milano, 7 Aprile 2016

**Ing. Gabriele Vigne**

*Director, JVVA Fire & Risk*

