



Associazione Italiana di Ingegneria Antincendio  
Sezione Italiana della  
Society of Fire Protection Engineers

XVI CONVEGNO NAZIONALE

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

Milano, 07.04.2016

## IL PEER REVIEW COME METODOLOGIA DI CONTROLLO

Alcune applicazioni nella realtà italiana

Sandro Pustorino <sup>[1]</sup>

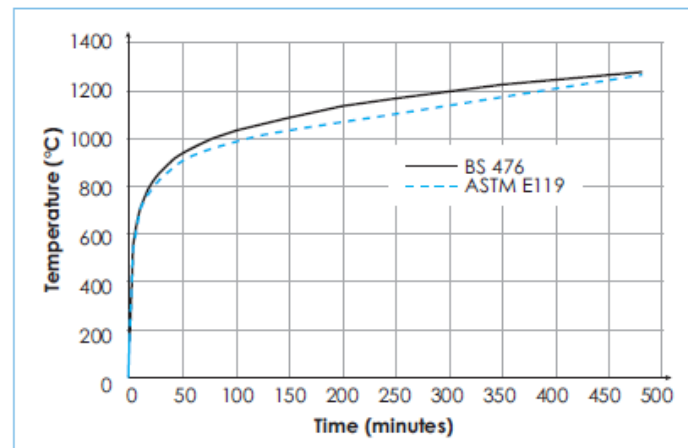


Fig 2.1 Standard temperature time curves

Table 2.1 Minimum periods of fire resistance

Purpose Group		Minimum periods of fire resistance (minutes)					
		Depth of lowest basement		Height of top floor above ground			
		more than 10m	not more than 10m	not more than 5m	not more than 18m	not more than 30m	more than 30m
Residential flats and maisonettes	Unsprinklered	90	60	30	60	90	120
Office	Unsprinklered	90	60	30	60	90	Not permitted
	Sprinklered	60	60	30	30	60	120
Shops and Commercial	Unsprinklered	90	60	60	60	90	Not permitted
	Sprinklered	60	60	30	60	60	120
Assembly and Recreation	Unsprinklered	90	60	60	60	90	Not permitted
	Sprinklered	60	60	30	60	60	120
Industrial	Unsprinklered	120	90	60	90	120	Not permitted
	Sprinklered	90	60	30	60	90	120

# Sicurezza in caso di incendio: resistenza al fuoco nell'approccio prescrittivo



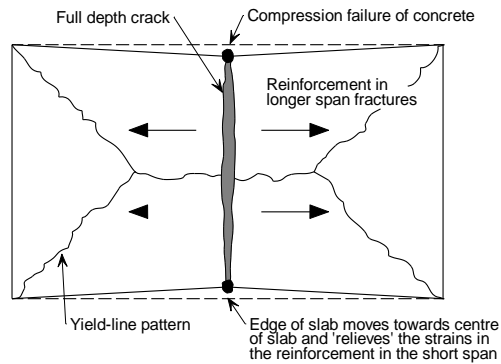
(a) prima della prova



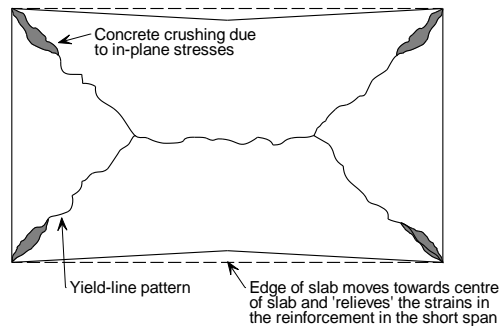
(b) dopo la prova

## APPROCCIO PRESCRITTIVO: VERIFICA SPERIMENTALE

# Sicurezza in caso di incendio: resistenza al fuoco nell'approccio prestazionale



(a) Tensile failure of the reinforcement



(b) Compressive failure of the concrete



CRITERI DI CALCOLO

VERIFICA SPERIMENTALE (1998)





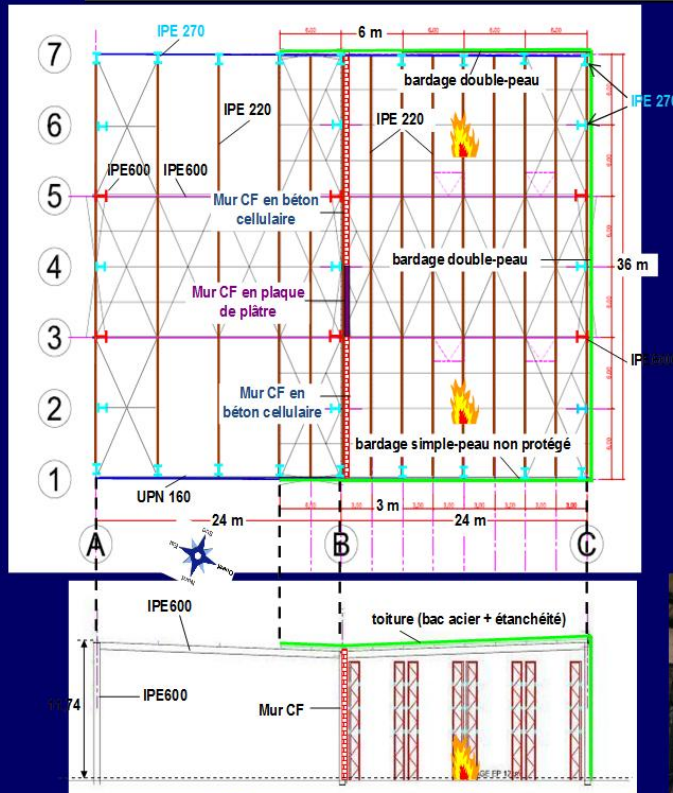
Autorimesse multipiano



Edilizia industriale: approccio prescrittivo



# Test on a warehouse of 860 m<sup>2</sup>



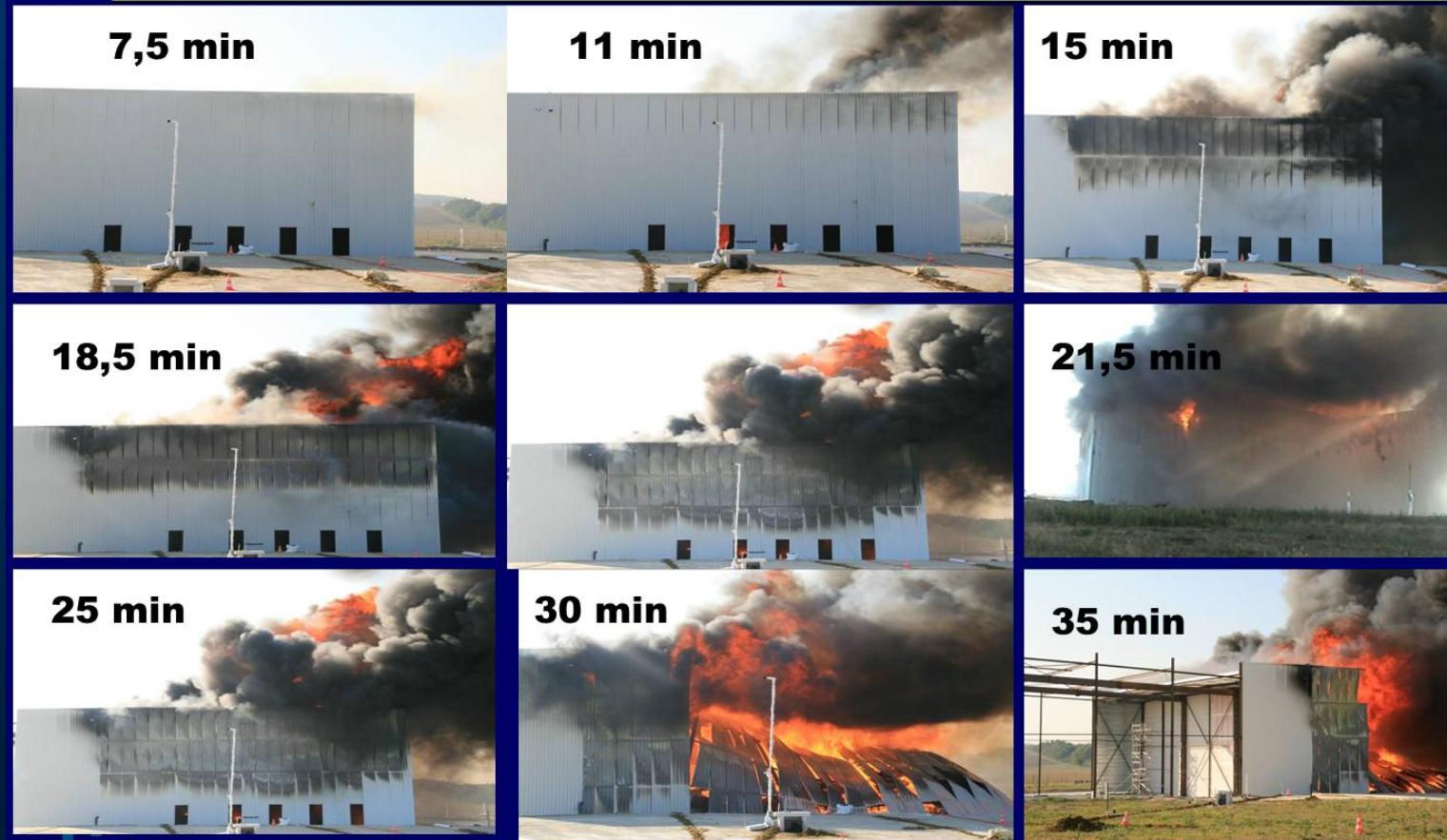
ctim

CNVVF Capannelle - Roma - 25 November 2010

8

Edilizia industriale: applicazione FSE

# Chronology of the fire



ctim

CNVVF Capannelle - Roma - 25 November 2010

9

Edilizia industriale: applicazione FSE





Introduction to the  
fire safety engineering  
of structures

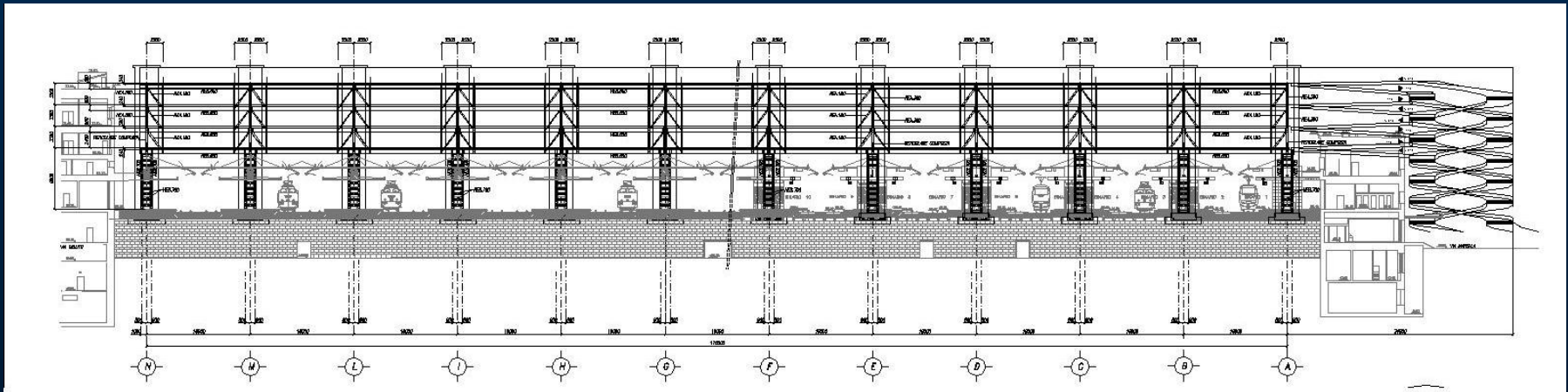
“Fire Safety Engineering is aimed at adopting a rational scientific approach which ensures that fire resistant/protection is provided where it is needed rather than accepting universal provision which may over or under estimate the level of risk”

*Institution of Structural Engineering*

September 2003

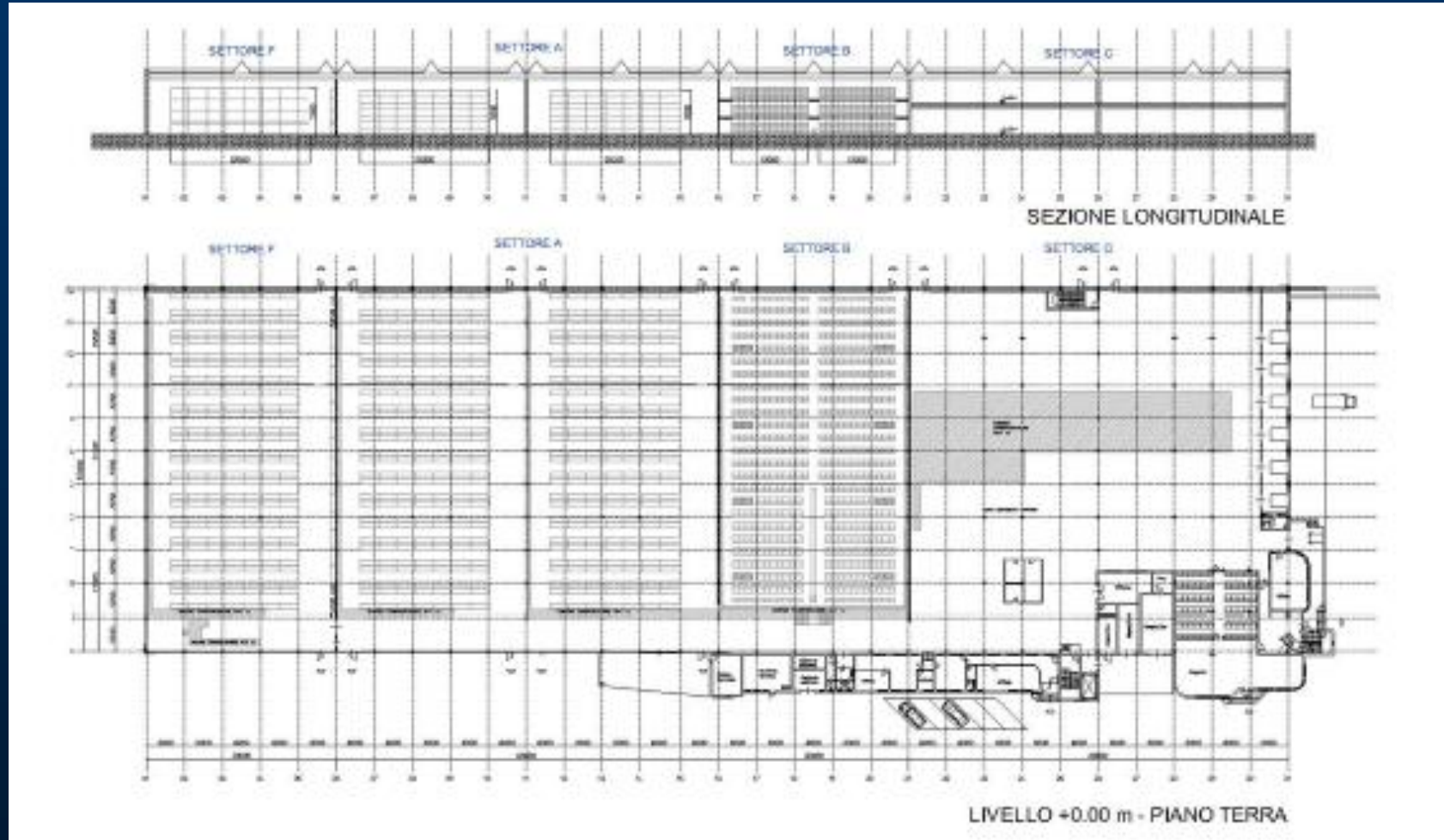


Crossing station in Berlin with overlapping platforms  
(Source: Deutsche Bahn)



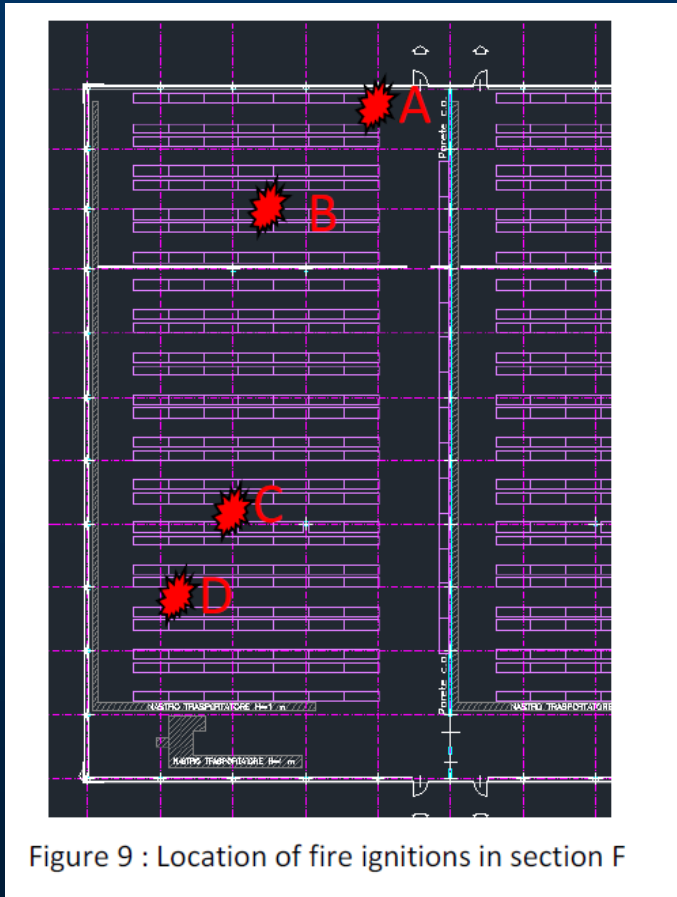
Stazione ferroviaria / Parcheggio multipiano

Prestazione di resistenza al fuoco della struttura portante di capannoni industriali (edificio esistente)





Prestazione di resistenza al fuoco della struttura portante di capannoni industriali (edificio esistente)

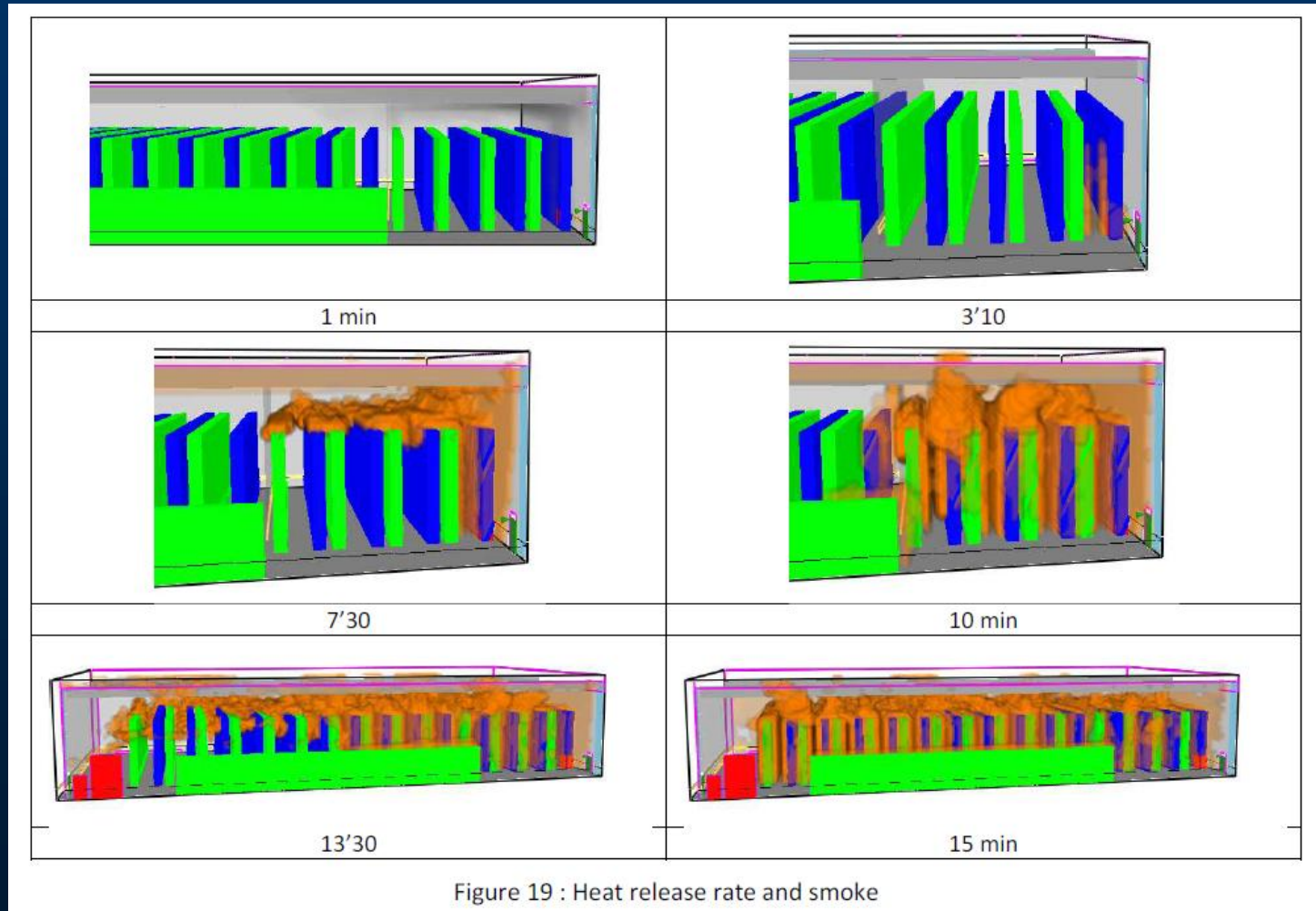


Scenari di incendio di progetto

$$t_{\text{marg}} = \text{ASET} - \text{RSET}$$

Criterio di verifica prestazionale

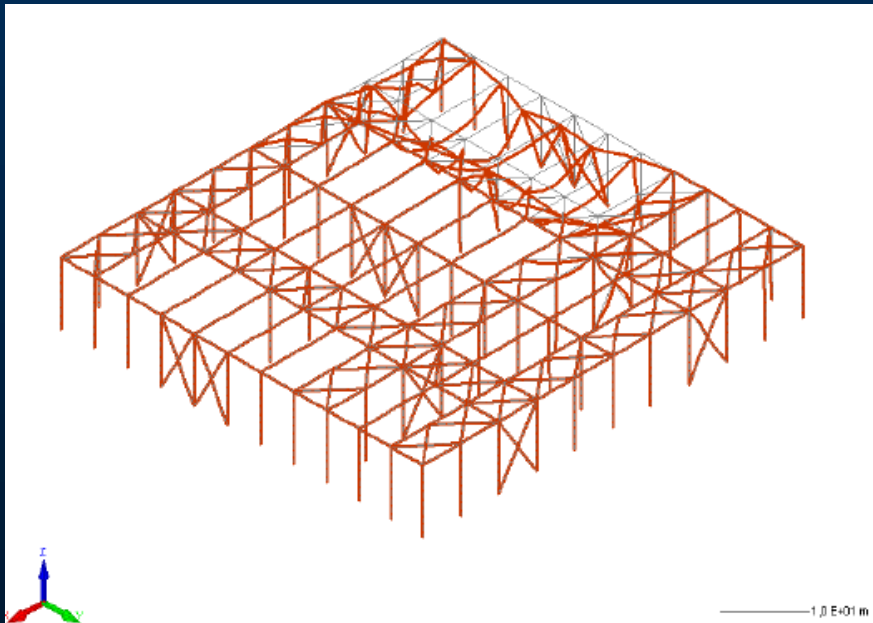
Prestazione di resistenza al fuoco della struttura portante di capannoni industriali (edificio esistente)



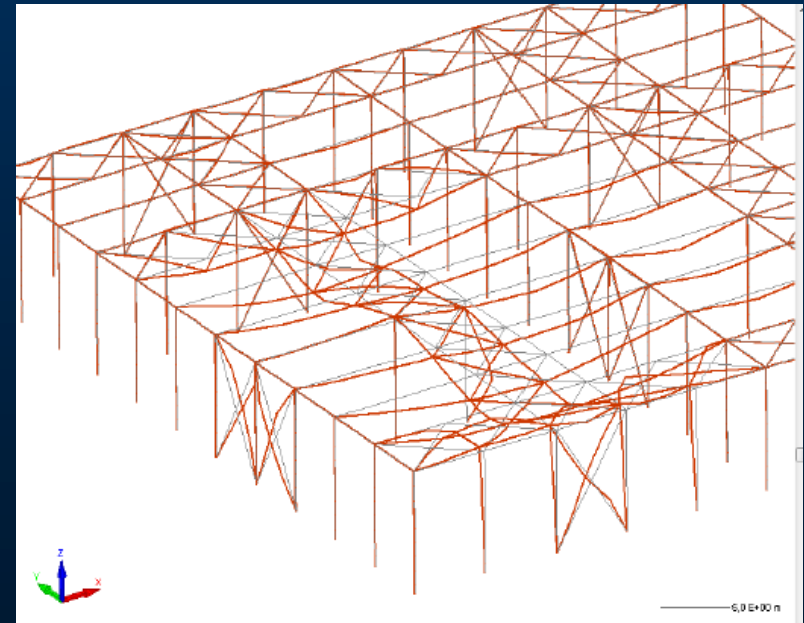
Prestazione di resistenza al fuoco della struttura portante di capannoni industriali (edificio esistente)

Section	Scenario	Evacuation time (min)		Time to reach 60°C (min)	Time to have a visibility below 10 m (min)	Time to reach 2,5 kW/m <sup>2</sup> (min)
		Analytical method	FDS+Evac			
F	A	3	3	8'40 / 13'	8'30 / 13'	8'40 / 13'40
F	B	3	3	7'20 / 13'20	7'20 / 13'20	7'30 / 13'40
F	C	3	3	5'20 / 4'20	3'30 / 4'10	7'20 / 4'20
F	D	3	3	4'30 / 4'	3'30 / 3'50	7'20 / 4'10

RSET



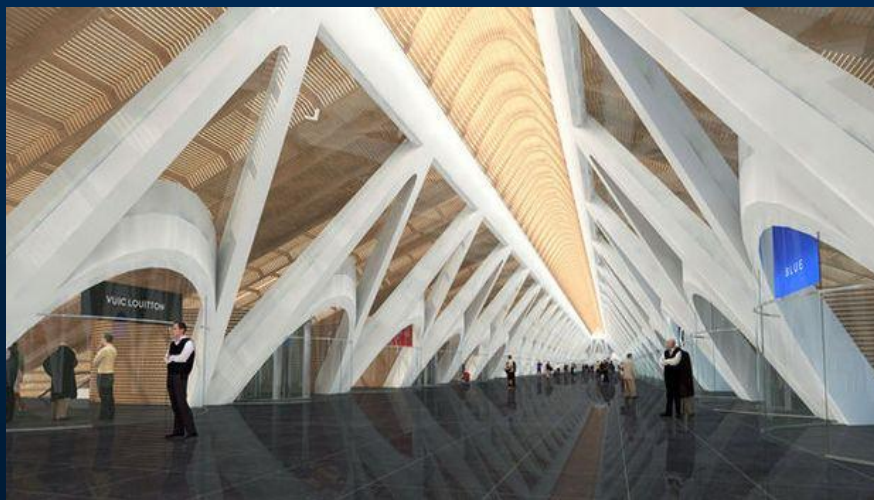
ASET – Scenario



ASET – Scenario



## Requisiti di resistenza al fuoco della struttura portante di una stazione ferroviaria



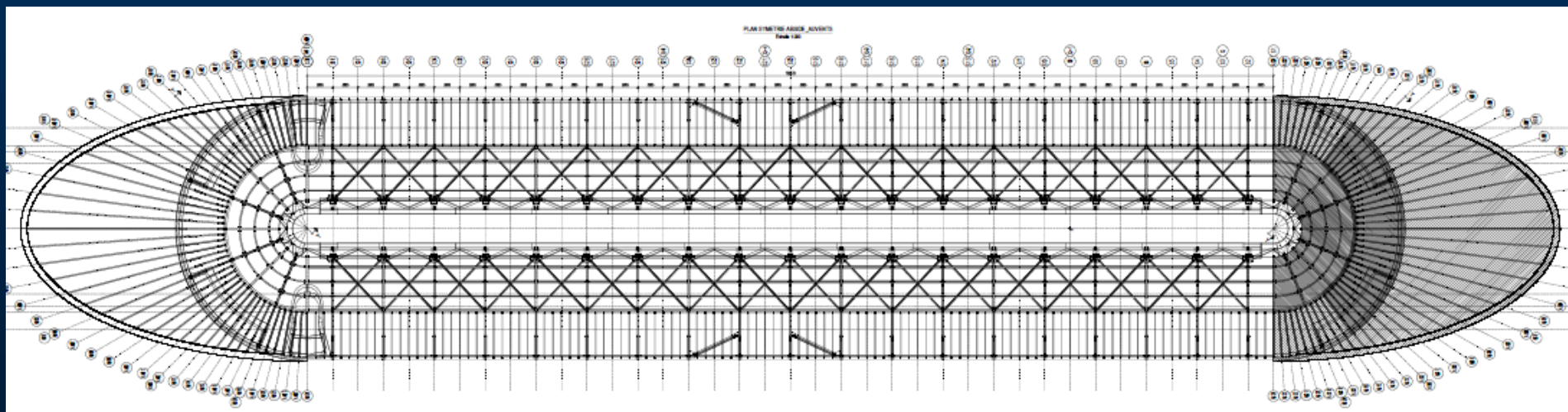
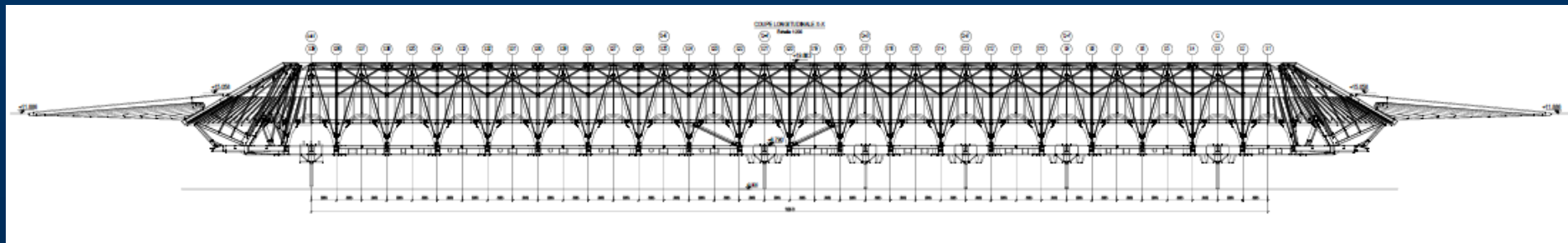
Progetto: stazione ferroviaria di Mons (Belgio)

### RIFERIMENTI PROGETTO

---

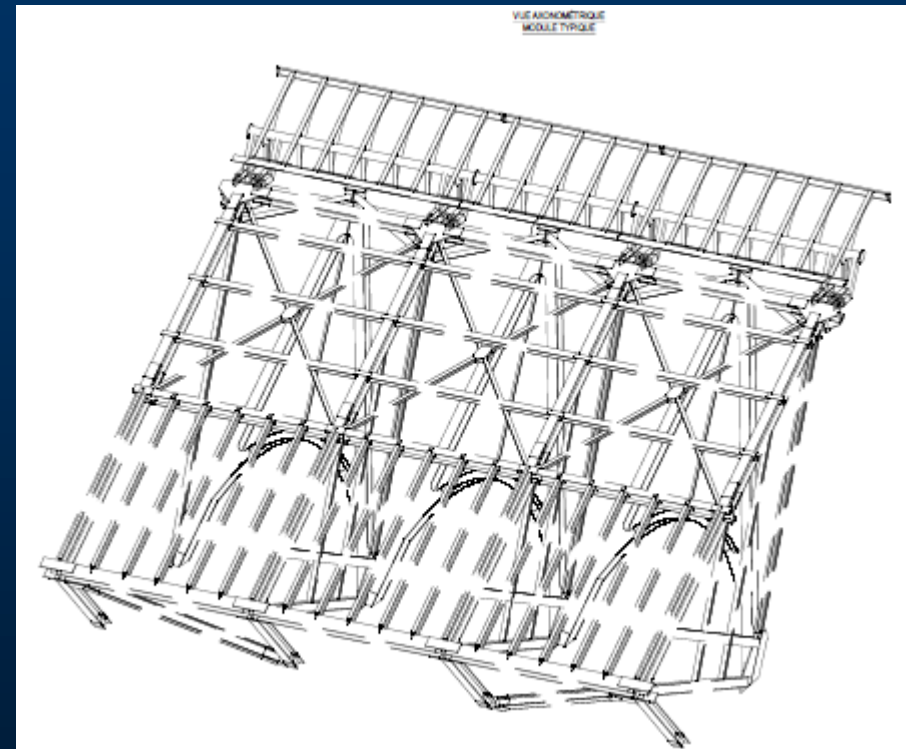
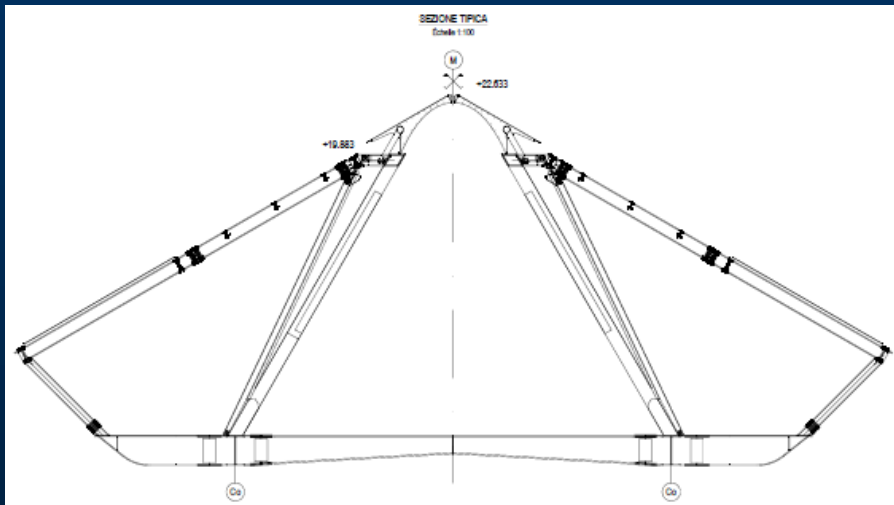
- 1) Committente: EUROGARE (Belgio)
- 2) Costruttore acciaio: CORDIOLI (Italia)  
- strutture: ing. F. Schiavone
- 3) Ver. resistenza al fuoco: SIS (Italia)
- 4) Collaudo: SECO (Belgio)

Requisiti di resistenza al fuoco della struttura portante di una stazione ferroviaria



Strutture di acciaio

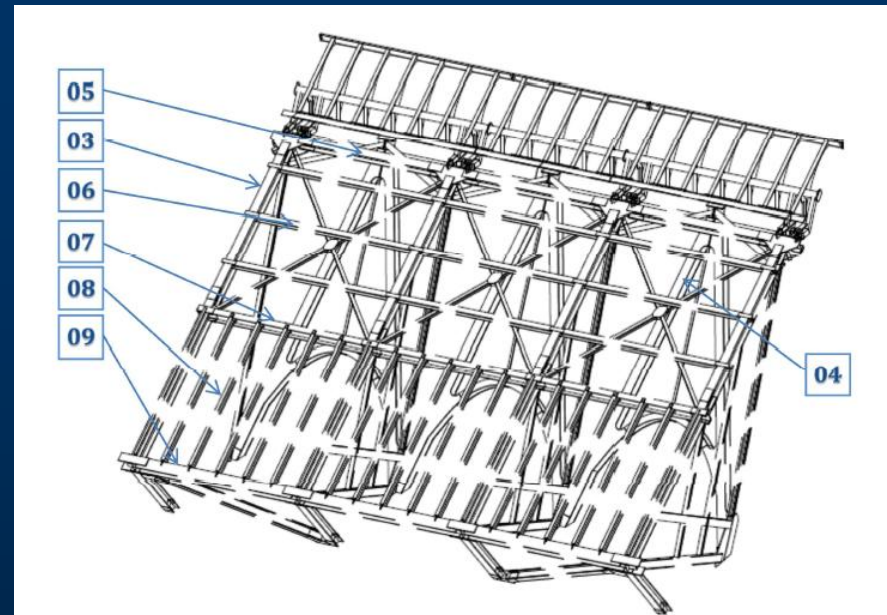
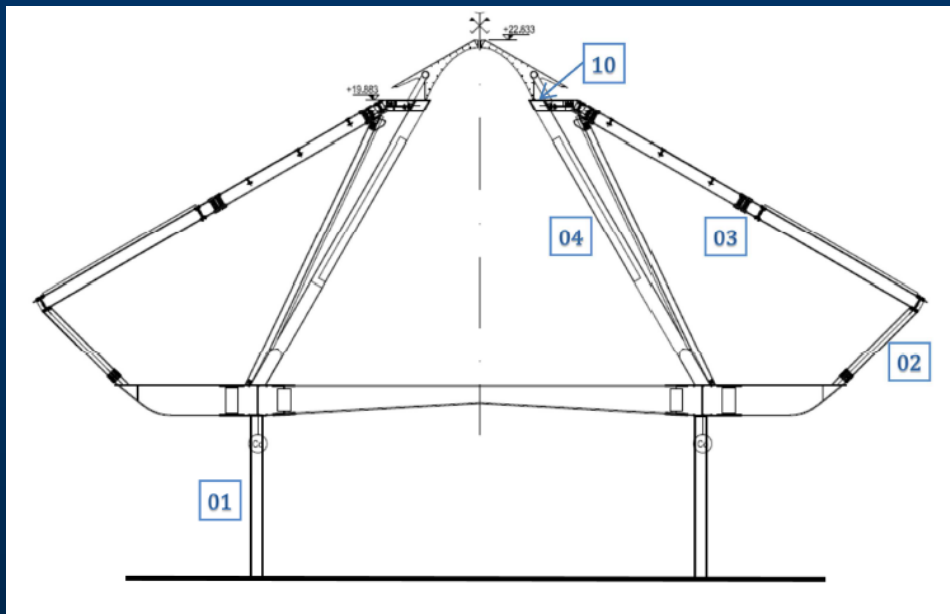
Requisiti di resistenza al fuoco della struttura portante di una stazione ferroviaria



Strutture di acciaio



Requisiti di resistenza al fuoco della struttura portante di una stazione ferroviaria



N° elemento	$T_{cr}$ calcolata (°C)	$T_{cr}$ di progetto (°C)
01a	510	450
01b	605	450
02	752	450
03	564	450
04	559	450
05	507	450
06	665	450
07	682	350
08	574	350
09	641	450
10	637	450

Fase di collaudo: verifica analitica della  $T$  critica di elementi di acciaio

Vie di esodo in un centro commerciale (progetto preliminare): approccio prestazionale



Piano	Attività
3° piano interrato	Autorimesse / depositi / locali tecnici
2° piano interrato	
1° piano interrato	Stazione autobus / centro commerciale / locali tecnici
Piano terra	Centro commerciale
1° piano	
2° piano	
3° piano	Uffici / appartamenti / hotel
4° piano	
5° piano	
6° piano	
7° piano	Appartamenti

Tabella 1 – Attività in ogni livello dell'edificio

Nuovo progetto / Destinazioni d'uso

Vie di esodo in un centro commerciale (progetto preliminare): approccio prestazionale

Parametro	Criteri per gli occupanti	Criteri per i soccorritori
Temperatura massimo	60°C	100°C
Massimo flusso di calore incidente	2 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>
Minima visibilità	10 m	5 m
Minima altezza dello strato di fumo	2 m	-

Tabella 2 - Criteri prestazionali

Criteri prestazionali

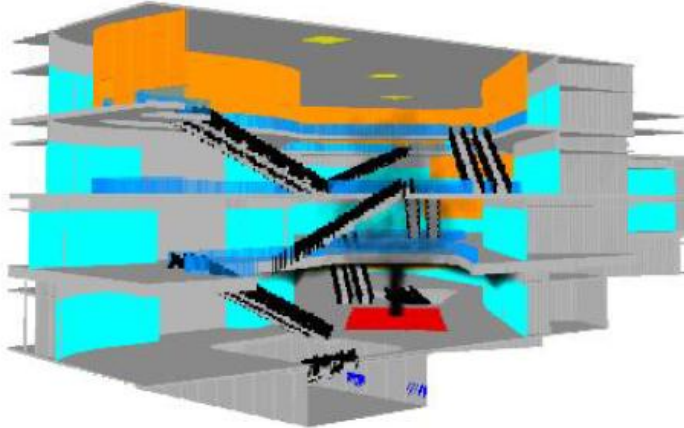


Alcuni scenari di incendio

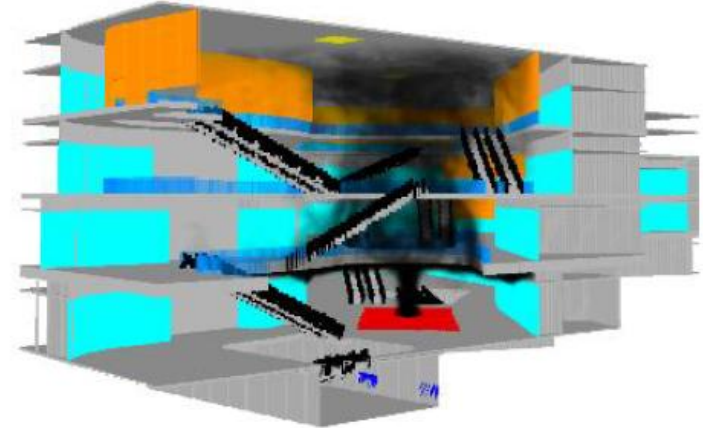


Vie di esodo in un centro commerciale (progetto preliminare): approccio prestazionale

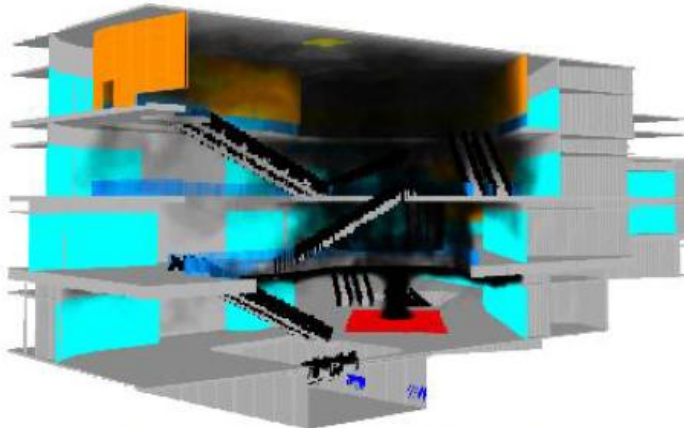
Results Scenario 2: Representation of the smoke spreading in sectional view:



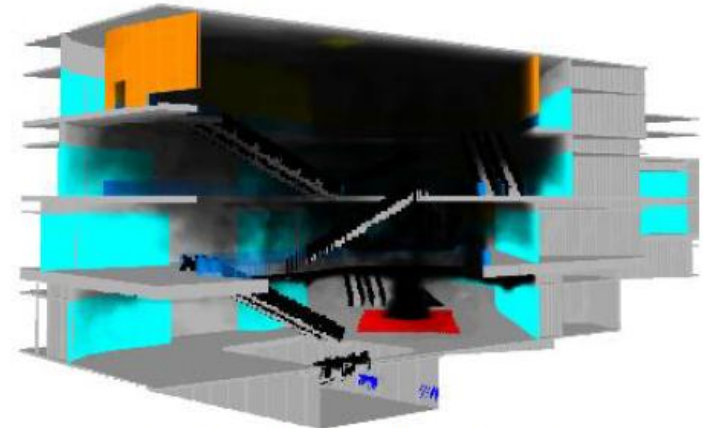
Spreading of smoke at the time  $t = 60$  s



Spreading of smoke at the time  $t = 120$  s



Spreading of smoke at the time  $t = 180$  s



Spreading of smoke at the time  $t = 240$  s

Modellazione termo-fluidodinamica: Securplan (Bolzano, Italia), INSA4 (Wuppertal, Germania)

Vie di esodo in un centro commerciale (progetto preliminare): approccio prestazionale



seed=4734.avi

Modellazione evacuazione: Securplan (Bolzano, Italia), Traffgo.ht (Duisburg, Germania)

Vie di esodo in un centro commerciale (progetto preliminare): approccio prestazionale

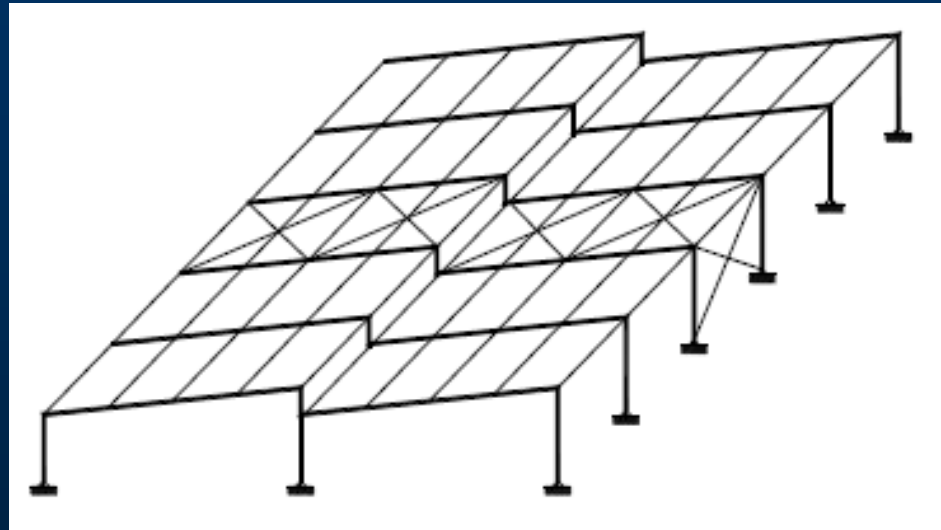
Area	Scenario	Evacuation time [min]		Time to reach 60°C [min]	Time to have visibility below 10 m [min]	Time to reach 2,5 kW/m <sup>2</sup> [min]
		Analytical method	PedGo			
Mall OG2	1	∞	∞	∞	∞	∞
Mall OG1	1	∞	∞	∞	∞	∞
Mall EG	1	∞	∞	∞	∞	∞
Mall UG1	1	∞	∞	∞	∞	∞
Shop U13	1	∞	∞	∞	∞	∞
Mall OG2	2	∞	∞	∞	∞	∞
Mall OG1	2	∞	∞	∞	∞	∞
Mall EG	2	∞	∞	∞	∞	∞
Mall UG1	2	∞	∞	∞	∞	∞
Shop U03	3	∞	∞	∞	∞	∞
Shop U10	4	∞	∞	∞	∞	∞
Shop E21	5	∞	∞	∞	∞	∞
Shop E04	6	∞	∞	∞	∞	∞
Mall OG2	7	∞	∞	∞	∞	∞
Mall OG1	7	∞	∞	∞	∞	∞
Mall EG	7	∞	∞	∞	∞	∞
Mall UG1	7	∞	∞	∞	∞	∞
Shop O125	8	∞	∞	∞	∞	∞
Shop O118	9	∞	∞	∞	∞	∞
Shop O209	10	∞	∞	∞	∞	∞
Shop O215	11	∞	∞	∞	∞	∞
Shop O213	12	∞	∞	∞	∞	∞

Peer review: SIS (Bolzano, Italia), CTICM (Saint Aubin, Francia)



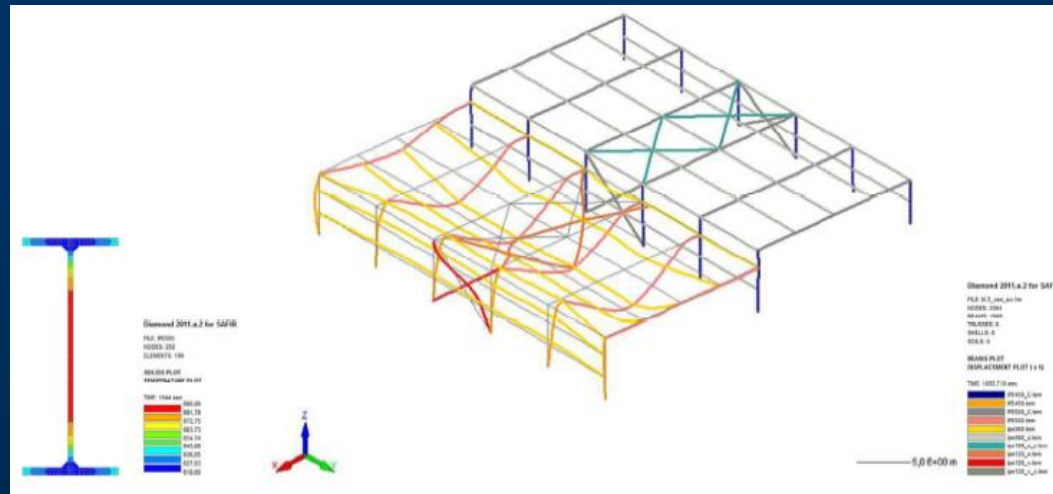
## Resistenza al fuoco di capannoni industriali

(Attività della 'Commissione Tecnica per la Sicurezza delle Costruzioni di Acciaio in caso di Incendio')

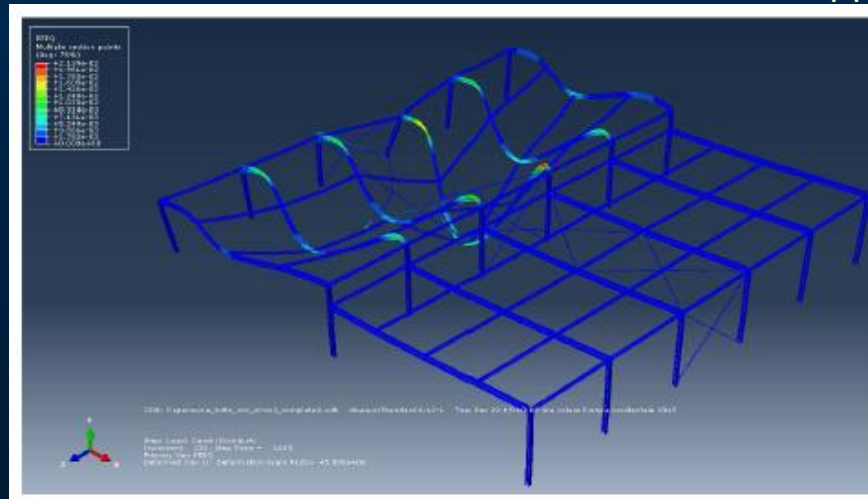


Resistenza al fuoco di capannoni industriali

(Attività della 'Commissione Tecnica per la Sicurezza delle Costruzioni di Acciaio in caso di Incendio')



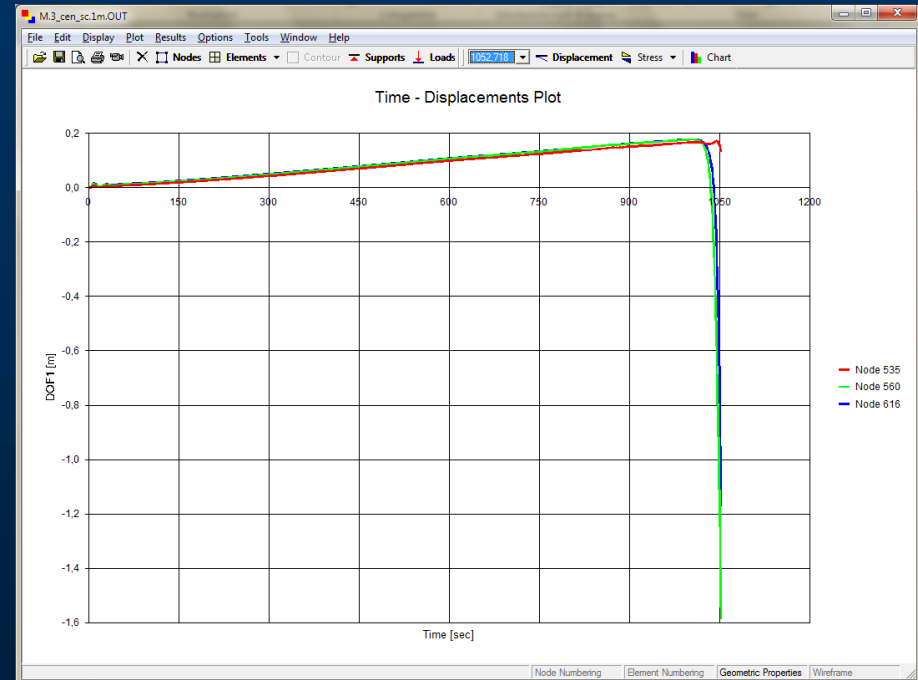
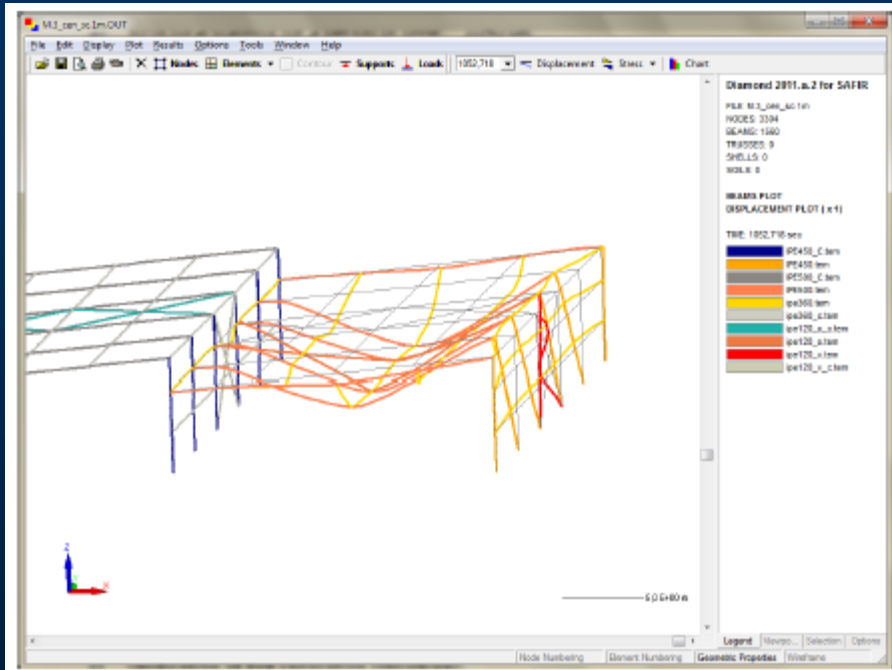
Analisi di prestazioni della struttura di acciaio in condizioni di incendio: applicazione modello SAFIR (SIS)



Analisi di prestazioni della struttura di acciaio in condizioni di incendio: applicazione modello ABAQUS (UniNA)

## Resistenza al fuoco di capannoni industriali

(Attività della 'Commissione Tecnica per la Sicurezza delle Costruzioni di Acciaio in caso di Incendio')



Prestazione della struttura di acciaio in caso di incendio: crollo verso l'interno dell'edificio



# FINE

*Grazie per l'attenzione*

ing. Sandro Pustorino  
([sandro.pustorino@sis-ingegneria.com](mailto:sandro.pustorino@sis-ingegneria.com))