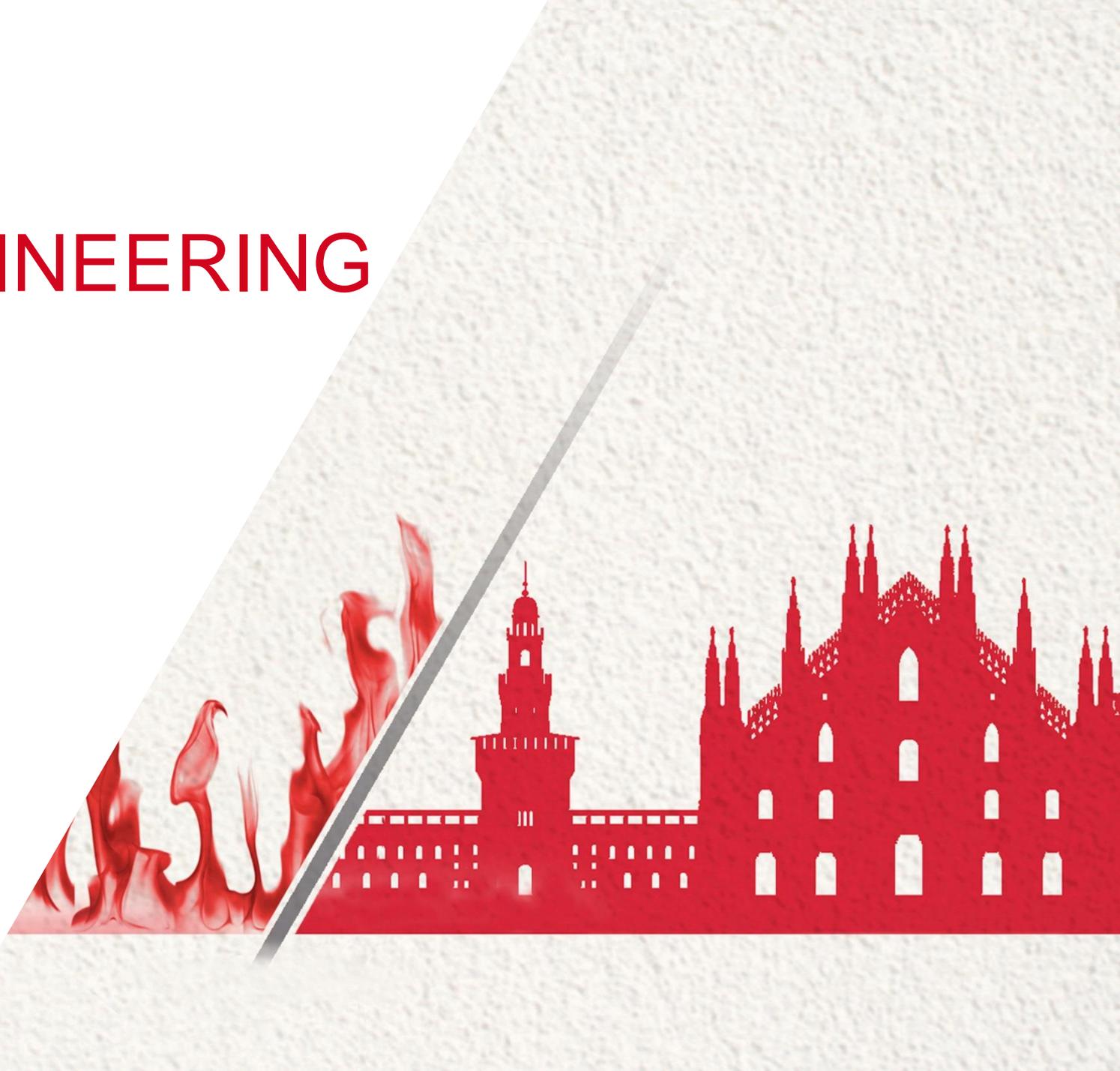




# FIRE SAFETY ENGINEERING

Ing. Antonio Corbo  
Amministratore Unico  
AFC Srl

Fire Safety Academy  
6 maggio 2021



# FIRE SAFETY ENGINEERING COME NUOVO APPROCCIO METODOLOGICO ALLA PROGETTAZIONE DI PREVENZIONE INCENDI FAVORITO DA

D.M. 03/08/2015

D.M. 18/10/2019

E' VERAMENTE UN NUOVO APPROCCIO METODOLOGICO ?

# NO

D.M. 09/05/2007 - DIRETTIVE PER L'ATTUAZIONE DELL'APPROCCIO  
INGEGNERISTICO ALLA SICUREZZA ANTINCENDIO

D.M. 09/05/2007

## ART. 1 - OGGETTO

1. IL PRESENTE DECRETO DEFINISCE GLI ASPETTI PROCEDURALI E I CRITERI DA ADOTTARE PER VALUTARE IL LIVELLO DI RISCHIO E PROGETTARE LE CONSEGUENTI MISURE COMPENSATIVE, UTILIZZANDO, IN ALTERNATIVA A QUANTO PREVISTO DAL DECRETO DEL MINISTRO DELL'INTERNO 4 MAGGIO 1998, L'APPROCCIO INGEGNERISTICO ALLA SICUREZZA ANTINCENDIO, AL FINE DI SODDISFARE GLI OBIETTIVI DELLA PREVENZIONE INCENDI.

D.M. 09/05/2007

## ART. 2 - CAMPO DI APPLICAZIONE

1. IN PRESENZA DI INSEDIAMENTI DI TIPO COMPLESSO O A TECNOLOGIA AVANZATA, DI **EDIFICI DI PARTICOLARE RILEVANZA ARCHITETTONICA E/O COSTRUTTIVA**, IVI COMPRESI QUELLI PREGEVOLI PER ARTE O STORIA O UBICATI IN AMBITI URBANISTICI DI PARTICOLARE SPECIFICITÀ, LA METODOLOGIA DESCRITTA NEL PRESENTE DECRETO PUÒ ESSERE APPLICATA:
  - PER LA INDIVIDUAZIONE DEI PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE AI FINI DEL RILASCIO DEL CERTIFICATO DI PREVENZIONE INCENDI NEL CASO DI ATTIVITÀ NON REGOLATE DA SPECIFICHE DISPOSIZIONI ANTINCENDIO;
  - PER LA INDIVIDUAZIONE DELLE **MISURE DI SICUREZZA CHE SI RITENGONO IDONEE A COMPENSARE IL RISCHIO AGGIUNTIVO NELL'AMBITO DEL PROCEDIMENTO DI DEROGA** DI CUI ALL'ART. 6 DEL DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 12 GENNAIO 1998, N. 37.

D.M. 09/05/2007

## ART. 6 - SISTEMA DI GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO

1. LA PROGETTAZIONE ANTINCENDIO ESEGUITA MEDIANTE L'APPROCCIO INGEGNERISTICO COMPORTA LA NECESSITÀ DI ELABORARE UN DOCUMENTO CONTENENTE IL PROGRAMMA PER L'ATTUAZIONE DEL SISTEMA DI GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO (DI SEGUITO DENOMINATO SGSA) TENUTO CONTO CHE LE SCELTE E LE IPOTESI POSTE A BASE DEL PROGETTO COSTITUISCONO VINCOLI E LIMITAZIONI IMPRESCINDIBILI PER L'ESERCIZIO DELL'ATTIVITÀ.

# D.M. 18/10/2019

---

## G.1.21

### Ingegneria della sicurezza antincendio

1. Ingegneria della sicurezza antincendio (metodo prestazionale, *fire safety engineering*, FSE): applicazione di principi ingegneristici, di regole e di giudizi esperti basati sulla valutazione scientifica del fenomeno della combustione, degli effetti dell'incendio e del comportamento umano, finalizzati alla tutela della vita umana, alla protezione dei beni e dell'ambiente, alla quantificazione dei rischi di incendio e dei relativi effetti ed alla valutazione analitica delle misure antincendio ottimali, necessarie a limitare entro livelli prestabiliti le conseguenze dell'incendio, secondo le indicazioni del capitolo M.1.
2. Scenario d'incendio: descrizione completa ed univoca dell'evoluzione dell'incendio in relazione ai suoi tre aspetti fondamentali: focolare, attività ed occupanti.
3. Scenario d'incendio di progetto: specifico scenario d'incendio in relazione al quale viene condotta l'applicazione dei metodi dell'ingegneria della sicurezza antincendio.
4. ASET (*available safe escape time*): intervallo di tempo calcolato tra l'innesco dell'incendio ed il momento in cui le condizioni ambientali nell'attività diventano tali da rendere gli occupanti *incapaci* di porsi in salvo raggiungendo o permanendo in un luogo sicuro.
5. RSET (*required safe escape time*): intervallo di tempo calcolato tra l'innesco dell'incendio ed il momento in cui gli occupanti dell'attività raggiungono un luogo sicuro.
6. PTAT (*pre-travel activity time*): tempo impiegato dagli occupanti per attività svolte prima di avviare il movimento d'esodo.

# D.M. 18/10/2019

## Capitolo M.1 **METODI** **Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio**

Premessa.....	.....
Fasi della metodologia.....	.....
Prima fase: analisi preliminare.....	.....
Definizione del progetto	
Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio	
Definizione delle soglie di prestazione	
Individuazione degli scenari di incendio di progetto	
Seconda fase: analisi quantitativa.....	.....
Elaborazione delle soluzioni progettuali	
Valutazione delle soluzioni progettuali	
Selezione delle soluzioni progettuali idonee	
Documentazione di progetto.....	.....
Sommario tecnico.....	.....
Relazione tecnica.....	.....
Requisiti aggiuntivi per la gestione della sicurezza antincendio.....	.....
Criteri di scelta e d'uso dei modelli e dei codici di calcolo.....	.....
Riferimenti.....	.....

# D.M. 18/10/2019

## M.1.1

### Premessa

1. L'applicazione dei principi dell'ingegneria della sicurezza antincendio consente, analogamente alle altre discipline ingegneristiche, di definire soluzioni idonee al raggiungimento di obiettivi progettuali mediante analisi di tipo *quantitativo*.

Il progettista definisce lo *scopo* della progettazione, quindi specifica gli *obiettivi di sicurezza antincendio* che intende garantire e li traduce in *soglie di prestazione* quantitative. Successivamente identifica gli *scenari d'incendio di progetto*, i più gravosi eventi che possono ragionevolmente verificarsi nell'attività.

Dopodiché, grazie a strumenti di modellazione analitici o numerici, descrive o calcola gli effetti degli *scenari d'incendio di progetto* in relazione alla *soluzione progettuale* ipotizzata per l'attività. Se gli effetti così calcolati conservano un adeguato *margin di sicurezza* rispetto alle *soglie di prestazione* precedentemente stabilite, allora la soluzione progettuale analizzata è considerata accettabile.

# D.M. 18/10/2019

## M.1.2

### Fasi della metodologia

1. La metodologia di progettazione prestazionale si compone di due fasi:

a. prima fase, *analisi preliminare*:

sono formalizzati i passaggi che conducono ad individuare le condizioni più rappresentative del rischio al quale l'attività è esposta e quali sono le *soglie di prestazione* cui riferirsi in relazione agli obiettivi di sicurezza da perseguire;

b. seconda fase, *analisi quantitativa*:

impiegando modelli di calcolo, si esegue l'analisi quali-quantitativa degli effetti dell'incendio in relazione agli obiettivi assunti, confrontando i risultati ottenuti con le *soglie di prestazione* già individuate e definendo il progetto da sottoporre a definitiva approvazione.

# D.M. 18/10/2019

---

## **M.1.3**      **Prima fase: analisi preliminare**

1. La fase di analisi preliminare si compone delle seguenti sotto-fasi necessarie per definire i rischi da contrastare e, di conseguenza, i criteri oggettivi di quantificazione degli stessi necessari per la successiva analisi numerica.

### **M.1.3.1**      **Definizione del progetto**

Nota Nei riferimenti internazionali, *Define project scope*

1. In questa sotto-fase viene definito lo *scopo* della progettazione antincendio.
2. Il professionista antincendio identifica e documenta almeno i seguenti aspetti:
  - a. destinazione d'uso dell'attività;
  - b. finalità della progettazione antincendio prestazionale;
  - c. eventuali vincoli progettuali derivanti da previsioni normative o da esigenze peculiari dell'attività;
  - d. pericoli di incendio connessi con la destinazione d'uso prevista;
  - e. condizioni al contorno per l'individuazione dei dati necessari per la valutazione degli effetti che si potrebbero produrre;
  - f. caratteristiche degli occupanti in relazione alla tipologia di edificio ed alla destinazione d'uso prevista.

# D.M. 18/10/2019

## M.1.3.2 Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio

Nota Nei riferimenti internazionali, *Identify goals, define objectives*

1. Dopo aver stabilito lo scopo del progetto, in particolare la destinazione e le modalità di impiego dell'attività, il professionista antincendio specifica gli *obiettivi di sicurezza antincendio*, tra quelli previsti nel presente documento, in relazione alle specifiche esigenze dell'attività in esame ed alle finalità della progettazione.
2. Con gli obiettivi di sicurezza antincendio si specificano qualitativamente, ad esempio, il livello di salvaguardia dell'incolumità degli occupanti, il massimo danno tollerabile all'attività ed al suo contenuto, la continuità d'esercizio a seguito di un evento incidentale.

## M.1.3.3 Definizione delle soglie di prestazione

Nota Nei riferimenti internazionali, *Develop performance criteria*

1. Il passo successivo consiste nella traduzione degli obiettivi antincendio in *soglie di prestazione (performance criteria)*. Si tratta di soglie di tipo quantitativo e qualitativo rispetto alle quali si può svolgere la valutazione oggettiva di sicurezza antincendio.
2. Con la scelta delle *soglie di prestazione* si rendono quindi *quantitativi* gli effetti termici sulle strutture, la propagazione dell'incendio, i danni agli occupanti, ai beni ed all'ambiente.
3. Tali *soglie di prestazione* devono poter essere utilizzate nella seconda fase della progettazione per discriminare in modo oggettivo le soluzioni progettuali che soddisfano gli obiettivi antincendio da quelle che invece non raggiungono le prestazioni richieste.

# D.M. 18/10/2019

4. Ai fini della progettazione per la salvaguardia della vita si stabiliscono le *soglie di prestazione per la vita (life safety criteria)*. Si tratta delle soglie impiegate per definire l'*incapacitazione* degli occupanti esposti al fuoco ed ai suoi effetti. Nel capitolo M.3 sono riportati esempi di valori numerici utilizzabili per tali progettazioni.
5. Per definizione, gli occupanti raggiungono l'*incapacitazione* quando diventano inabili a mettersi al sicuro autonomamente. A tale condizione segue, in breve tempo, il decesso del soggetto.
6. Il capitolo S.2 definisce le *soglie di prestazione* per le progettazioni la cui finalità sia il mantenimento della capacità portante di tutta o parte di un'opera da costruzione.

## M.1.3.4

### Individuazione degli scenari di incendio di progetto

Nota Nei riferimenti internazionali, *Develop fire scenarios*

1. Gli scenari di incendio rappresentano la schematizzazione dei più gravosi eventi che possono ragionevolmente verificarsi nell'attività (*credible worst-case scenarios*), in relazione alle caratteristiche del focolare, dell'edificio e degli occupanti.
2. La procedura di identificazione, selezione e quantificazione degli scenari di incendio di progetto è descritta nel capitolo M.2.

# D.M. 18/10/2019

---

## M.1.4 Seconda fase: analisi quantitativa

1. La fase di analisi quantitativa si compone di alcune sotto-fasi necessarie per effettuare le verifiche di sicurezza degli scenari individuati nella fase preliminare.

### M.1.4.1 Elaborazione delle soluzioni progettuali

Nota Nei riferimenti internazionali, *Develop trial designs*

1. Il professionista antincendio elabora una o più soluzioni progettuali per l'attività, congruenti con le finalità già definite al paragrafo M.1.3.1, da sottoporre alla successiva verifica di soddisfacimento degli obiettivi di sicurezza antincendio.

### M.1.4.2 Valutazione delle soluzioni progettuali

Nota Nei riferimenti internazionali, *Evaluate trial designs*

1. In questa fase il professionista antincendio calcola gli effetti che gli scenari d'incendio di progetto determinerebbero nell'attività per ciascuna soluzione progettuale elaborata nella fase precedente.
2. A tal fine il professionista antincendio impiega un modello di calcolo *analitico* o *numerico*: l'applicazione del modello fornisce i risultati quantitativi che consentono di descrivere l'evoluzione dell'incendio e dei suoi effetti sulle strutture, sugli occupanti o sull'ambiente, secondo le finalità della progettazione.
3. La modellazione degli effetti dell'incendio consente di calcolare gli effetti dei singoli scenari per ciascuna soluzione progettuale.
4. I risultati della modellazione sono utilizzati per la verifica del rispetto delle soglie di prestazione per le soluzioni progettuali per ciascuno scenario d'incendio di progetto.
5. Le soluzioni progettuali che non rispettano tutte le soglie di prestazione per ogni scenario di incendio di progetto devono essere scartate.

# D.M. 18/10/2019

## M.1.4.3

### Selezione delle soluzioni progettuali idonee

Nota Nei riferimenti internazionali, *Select final design*

1. Il professionista antincendio seleziona la soluzione progettuale finale tra quelle che sono state verificate positivamente rispetto agli scenari di incendio di progetto.

# D.M. 18/10/2019

## M.1.8

### Requisiti aggiuntivi per la gestione della sicurezza antincendio

1. Con l'applicazione della metodologia prestazionale il professionista antincendio basa l'individuazione delle misure antincendio di prevenzione e protezione di progetto su specifiche ipotesi e limitazioni d'esercizio: devono pertanto essere previste specifiche misure di *gestione della sicurezza antincendio* (capitolo S.5) affinché non possa verificarsi la riduzione del livello di sicurezza assicurato inizialmente.
2. Le specifiche misure di *gestione della sicurezza antincendio* devono essere *riferite* agli aspetti trattati nella progettazione prestazionale, con particolare riguardo alle specifiche soluzioni progettuali, alle misure antincendio di prevenzione e protezione adottate, al mantenimento delle condizioni di esercizio da cui discendono i valori dei parametri di ingresso nella progettazione prestazionale.
3. Su specifiche misure di *gestione della sicurezza antincendio* sono sottoposte a verifiche periodiche da parte del responsabile dell'attività secondo le cadenze temporali già definite nel progetto.
4. Nell'ambito del programma per l'attuazione della gestione della sicurezza antincendio devono essere valutati ed esplicitati i provvedimenti presi relativamente ai seguenti punti:
  - a. organizzazione del personale;
  - b. identificazione e valutazione dei pericoli derivanti dall'attività;
  - c. controllo operativo;
  - d. gestione delle modifiche;
  - e. pianificazione di emergenza;
  - f. sicurezza delle squadre di soccorso;
  - g. controllo delle prestazioni;
  - h. manutenzione dei sistemi di protezione;
  - i. controllo e revisione.
5. Qualora i sistemi di protezione attiva siano considerati ai fini della riduzione della potenza termica rilasciata dall'incendio  $RHR(t)$  (capitolo M.2) o comunque contribuiscano a mitigare gli effetti dell'incendio, devono essere installati *sistemi a disponibilità superiore*.



**G.1.14**

**Protezione attiva**

1. Impianto o sistema di protezione attiva contro l'incendio: impianto di rivelazione e segnalazione allarme incendio, impianto di inibizione, controllo o estinzione dell'incendio di tipo automatico o manuale ed impianto di controllo del fumo e del calore.
- 
- 
19. Sistema o impianto a disponibilità superiore: sistema o impianto dotato di un livello di *disponibilità* più elevato rispetto a quello minimo previsto dalle norme di riferimento del sistema o dell'impianto.

# D.M. 18/10/2019

## G.2.10.2 Sistemi o impianti a disponibilità superiore

Nota La definizione di *sistemi o impianti a disponibilità superiore* è reperibile nel capitolo G.1. Le definizioni di *disponibilità (availability)*, *affidabilità (reliability)*, *manutenibilità (maintainability)*, *supporto logistico della manutenzione (maintenance support performance)*, *stato degradato (degraded state)*, *stato di indisponibilità (down state)*, *guasto (failure)* e *tasso di guasto medio (mean failure rate)* sono riportate nella norma UNI EN 13306.

1. La *disponibilità superiore* per sistemi o impianti può essere ottenuta tramite:

a. migliore *affidabilità*,

Nota Ad esempio, grazie a componenti con minor rateo di guasto, ridondanza delle fonti di alimentazione elettrica, di estinguente, di componenti critici, inserimento di accorgimenti per la riduzione degli errori umani, protezioni specifiche dagli effetti dell'incendio, ...

b. maggiore *manutenibilità e supporto logistico della manutenzione*.

Nota Ad esempio, tramite riduzione dei tempi di ripristino dei guasti, programmazione delle manutenzioni per settori dell'impianto, controlli e prove periodiche, ...

Nota Utile riferimento per ispezione, test e manutenzione degli impianti di protezione attiva è rappresentato dalla norma NFPA 25.

2. Al fine di mantenere il livello di sicurezza assicurato all'attività, per sistemi o impianti a disponibilità superiore deve essere prevista la gestione degli *stati degradati* o dello *stato di indisponibilità* del sistema.

Nota Ad esempio, tramite limitazione della severità degli stati degradati, misure gestionali compensative, condizioni o limitazioni d'esercizio dell'attività, ...

3. Se nel presente documento non è richiesta disponibilità superiore, non sono dovute specifiche valutazioni per i sistemi o gli impianti realizzati secondo la regola dell'arte.

# D.M. 18/10/2019

## M.1.9

### Criteria di scelta e d'uso dei modelli e dei codici di calcolo

1. Il professionista antincendio può optare tra i modelli di calcolo che le conoscenze tecniche di settore mettono a disposizione, sulla base di valutazioni inerenti la complessità del progetto.
2. Il professionista antincendio che adotta modelli di calcolo sofisticati, deve possedere una particolare competenza nel loro utilizzo, nonché un'approfondita conoscenza sia dei fondamenti teorici che ne sono alla base che della dinamica dell'incendio.
3. Allo stato attuale i modelli più frequentemente utilizzati sono:

a. modelli analitici,

Nota Ad esempio, le correlazioni per i modelli di incendio localizzati o *fire plumes* di Zukoski, Heskestad, McCaffrey, Thomas, Hasemi e Nishiata, Alpert, ...

b. modelli numerici tra cui:

i. modelli di simulazione dell'incendio a zone per ambienti confinati,

Nota Ad esempio, codici di calcolo CFAST, Ozone, ...

ii. modelli di simulazione dell'incendio di campo,

Nota Ad esempio, codici di calcolo CFX, FDS, Fluent, ...

iii. modelli di simulazione dell'esodo,

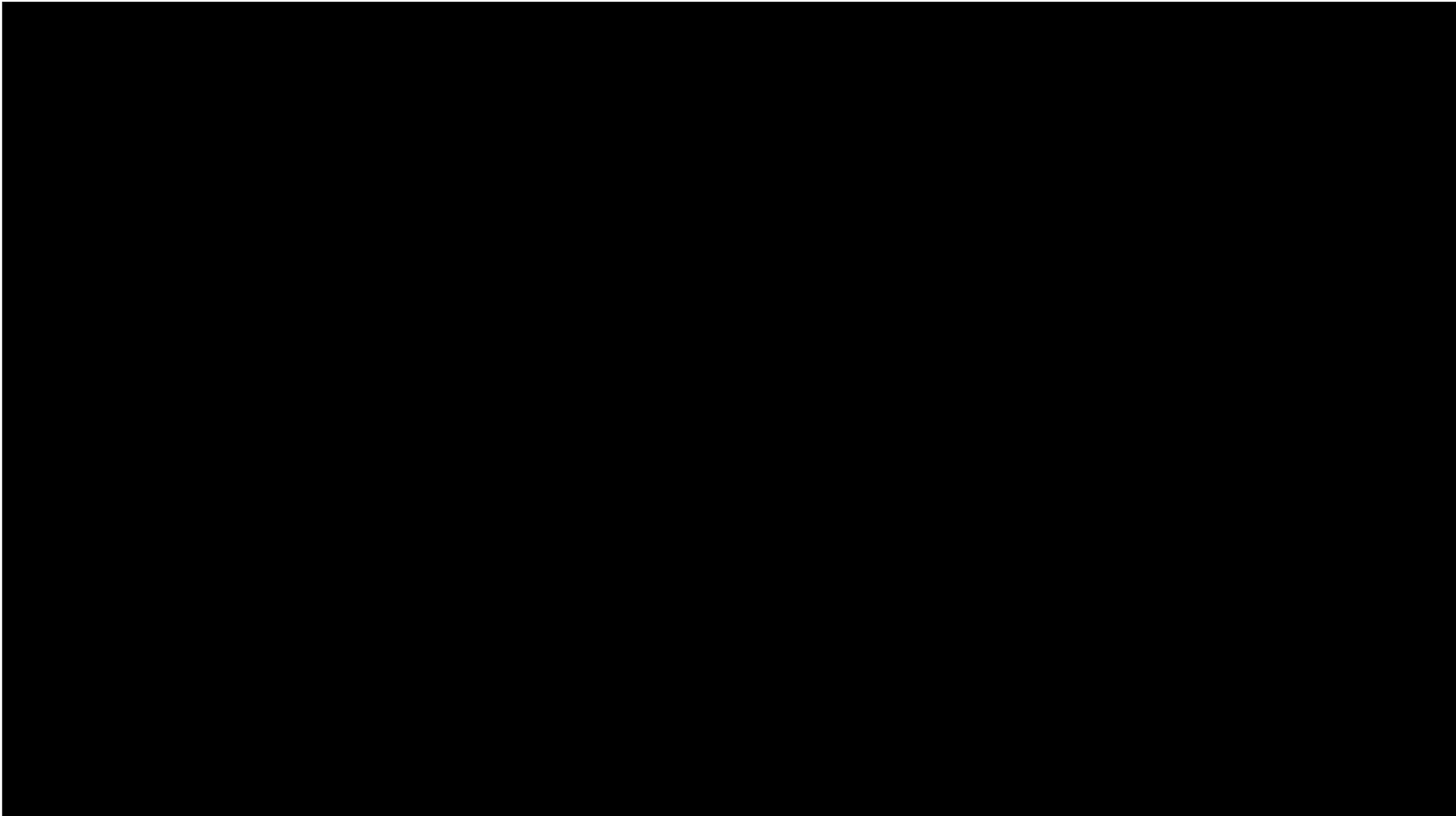
Nota Ad esempio, codice di calcolo FDS+EVAC, ...

iv. modelli di analisi termostrutturale.

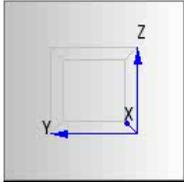
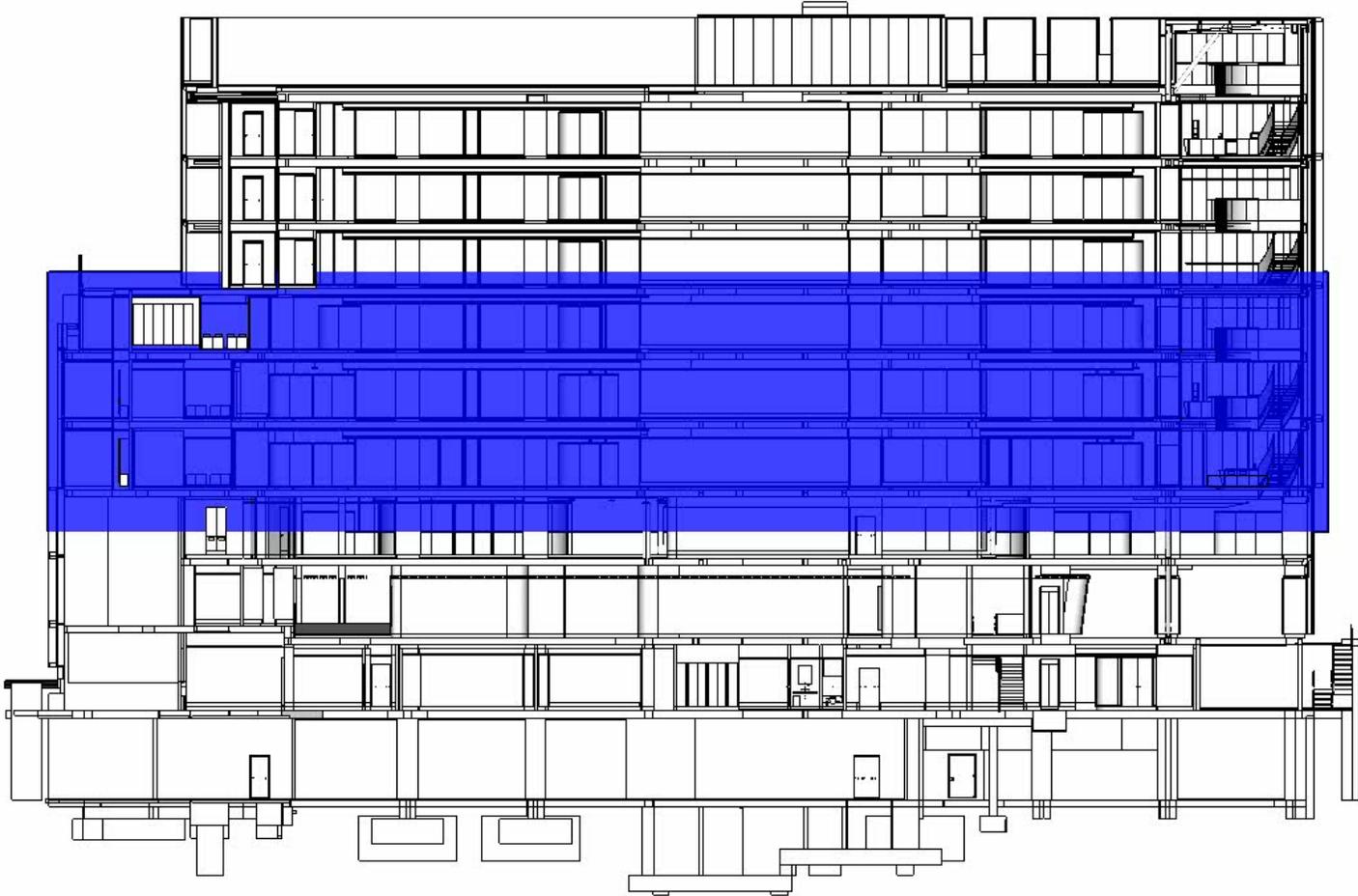
Nota Ad esempio, codici di calcolo Abaqus, Adina, Ansys, Diana, Safir, ...

4. Nel loro campo di applicazione, i modelli analitici garantiscono stime accurate di effetti specifici dell'incendio (es. il calcolo del tempo di *flashover* in un locale). Per analisi più complesse che coinvolgano interazioni dipendenti dal tempo di più processi di tipo fisico e chimico presenti nello sviluppo di un incendio si ricorre generalmente ai modelli numerici.
5. Per i parametri di input del modello più rilevanti deve essere svolta analisi di *sensibilità* dei risultati alla variazione del parametro di input. Ad esempio, i risultati dell'analisi non devono essere significativamente dipendenti dalle dimensioni della griglia di calcolo.
6. È ammesso l'utilizzo contemporaneo di più tipologie di modelli. Ad esempio:
  - a. si possono usare modelli specifici per la valutazione del tempo di attivazione di un impianto di rivelazione o di spegnimento e della rottura di un vetro in funzione della temperatura, per poi inserire i dati ricavati in una modellazione effettuata con modelli di campo;
  - b. si può utilizzare un modello a zone per valutare in una prima fase le condizioni di maggiore criticità del fenomeno, per poi approfondire la trattazione degli effetti con modelli di campo.



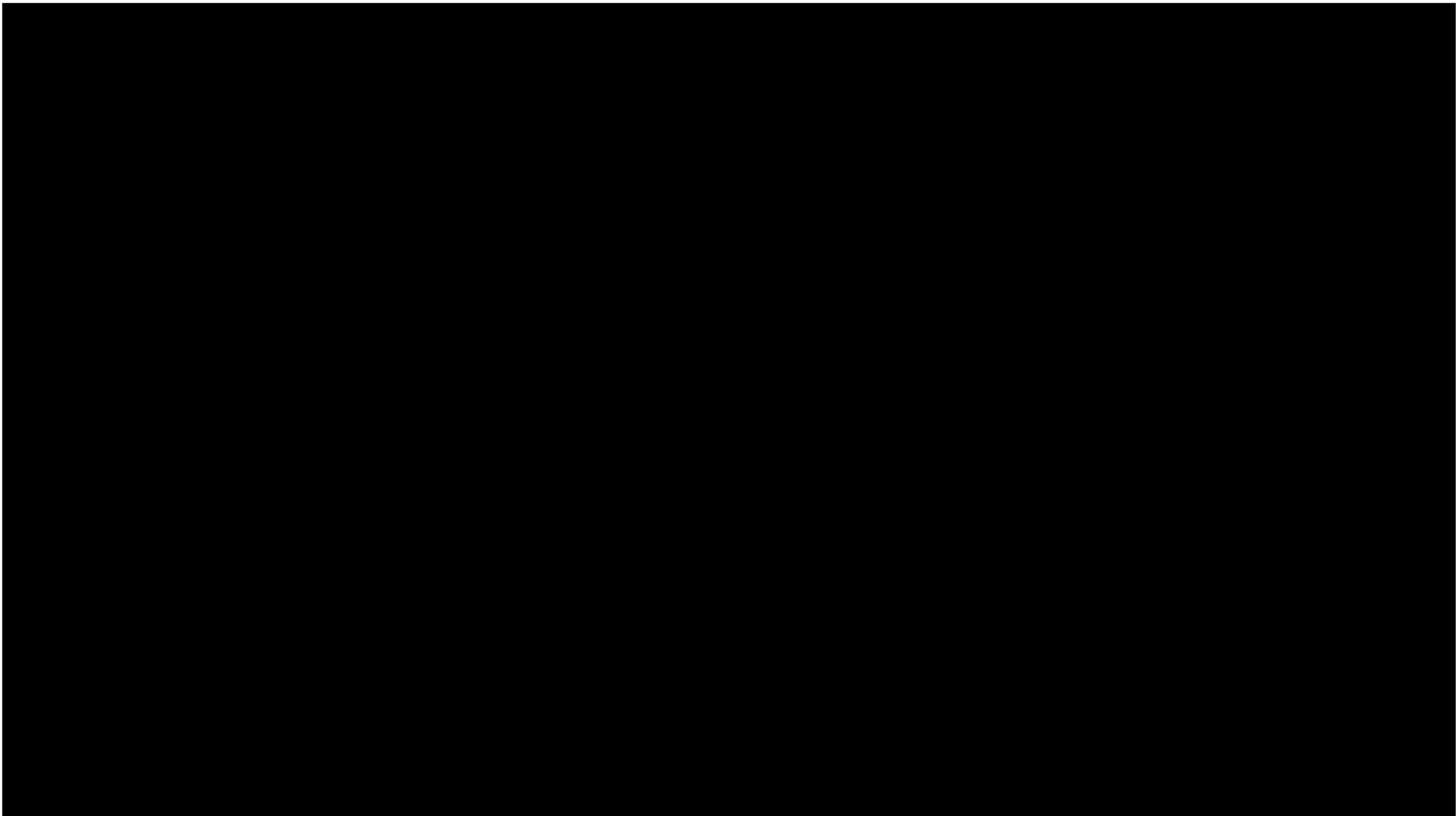


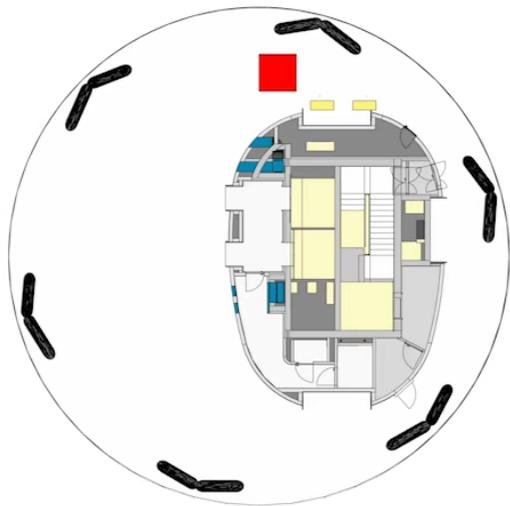
temp  
(C)



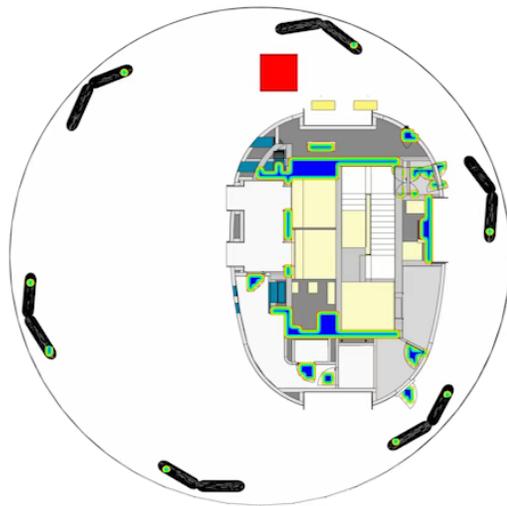
0,0



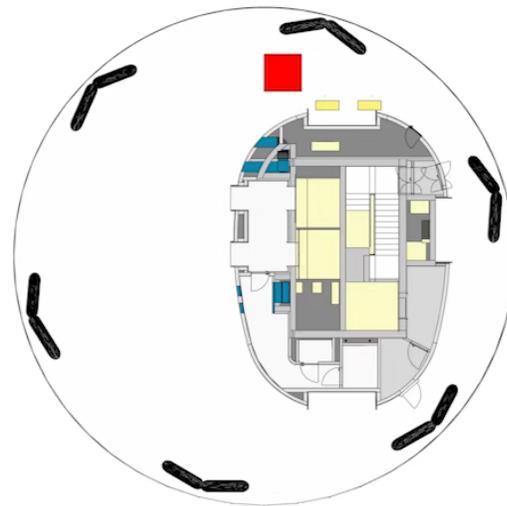




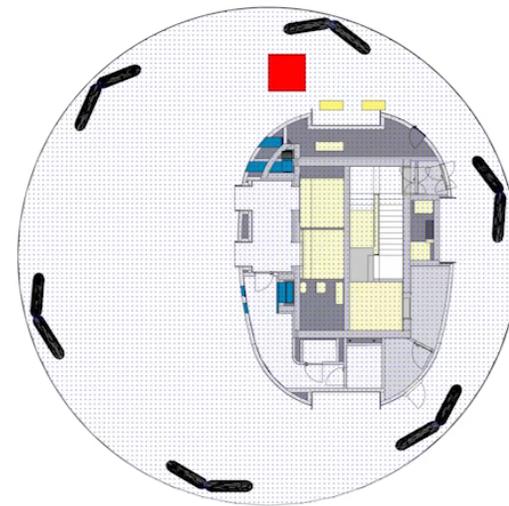
FUMI



VISIBILITÀ



TEMPERATURE



VENTILAZIONE

PER CONCLUDERE

SAPER MODELLARE

NON SIGNIFICA

SAPER PROGETTARE

**HILTI**

# GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE

Ing. Antonio Corbo  
Amministratore Unico  
AFC Srl

Fire Safety Academy  
6 maggio 2021

