Le misure di Prevenzione e Protezione antincendio sono indirizzate a garantire la sicurezza antincendio e consentono di ridurre i danni che un incendio può causare.
Queste misure hanno una doppia finalità: ridurre la probabilità che possa insorgere un incendio e limitare l'entità del danno, nel caso in cui l'incendio si verifichi.
Se la protezione passiva riguarda le misure volte a contenere gli effetti dell'incendio nello spazio e nel tempo, al fine di salvaguardare le persone e la stessa costruzione, e sono intrinseche alle caratteristiche della costruzione ed i suoi elementi (ad esempio, la resistenza al fuoco), la protezione attiva individua tutti i dispositivi atti a rilevare, ridurre e contenere un incendio (estintori, reti idranti, impianti di estinzione automatica, ecc...)
Nell'articolo che segue, vengono trattate le misure di protezione che possono essere distinte in "Protezione attiva" e "Protezione Passiva".

Criteri progettuali e soluzioni per la protezione attiva e passiva al fuoco

A seguito di un'attenta valutazione del rischio incendio, per ridurlo a un valore accettabile, è necessario adottare misure di prevenzione e di protezione antincendio, le prime riducono la "Probabilità" dell'insorgenza dell'incendio, mentre le seconde riducono la cosiddetta "Magnitudo dei danni", cioè l'entità del danno atteso a seguito del verificarsi di un incendio.

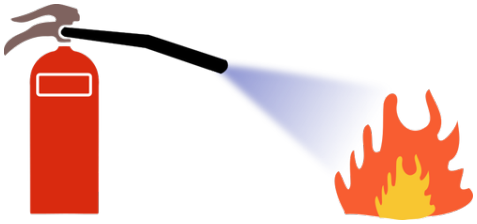
Prevenzione e protezione antincendio: significato e differenze

La materia "Prevenzione Incendi" fa riferimento a tutto l'insieme di accorgimenti messi in atto per ridurre l'eventualità di innesco di un incendio e/o contenerne la propagazione, quindi tratta sia le misure di "Prevenzione" che le misure di "Protezione".
Il "Codice di Prevenzione Incendi" di cui al D.M. 3/8/2015, come modificato dal D.M. 18/10/2019, riporta la seguente definizione:

> ***Prevenzione incendi****: funzione preminente di interesse pubblico diretta a conseguire, secondo criteri uniformi sul territorio italiano, gli obiettivi di sicurezza della vita umana, di incolumità delle persone e di tutela dei beni e dell'ambiente attraverso la promozione, lo studio, la predisposizione e la sperimentazione di norme, misure, provvedimenti, accorgimenti e modi di azione intesi ad evitare l'insorgenza di un incendio e degli eventi ad esso comunque connessi o a limitarne le conseguenze.*

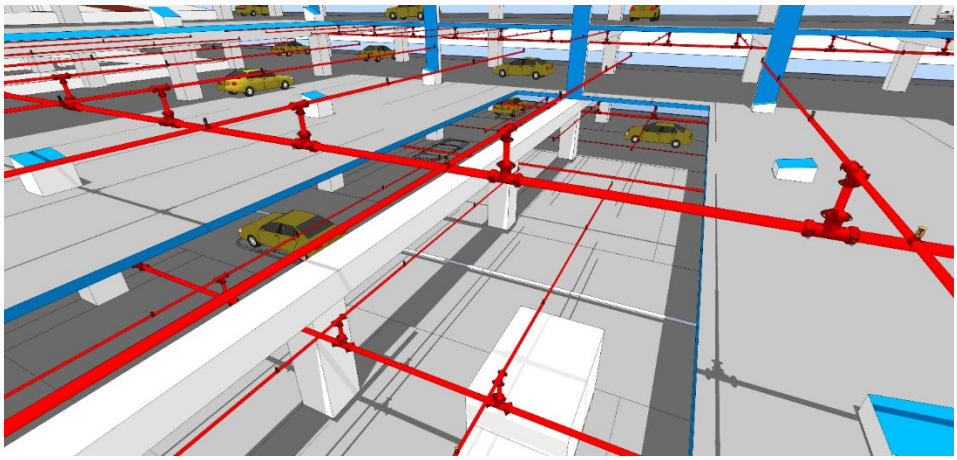
In questo articolo trattiamo le misure di protezione che possono essere distinte in "**Protezione attiva**" e "**Protezione passiva**".

La protezione antincendio attiva



Fanno parte della protezione antincendio attiva tutti quei dispositivi che svolgono un ruolo attivo nell'estinzione dell'incendio, riducendo le conseguenze dello stesso, sia mediante una sua repentina rilevazione che attraverso una rapida estinzione o controllo nella fase di sviluppo.
La protezione attiva antincendio presuppone quindi che, a seguito della rivelazione di un incendio, ci sia un intervento o un'azione, con o senza l'interazione umana, che provveda ad estinguerlo o controllarlo.
Rientrano in questa categoria quindi:

- **Estintori**: per un primo intervento manuale da parte delle persone presenti e/o degli addetti antincendio;
- **Reti Idranti interne**: per un tempestivo intervento manuale degli "Addetti antincendi" prima dell'arrivo dei soccorritori (VVF);
- **Reti Idranti esterne**: da utilizzare sia dagli "Addetti antincendi" che dai soccorritori (VVF);
- **Impianti di spegnimento automatici** (Sprinkler, CO_2, Gas, Water Mist, ecc.): tipologia di impianto che interviene automaticamente per l'estinzione (per esempio impianto sprinkler con erogatori di tipo ESFR) o per il controllo dell'incendio (per esempio impianto sprinkler con erogatori di tipo tradizionale);



- **Rivelatori di fumo**: sistema molto importante per la rivelazione precoce dell'incendio e quindi per la riduzione dei tempi di evacuazione e di spegnimento, nella prima fase dello stesso incendio;

- **Sistemi di allarme incendio**: in genere abbinato al sistema di rivelazione, per segnalare in maniera tempestiva il propagarsi del fuoco e dei prodotti della combustione;

- **Evacuatori di Fumo e di Calore**: l'impiego di questi sistemi consente di agevolare l'evacuazione delle persone e l'intervento del personale addetto e/o dei soccorritori esterni, inoltre proteggere le strutture dagli effetti del calore riducendone il rischio di collasso e contenere i danni provocati dall'azione del fumo, dei gas o da eventuali sostanze tossiche contenute nei prodotti della combustione;

- **Segnaletica di sicurezza**: sono delle indicazioni delle vie di esodo, dei presidi antincendio e di quant'altro attinente alla sicurezza generale e alla sicurezza antincendio in particolare;

- **Illuminazione di emergenza**: sistema prezioso per illuminare i percorsi di esodo in caso di assenza, molto probabile in caso di incendio, dell'energia elettrica di rete.

Le norme di prevenzione incendi non si limitano ad elencare le misure di protezione attiva, ma stabiliscono anche le loro caratteristiche tecniche in relazione alle regole dell'arte attualmente applicabili (norme UNI, CEI, ecc.).

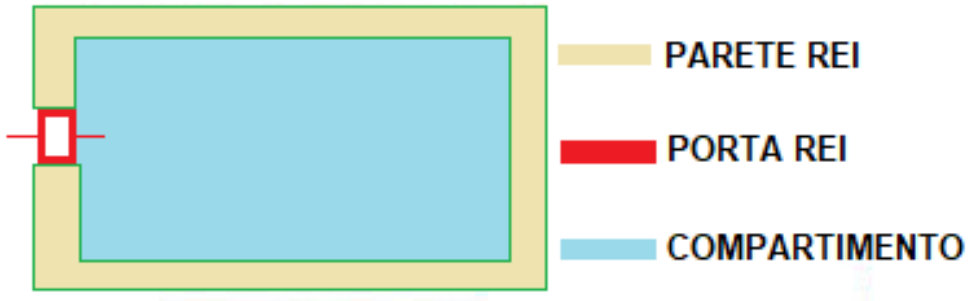
La protezione antincendio passiva

La protezione passiva comprende tutte quelle misure volte a contenere e limitare le conseguenze di un incendio nello spazio (misure a contrasto della propagazione) e nel tempo (misure a contrasto della durata), senza bisogno dell'intervento umano o di un impianto.
Le misure di **protezione antincendio passiva,** nel caso in cui si verificasse un incendio, sono in grado di proteggere ciò che è conservato al loro interno per un determinato periodo di tempo senza richiedere alcuna azione umana o impiantistica.

Una particolare caratteristica dei sistemi di protezione passiva è la **resistenza al fuoco**. Possono avere questa caratteristica:

- Strutture orizzontali e verticali;

- Pareti e solai di compartimentazione;
- Barriere antincendio;
- Contenitori ignifughi;
- Porte e in generale infissi;
- Sistemi di filtraggio a prova di fumo, per realizzare la comunicazione fra compartimenti



La Resistenza al fuoco: cos'è, come viene definita, quali metodologie per verificarla

Per **resistenza al fuoco** si intende, concretamente: "*l'intervallo di tempo, espresso in minuti di esposizione dell'elemento strutturale ad un incendio, durante il quale l'elemento costruttivo considerato conserva i requisiti progettuali di stabilità meccanica, tenuta ai prodotti della combustione e isolamento termico".*
Il "Codice di Prevenzione Incendi" (DD.MM. 3/8/2015 e 18/10/2019) definisce la **Resistenza al fuoco** come: "*una delle misure antincendio di protezione da perseguire per garantire un adeguato livello di sicurezza di un'opera da costruzione in condizioni di incendio. Essa riguarda la capacità portante in caso di incendio, per una struttura, per una parte della struttura o per un elemento strutturale nonché la capacità di compartimentazione in caso di incendio per gli elementi di separazione strutturali (es. muri, solai, …) e non strutturali (es. porte, divisori, …)*".

La capacità di resistenza al fuoco viene definita mediante l'acronimo **"REI"**, che sta proprio ad indicare i parametri di riferimento sopra indicati:
- Stabilità meccanica (**R**)
- Tenuta ai prodotti della combustione (**E**)
- Isolamento termico (**I**)

Il valore della Resistenza al Fuoco **REI** viene espresso mediante un numero (45, 60, 90, 120 ecc.) che esprime i minuti per i quali la struttura è in grado di garantire le caratteristiche di resistenza al fuoco. Ad esempio:

- con il simbolo **REI** (seguito da un numero n) si identifica un elemento costruttivo che conserva per un tempo determinato n la resistenza meccanica, la tenuta alle fiamme e ai gas caldi, l'isolamento termico;
- con il simbolo **RE** (seguito da un numero n) si identifica un elemento costruttivo che conserva per un tempo determinato n la resistenza meccanica e la tenuta alle fiamme e ai gas caldi;
- con il simbolo **R** (seguito da un numero n) si identifica un elemento costruttivo che conserva per un tempo determinato n la resistenza meccanica.

La **verifica di resistenza al fuoco** può essere eseguita sostanzialmente in 3 modi differenti:

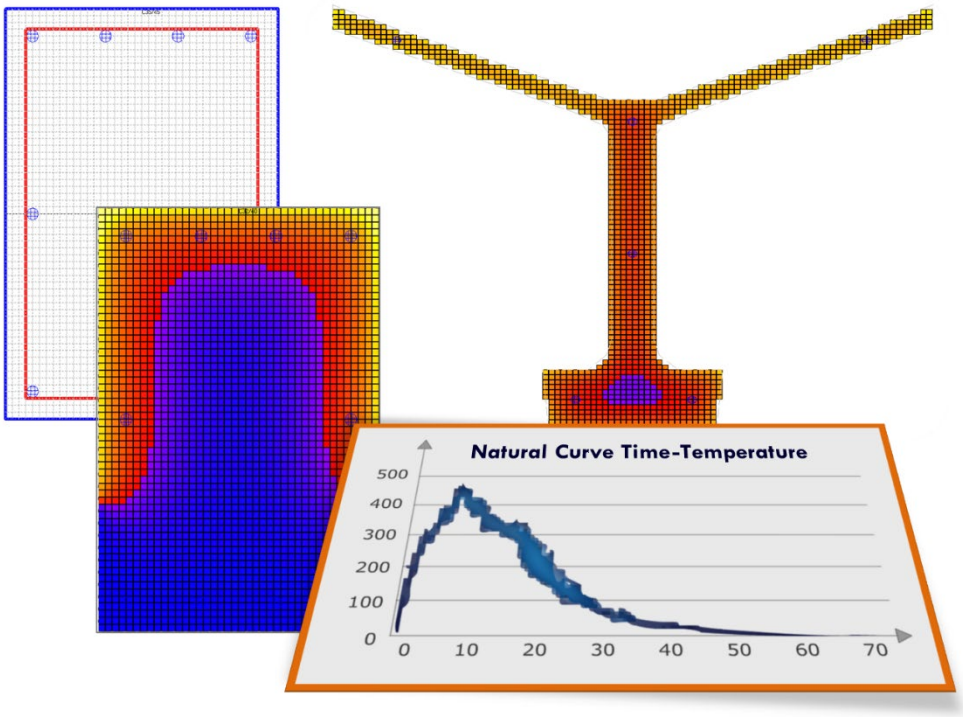
- **Tabellare**: modalità per la classificazione in base a confronti con tabelle;
- **Sperimentale**: modalità per la classificazione in base ai risultati di prove.
- **Analitico**: modalità per la classificazione in base ai risultati di calcoli;

Il metodo **Tabellare** è sicuramente il più semplice, infatti il progettista deve (rispettando alcuni parametri) commisurare il proprio elemento da certificare con tabelle, che forniscono senza alcun calcolo le caratteristiche di resistenza al fuoco dell'elemento. Le tabelle proposte dalla normativa italiana propongono delle condizioni sufficienti per la classificazione di elementi costruttivi resistenti al fuoco. I valori contenuti nelle tabelle sono il risultato di campagne sperimentali e di elaborazioni numeriche e si riferiscono alle tipologie costruttive e ai materiali di maggior impiego.
Il grande limite del metodo è dovuto al fatto che detti valori, pur essendo cautelativi, non consentono estrapolazioni o interpolazioni tra gli stessi oppure modifiche delle condizioni di utilizzo. L'uso delle tabelle è strettamente limitato alla classificazione di elementi costruttivi per i quali è richiesta la resistenza al fuoco nei confronti della curva temperatura-tempo standard.

Il metodo **Sperimentale** può ritenersi piuttosto semplice a livello di progettazione, ma decisamente oneroso per il cliente. Con questo metodo, infatti, il cliente è costretto ad installare e sostenere spese ingenti per la protezione delle strutture mediante elementi protettivi (lastre in materiale REI, vernici intumescenti, intonaci speciali...)

Il metodo **Analitico** è sicuramente quello più complesso e quello dove il progettista sfrutta a pieno le sue capacità ingegneristiche per verificare le prestazioni di resistenza al fuoco della struttura, analizzando sia le sollecitazioni sulla struttura che l'andamento delle temperature all'interno della sezione analizzata. Lo sforzo di progettazione è giustificato in quanto è possibile verificare una moltitudine di soluzioni e quindi certificare strutture senza dover far sostenere spese eccessive al titolare dell'attività.

Nei prossimi anni il metodo **Analitico**, con lo sviluppo di nuovi modelli software di più semplice controllo, diventerà il principale metodo in grado di soddisfare i professionisti certificatori, sia per la versatilità che per l'economicità proprie del metodo stesso.



Le soluzioni Conformi e Alternative nella verifica di resistenza al fuoco, secondo il Codice di Prevenzione Incendi

Il punto S.2.8.1 del "Codice di Prevenzione Incendi" stabilisce che la capacità del sistema strutturale in caso di incendio, si determina sulla base della capacità portante propria degli elementi strutturali **singoli**, **di porzioni di struttura o dell'intero sistema costruttivo**, comprese le condizioni di carico e di vincolo, tenendo conto della eventuale presenza di materiali protettivi.

Le deformazioni ed espansioni imposte o impedite dovute ai cambiamenti di temperatura per effetto dell'esposizione al fuoco, producono sollecitazioni indirette, forze e momenti nei singoli elementi strutturali, che devono essere tenuti in considerazione, ad eccezione dei seguenti casi:

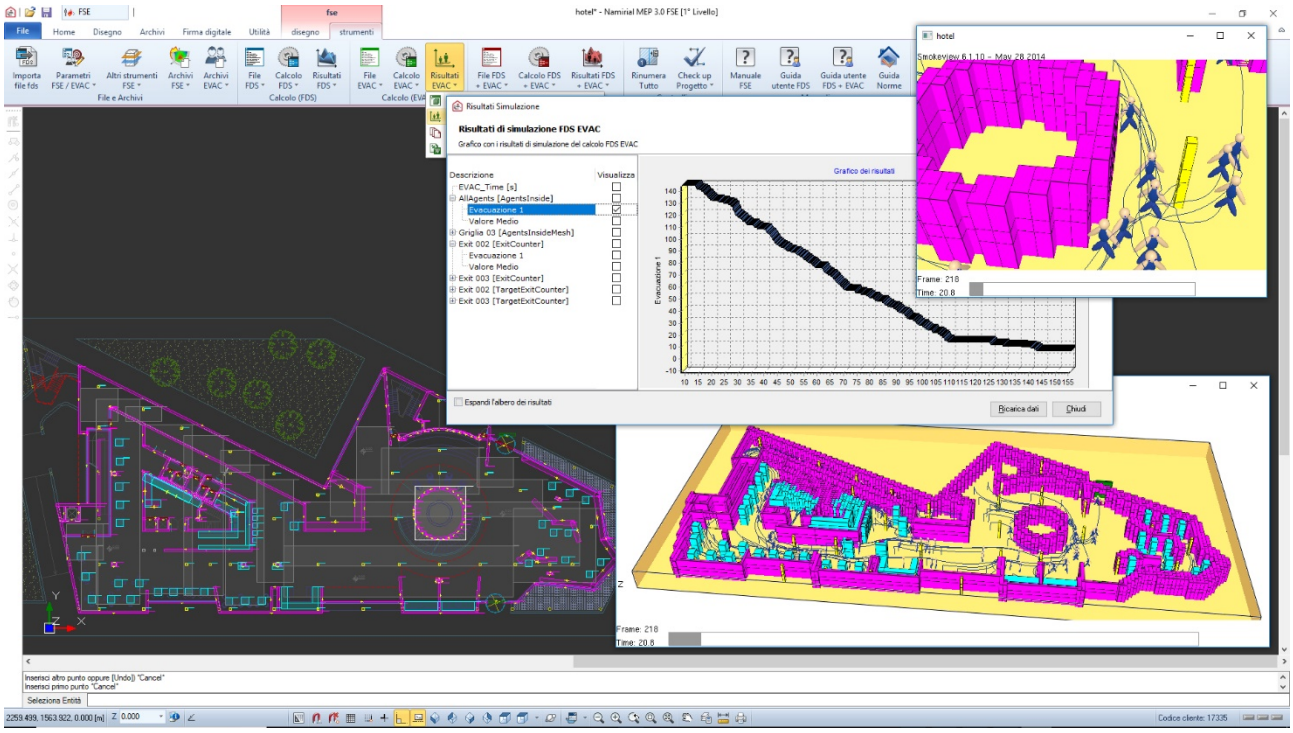
a) è riconoscibile a priori che esse sono trascurabili o favorevoli;
b) i requisiti di sicurezza all'incendio sono valutati in riferimento ad una curva nominale d'incendio.

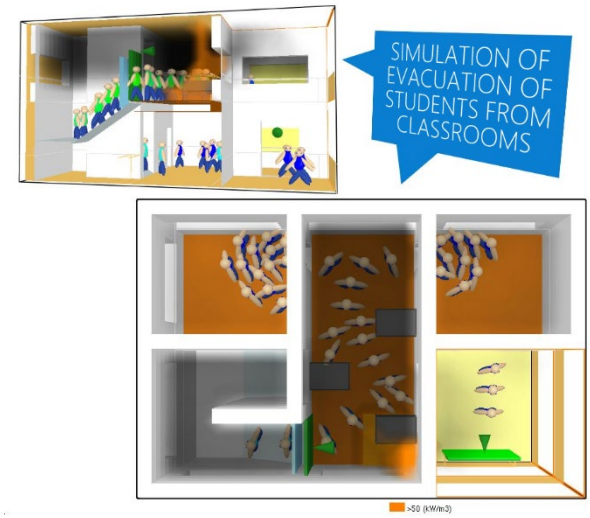
Di conseguenza le **soluzioni conformi** possono essere adottate con riferimento alla capacità portante propria di **elementi strutturali singoli**, mentre le **soluzioni alternative** devono essere studiate facendo riferimento alla capacità portante di **porzioni di struttura o dell'intero sistema strutturale**, a meno di verificare a priori che, per la particolare struttura in oggetto, l'effetto delle deformazioni ed espansioni dovute ai cambiamenti di temperatura sia trascurabile.

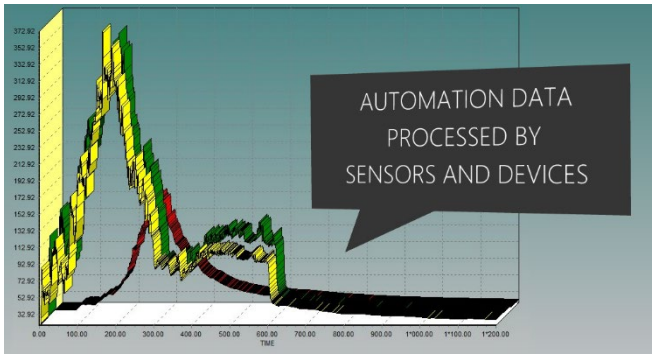
Questi concetti sono stati chiariti con la nota del Ministero dell'Interno prot. n. 9962 del 24/7/2020, che prevede, in caso di utilizzo di **curve naturali** di incendio per la verifica di elementi strutturali non protetti, di considerare le sollecitazioni indirette che si generano per deformazioni o espansioni, imposte o impedite, durante l'esposizione all'incendio rappresentato da queste tipologie di incendio, salvo i casi in cui è riconoscibile a priori che esse siano trascurabili o favorevoli. Le sollecitazioni indirette vengono normalmente portate in conto nelle modellazioni dell'intera struttura o di sottostrutture significative, questo in generale non avviene nei modelli analitici su singoli elementi che, per tale motivo, non sono applicabili con **incendi naturali**, ad eccezione dei casi in cui è riconoscibile a priori che esse siano trascurabili o favorevoli.

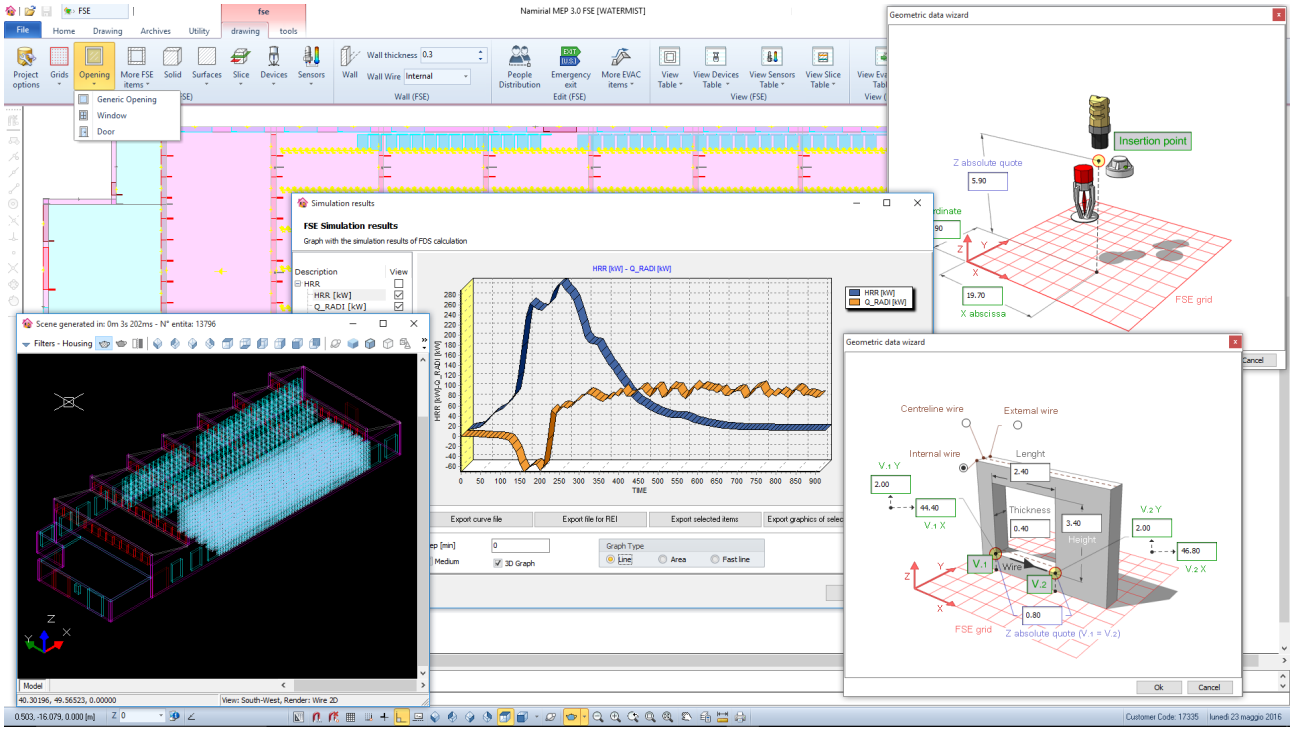
Nel caso dell'adozione di **soluzioni alternative**, utilizzando i metodi della **FSE**, allo stato dell'arte si utilizzano le seguenti tecniche:

- Si effettua una modellazione con un programma di fluidodinamica computazionale (CFD), in genere si utilizza il Fire Dynamics Simulator (**FDS**) del National Institute of Standards and Technology, per determinare, mediante l'apposizione di termocoppie virtuali all'interno dell'ambiente di simulazione, in corrispondenza delle sezioni più significative degli elementi strutturali, la variazione della temperatura nel tempo, ottenendo in questo modo le curve **naturali di incendio** di progetto.
- Si effettua un calcolo con un modello agli elementi finiti (Ansys, Adina, Straus, Safir) per ottenere il comportamento dell'intero complesso strutturale o di parte di esso, sotto l'azione del fuoco rappresentato dalle curve naturali di incendio, nelle ipotesi di carico e di calcolo previste dalle NTC.
- Si determina il comportamento termo-meccanico delle sezioni degli elementi strutturali ritenute più significative, calcolando la distribuzione delle temperature all'interno dei singoli elementi, al variare del tempo; si determina quindi il tempo di collasso dei singoli elementi strutturali, ottenendo infine la R da assegnare all'intero complesso strutturale.


hotel* - Namirial MEP 3.0 FSE [1° Livello]
Risultati Simulazione
Risultati di simulazione FDS EVAC
Grafico con i risultati di simulazione del calcolo FDS EVAC
Grafico dei risultati
hotel
Smokeview 6.1.10 - May 28 2014


SIMULATION OF EVACUATION OF STUDENTS FROM CLASSROOMS


AUTOMATION DATA PROCESSED BY SENSORS AND DEVICES



Quindi per effettuare una verifica analitica (termo-strutturale) della resistenza al fuoco, occorre utilizzare diversi modelli di calcolo anche di non semplice controllo.

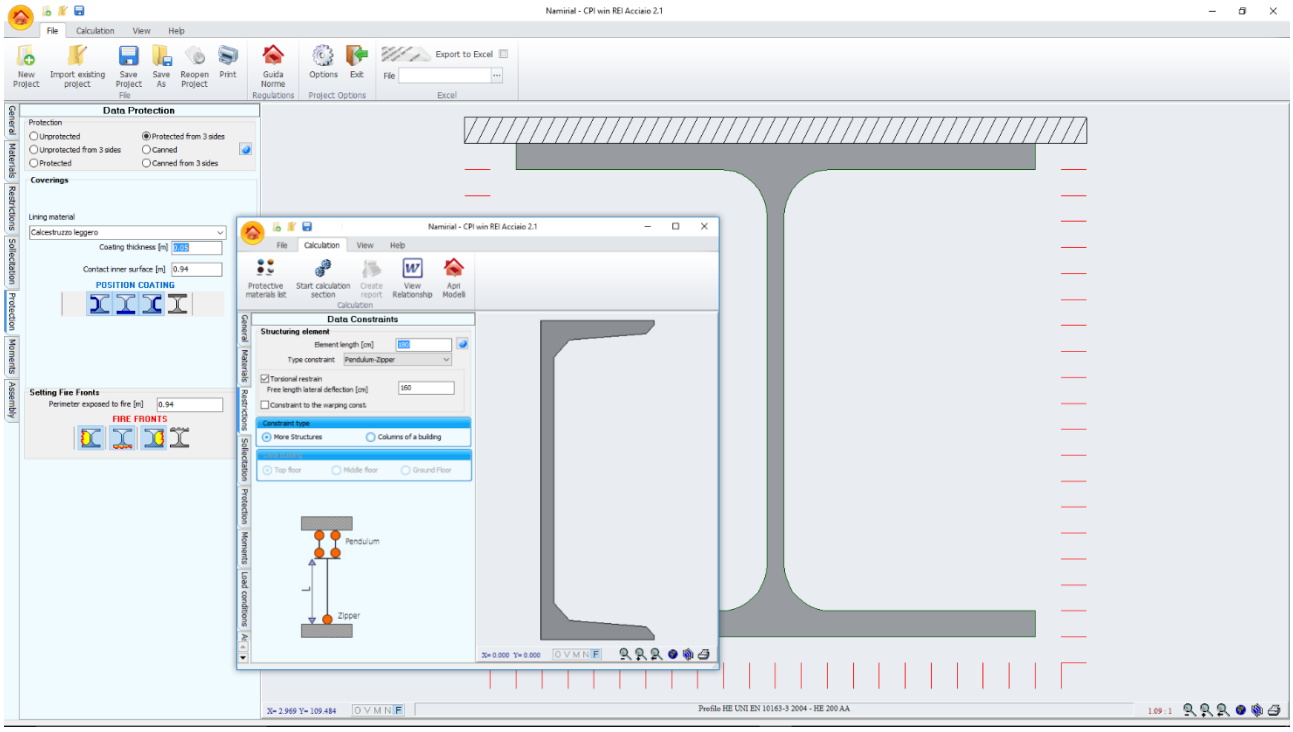
CPI Win REI: software di verifica analitica di resistenza al fuoco

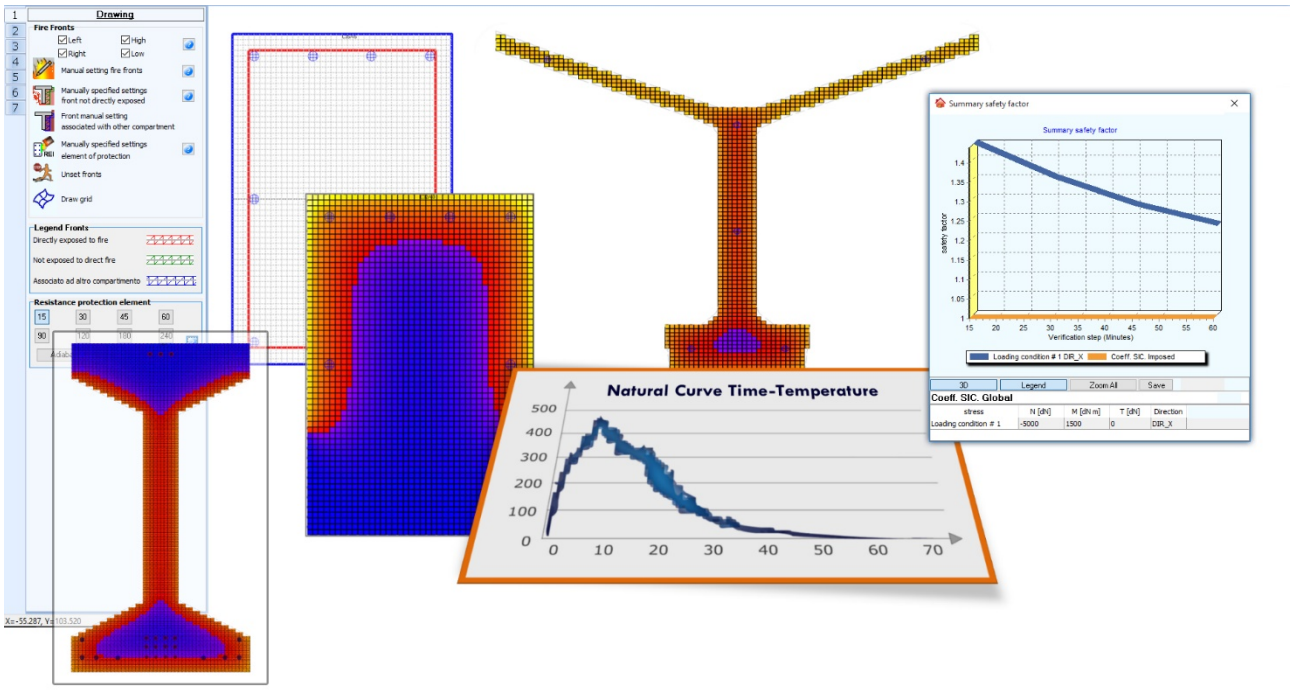
Il software Namirial CPI win REI verifica in modo analitico la resistenza al fuoco di strutture in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso, murature, profili in acciaio e strutture in legno.
Definita la struttura da verificare, si procede ad impostare i fronti di fuoco ai quali è esposta la sezione, associando gli elementi di protezione (se presenti). L'analisi termica consentirà di verificare la distribuzione delle temperature all'interno della struttura. Nel calcolo delle isoterme è possibile scegliere una curva naturale di incendio, ottenuta tramite i principi della Fire Safety Engineering (FSE), o una curva standard.
L'aggiunta di sollecitazioni e la scelta del coefficiente di sicurezza consentono di eseguire la verifica agli stati limite ultimo: per ogni passo stabilito, verrà verificato il comportamento termico e di resistenza dell'elemento oggetto di verifica. I risultati di calcolo, verranno esportati in una relazione dettagliata e personalizzabile.

NAMIRIAL s.p.a., al fine di adeguare allo stato dell'arte i propri modelli (CPI win FSE, CMP, CPI win REI) e per aderire alle richieste di moltissimi utenti, ha sviluppato e sta realizzando un programma di ricerca finalizzato alla creazione di un unico modello che permetterà a partire dal semplice

disegno della struttura nel suo complesso, di eseguire l'analisi fluidodinamica degli scenari di incendio previsti e successivamente l'analisi strutturale e termo-meccanica degli elementi, fino alla determinazione della resistenza al fuoco dell'intero complesso strutturale o di parte significative della struttura.

In un prossimo futuro quello che oggi deve essere realizzato utilizzando una sequenza di modelli, sarà rappresentato da un unico modello che permetterà una maggiore flessibilità e adattamento a qualunque tipo di struttura.





Arch. Martina Bellomia

Professionista antincendio