



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

DIPARTIMENTO
INGEGNERIA CHIMICA
MATERIALI AMBIENTE







ORGANIZZANO IN COLLABORAZIONE CON:

**IL CODICE
DI PREVENZIONE
INCENDI**

La progettazione antincendio
Applicazioni pratiche

La collana Quaderni Codice:
approccio «cindinico» alla prevenzione incendi


Mara Lombardi
@: mara.lombardi@uniroma1.it




Status quo:

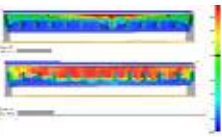
La progettazione antincendio, nel rispetto della normativa vigente in materia di prevenzione, può essere effettuata mediante:

- disposizioni stabilite ex ante (**metodo prescrittivo/soluzioni conformi**)
- soluzioni tecniche flessibili e aderenti a specifiche caratteristiche ed esigenze dell'attività soggetta (**metodo prestazionale/soluzioni «alternative»**).









NORME



PRESTAZIONI

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi



Il piano dell'opera:

Quaderno 1
Introduzione della Collana
Casi studio:
UFFICIO e AUTORIMESSA

Quaderno 2
Resistenza al fuoco (S.2)

Quaderno 3
Protezione attiva (S.6, S.7, S.8)

Quaderno 4
Esodo (S.4)

Quaderno 5
GSA e Operatività antincendio
(S.5, S.9)

Quaderno 6
Reazione al fuoco (S.1)

Quaderno 7
Compartmentazione (S.3)

Quaderno 8
(Metodi)

Quaderno 9
Impianti (S.10)

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi



Risultati:

IL CODICE DI PREVENZIONE INCENDI

INAIL La progettazione antincendio: Applicazioni pratiche nell'ambito del d.m. 3 agosto 2015 e s.m.i. 2018

INAIL La resistenza al fuoco degli elementi strutturali 2018


INAIL LA PROTEZIONE ATTIVA ANTINCENDIO 2019


Focus sulle misure S.6, S.7 e S.8 del Codice di prevenzione incendi:


- CONTROLLO DELL'INCENDIO
- RIVELAZIONE ED ALLARME
- CONTROLLO DI FUMI E CALORE

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi

Risultati:







Quaderno 1
Introduzione della Collana
Casi studio:
UFFICIO e AUTORIMESSA

4. La normativa applicabile

4.1 La "vecchia" RTV (d.m. 22 febbraio 2006)

4.2 La "nuova" RTV (d.m.i. 8 giugno 2016)

8. Progettare con la F.S.E. - approfondimento sulla modellazione dell'esodo

8.1 Considerazioni generali sullo studio dell'esodo


8.2 Aggregazione dei modelli di simulazione con quelli di incendio

8.3 Scenari di esodo differenziati per comportamento degli occupanti in caso di emergenza


8.4 Calcolo della durata dell'esodo


8.5 Elenco rappresentazioni grafiche

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi



Risultati:





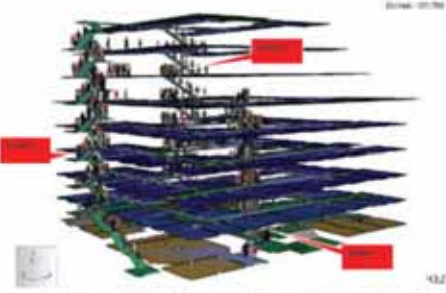
Quaderno 1
Introduzione della Collana
Caso studio:
UFFICIO

Soluzioni finalizzate al raggiungimento dei livelli di prestazione richiesti dai profili di rischio


↓

Principio di effettività

Esempio: Verifica di ridondanza delle vie di esodo



La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi



Risultati:





Quaderno 2
Resistenza al fuoco (S.2)


- Caso studio 1: resistenza al fuoco di elementi portanti in C.A.P.
- Caso studio 2: resistenza al fuoco di un solaio in C.A.
- Caso studio 3: resistenza al fuoco di una trave portante in acciaio
- Caso studio 4: resistenza al fuoco di una colonna portante in acciaio
- Caso studio 5: resistenza al fuoco di un solaio composto in acciaio e calcestruzzo
- Caso studio 6: resistenza al fuoco di una trave portante in legno
- Caso studio 7: resistenza al fuoco di una muratura portante
- Caso studio 8: resistenza al fuoco di una trave portante in alluminio

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi

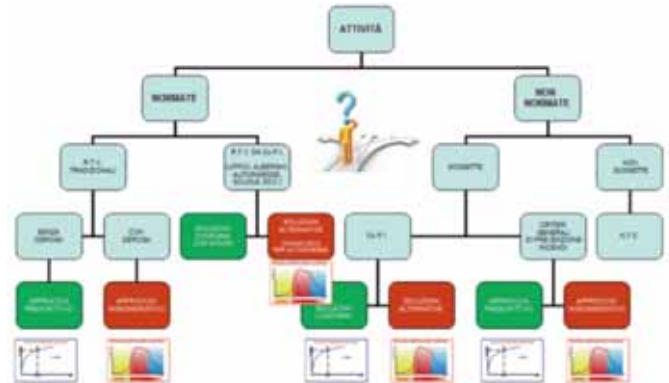


Risultati:

Quaderno 2
Resistenza al fuoco (S.2)




8. Le opportunità offerte al progettista dal Codice



Percorso logico da seguire per la selezione dei livelli strutturali di resistenza al fuoco da adottare alla costruzione
 Approccio «cindinico» V2 Approccio «cindinico»

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi



Risultati:

INCIL
CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI

LA PROTEZIONE ATTIVA ANTINCENDIO

INCIL Focus sulle norme S.6, S.7 e S.8 del Codice di prevenzione incendi
→ CONTROLLO DELL'INCENDIO
→ RILEVAZIONE ED ALLARMI
→ CONTROLLO DI PIANI E CALORE

2019

Quaderno 3
Protezione attiva (S.6, S.7, S.8)

Caso studio 1: progetto di un impianto di spegnimento idrico ad idranti

Caso studio 2: progetto di un impianto di spegnimento automatico a sprinkler

Caso studio 3: determinazione della curva caratteristica di un impianto sprinkler in base all'area operativa sfavorita ed in corrispondenza del punto di calcolo

Caso studio 4: progetto di un sistema antincendio water mist

Caso studio 5: progetto di un impianto di spegnimento a gas inerte

Caso studio 6: progetto di un impianto di spegnimento con aerosol a base di carbonato di potassio

Caso studio 7: progetto di un sistema di estinzione a servizio di serbatoi di liquidi infiammabili

Caso studio 8: progetto di un impianto di spegnimento a deplezione dell'ossigeno

Caso studio 13: progetto della protezione attiva in un deposito intensivo di sostanze infiammabili

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi

INCIL
CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI

Risultati:

INCIL
CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI

Quaderno 3
Protezione attiva (S.6, S.7, S.8)

Modellazione termica con FDS e CFAST - ipotesi incendio in un deposito di lavorati in legno - controllo automatico dell'incendio ed azione della rivelazione fumi

Effetto di un sistema automatico di controllo dell'incendio (sviluppo curva nominale di incendio) e di un sistema di rivelazione di incendio

Diagram showing a building layout with a fire source indicated by a red dot.

Sprinkler STANDARD - finestre aperte - FDS

VISTA IN SEZIONE DEL FUMO AL TEMPO $t = 404.5$ s - SCENARIO STANDARD CON FINESTRE APERTE

Sprinkler STANDARD - finestre chiuse - FDS

VISTA IN SEZIONE DEL FUMO AL TEMPO $t = 395.5$ s - SCENARIO STANDARD CON FINESTRE CHIUSE

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi

INCIL
CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI

Prossime pubblicazioni

Progettazione della misura Esodo



Forse sulla misura S.4 del Codice di prevenzione incendi
• Esodo

Quaderno 4
Esodo (S.4)

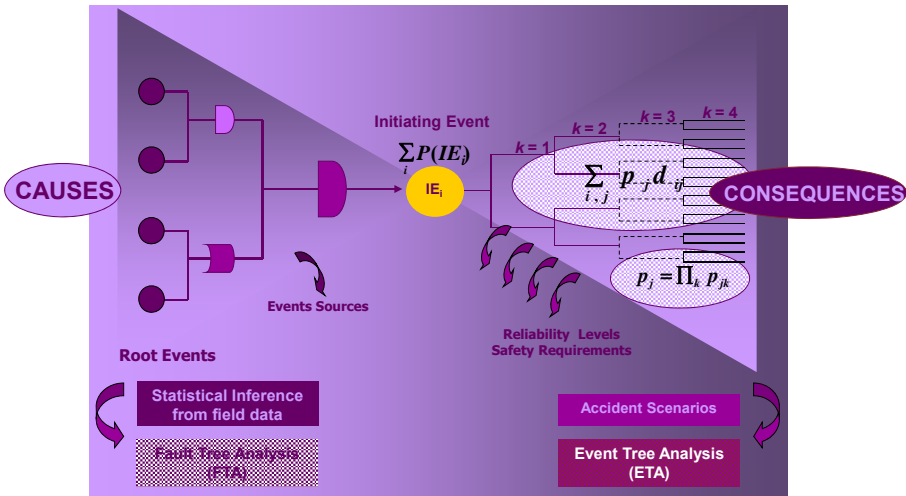
Quaderno 5
GSA e Operatività antincendio (S.5, S.9)

Quaderno 8
(Metodi)

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi

L'esperienza consolidata: la rappresentatività dell'analisi

- Definire il **rischio incendio** (**scenari?**)



The diagram shows a flow from **CAUSES** (Root Events) through an **Initiating Event** (IE_i) to **CONSEQUENCES**. The Initiating Event is defined by $\sum P(IE_i)$. The consequences are analyzed through **Reliability Levels** and **Safety Requirements**, leading to **Accident Scenarios** and **Event Tree Analysis (ETA)**. The probability of consequences is calculated as $p_j = \prod_k p_{jk}$.

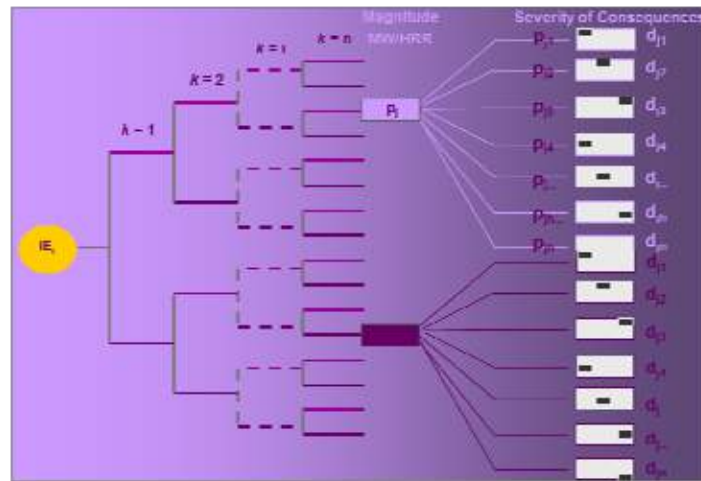
Statistical Inference from field data
Fault Tree Analysis (FTA)

Accident Scenarios
Event Tree Analysis (ETA)

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi

La definizione degli scenari «rappresentativi»

- Definire il **rischio incendio** (**scenari?**)



Event Tree Analysis

P_{jh} = Probability of the h^{th} consequences event given the j^{th} hazard scenario
 d_{jh} = Severity of the h^{th} consequences event given the j^{th} hazard scenario

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi

INAIL

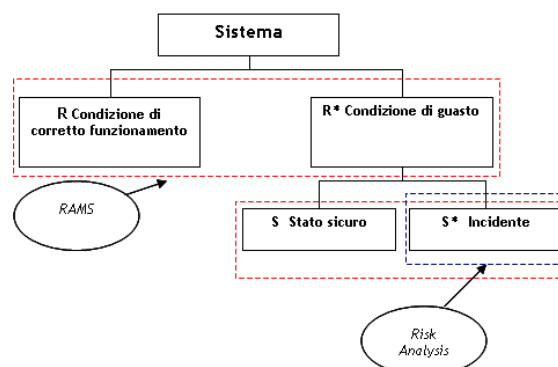


CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI

La definizione della «prestazione attesa»

- Individuare le misure progettuali compensative (**affidabilità?**)

Affidabilità: attitudine di un sistema ad adempiere alla funzione richiesta nelle condizioni fissate e per un periodo di tempo stabilito.



La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi

INAIL



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI

La definizione della «prestazione attesa»

- Individuare le misure progettuali compensative (**affidabilità?**)

RAMS – EN 50126

Reliability (*affidabilità*): attitudine di un sistema ad adempiere alla funzione richiesta nelle condizioni fissate e per un periodo di tempo stabilito

Availability (*disponibilità*): attitudine di un sistema ad essere in grado di svolgere una funzione richiesta a un dato istante o durante un dato intervallo di tempo, in condizioni determinate, supponendo che siano assicurati i mezzi esterni eventualmente necessari; rispetto all'affidabilità tale attitudine risulta condizionata dai tempi di riparazione in caso di guasto

Maintenability (*manutenibilità*): attitudine di un sistema, nelle condizioni specificate di uso, ad essere conservato o ripristinato in uno stato nel quale può adempiere alle funzioni richieste, quando la manutenzione è espletata nelle condizioni specificate e usando le procedure ed i mezzi prescritti

Safety (*sicurezza*): stato in cui il rischio di danno alle persone o alle cose è limitato ad un livello accettabile

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi



La definizione della «prestazione attesa»

- Individuare le misure progettuali compensative (**affidabilità?**)

Safety Integrity Level – SIL (IEC 61508)

Livelli codificati di prestazione SIL

Table 1
Quantitative SIL requirements

Safety Integrity Level	Low-demand mode of operation	High-demand mode of operation
	Average Probability of Failure on Demand (PFD_{avg})/activation	Probability of dangerous Failure per Hour (PFH)/h
SIL 4	$10^{-5} \leq PFD_{avg} < 10^{-4}$	$10^{-9} \leq PFH < 10^{-8}$
SIL 3	$10^{-4} \leq PFD_{avg} < 10^{-3}$	$10^{-8} \leq PFH < 10^{-7}$
SIL 2	$10^{-3} \leq PFD_{avg} < 10^{-2}$	$10^{-7} \leq PFH < 10^{-6}$
SIL 1	$10^{-2} \leq PFD_{avg} < 10^{-1}$	$10^{-6} \leq PFH < 10^{-5}$

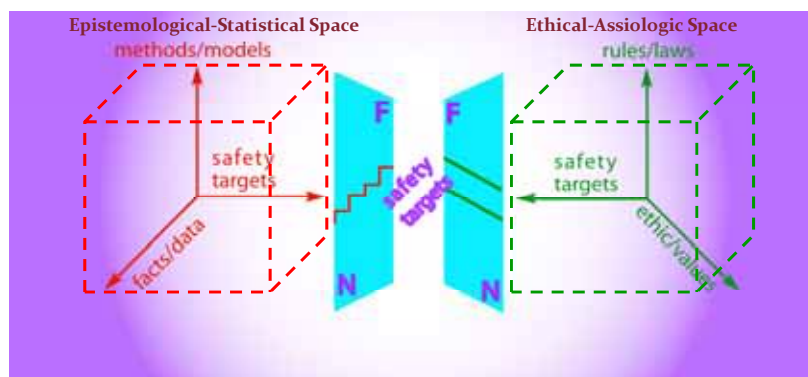
Il SIL indica una **caratteristica di affidabilità del sistema**, e come tale non è un indicatore di rischio, cioè non è in grado di definire il rischio caratteristico del sistema, in quanto non comprende una valutazione sul livello di conseguenza dell'eventuale malfunzionamento.

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi



La logica prestazionale: iperspazio cindinico

- Individuare le **misure progettuali compensative** (**affidabilità?**)



- a - Safety Targets Definition (governmental acts)
- b - Best Design according Rules and Safety Targets

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi



Approccio cindinico: verifica di coerenza

- Individuare le **misure progettuali compensative** (**affidabilità?**)

Efficacia ed efficienza del sistema

- Principio generale di **proporzionalità tra scopi**, responsabilità e poteri, costi
- Criterio di attribuzione razionale del potere fra i vari soggetti, che dovrebbe garantire:
 - il principio di **responsabilità** sui costi imposti dalle decisioni, in modo da favorire l'equilibrio paretiano assoluto dell'allocazione delle risorse economiche
 - il principio dell'**intervento efficace**, individuando, nella complessità dei flussi di produzione del servizio, il soggetto capace di prevenire con la massima efficacia un effetto indesiderato sul sistema

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi



Approccio cindinico: verifica di coerenza

- Individuare le **misure** progettuali **compensative** (**affidabilità?**)

Efficacia ed efficienza del sistema

- Determinazione delle **responsabilità** del processo partecipato di progettazione antincendio.
- **Sostenibilità** della progettazione (costi degli investimenti selezionati dal processo di sistema in relazione ai benefici ottenibili)
- Gerarchizzazione delle **priorità** degli interventi selezionati dal processo di sistema in un'ottica di analisi costi-benefici.

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi

INCIL



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INCENDI

L'accettabilità del rischio residuo

- Ottimizzare i **costi** di adeguamento applicando le misure efficaci per perseguire gli obiettivi di sicurezza (**compliance?**)



La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi

INCIL



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INCENDI

Antefatto: Progettazione prestazionale in Italia

D.M. 16 febbraio 2007 «*Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione*»

Introduce ai moderni strumenti di **valutazione della resistenza al fuoco strutturale e della compartimentazione**.

D.M. 09 marzo 2007 «*Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco*»

Introduce i concetti di **curve naturali**, cioè le curve di incendio reale, in alternative alle curve nominali.

D.M. 09 maggio 2007 «*Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio*»

Introduce i concetti fondamentali di **scenario, incendio di progetto, potenza termica, condizioni al contorno, caratteristiche dell'attività e delle persone presenti al suo interno**.

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi



Antefatto: Progettazione prestazionale in Italia

Art. 7 Osservatorio per l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio

Decreto del Ministero dell'interno 9 maggio 2007
LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DEI PROGETTI

2. Scheda informativa generale

Finalità per le quali è applicato l'approccio ingegneristico, tra cui in particolare:

- valutazione dei **tempi di esodo**
- analisi dei **campi termici** generati
- analisi della **diffusione degli agenti tossici** e **verifica delle vie di esodo**
- valutazione dei **requisiti di resistenza** al fuoco di: strutture, costruzione o parte di essa

3.3. Identificazione dei Livelli di prestazione

I parametri possono includere:

- livelli di **temperatura massima** alla quale si può essere esposti
- livelli di **visibilità**
- livelli di **irraggiamento termico**
- livelli di **concentrazione delle specie tossiche**

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi



Il Codice di prevenzione incendi: potenzialità

Art. 2 – Campo di applicazione

Le norme tecniche di cui all'art. 1, comma 1, si applicano alla progettazione, alla realizzazione e all'esercizio delle attività di cui all'allegato I del decreto del Presidente della Repubblica 1 ° agosto 2011, n. 151, individuate con i numeri: 9; 14; da 19 a 40; da 42 a 47; da 50 a 54; 56; 57; 63; 64; 66, ad esclusione delle strutture turistico-ricettive all'aria aperta e dei rifugi alpini; 67, ad esclusione degli asili nido; da 69 a 71; 73; 75; 76. Sono fatte salve le modalità applicative alternative di cui all'art. 2-bis.

Gazzetta ufficiale n. 95 del 23 aprile 2019 - Decreto del Ministero dell'Interno 12 aprile 2019 *"Modifiche al decreto 3 agosto 2015, recante l'approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139"*

decorrenza: 21 ottobre 2019



Ampliato il campo di applicazione

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi



Il Codice di prevenzione incendi: potenzialità

Allegato I - Norme tecniche di prevenzione incendi

Sezione G - Generalità

- [G.1 Termini, definizioni e simboli grafici](#)
- [G.2 Progettazione per la sicurezza antincendio](#)
- [G.3 Determinazione dei profili di rischio delle attività](#)

Sezione S - Strategia antincendio

- [S.1 Reazione al fuoco](#)
- [S.2 Resistenza al fuoco](#)
- [S.3 Compartimentazione](#)
- [S.4 Esodo](#)
- [S.5 Gestione della sicurezza antincendio](#)
- [S.6 Controllo dell'incendio](#)
- [S.7 Rivelazione ed allarme](#)
- [S.8 Controllo di fumi e calore](#)
- [S.9 Operatività antincendio](#)
- [S.10 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio](#)

Sezione V - Regole tecniche verticali

- [V.1 Aree a rischio specifico](#)
- [V.2 Aree a rischio per atmosfere esplosive](#)
- [V.3 Vani degli ascensori](#)
- [V.4 Uffici](#)
- [V.5 Attività ricettive turistico - alberghiere](#)
- [V.6 Attività di autorimessa](#)
- [V.7 Attività scolastiche](#)
- [V.8 Attività commerciali](#)

Sezione M - Metodi

- [M.1 Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio](#)
- [M.2 Scenari di incendio per la progettazione prestazionale](#)
- [M.3 Salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale](#)



Approccio generale alla sicurezza antincendio secondo principi e modelli validati in ambito internazionale

La collana Quaderni Codice: approccio «cindinico» alla prevenzione incendi



