



dipartimento
di ingegneria
e architettura

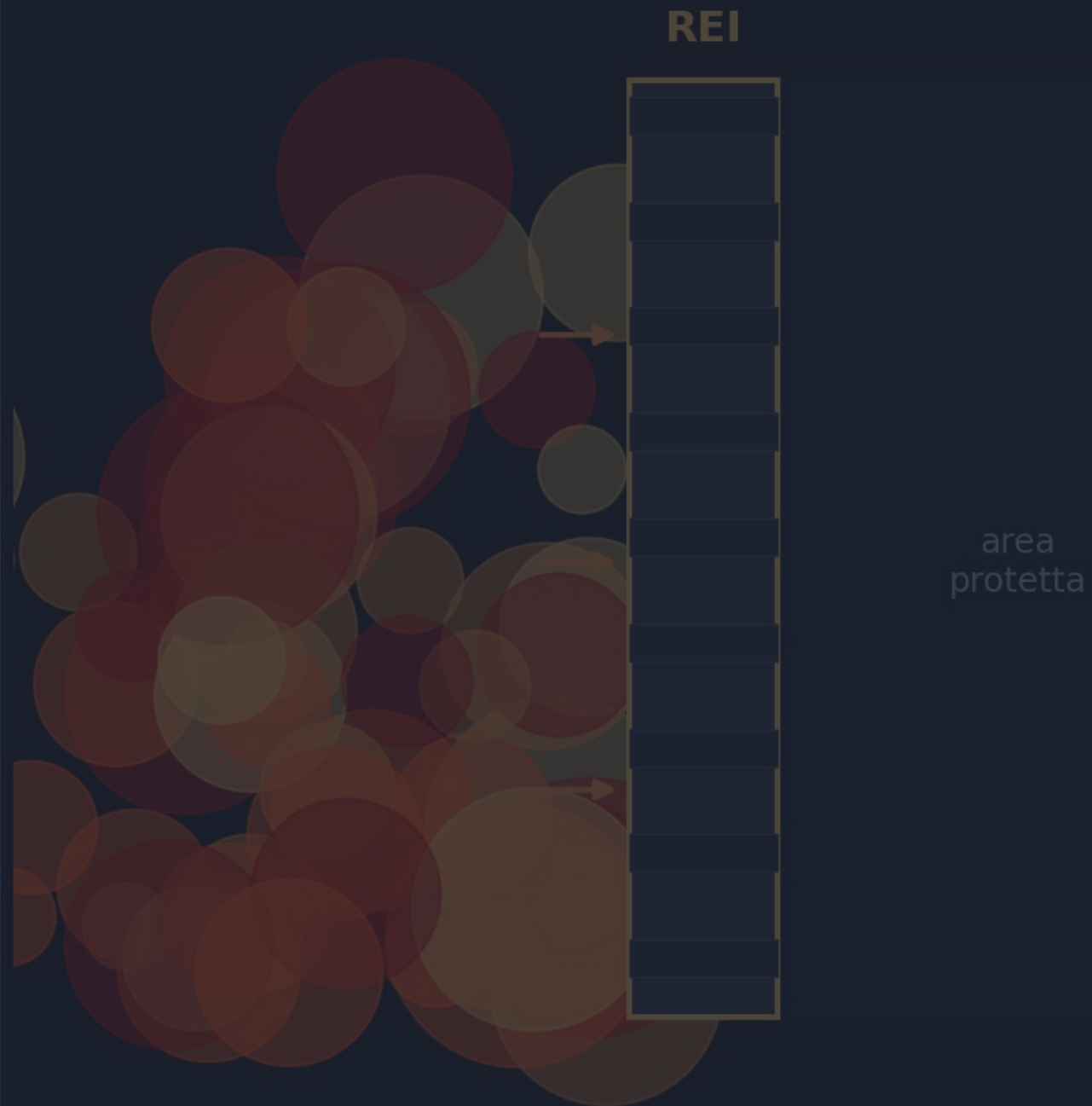
MODULO 1 • LEZIONE 5

Le strategie antincendio

I • protezione passiva

Reazione • Resistenza • Compartimentazione al fuoco

- S.1 reazione al fuoco dei materiali
- S.2 resistenza al fuoco delle strutture
- S.3 compartimentazione antincendio



Indice della lezione

Le prime tre strategie del Codice: la difesa che non si attiva, c'è e basta

PARTE I • QUADRO | PARTE II • S.1 REAZIONE

1. Le 10 strategie del Codice — visione d'insieme
2. Passiva vs attiva vs gestionale
- S.1 — Reazione al fuoco**
3. Definizione e obiettivo
4. Euroclassi EN 13501-1 e sottoclassi
5. Livelli di prestazione e dove si applica
6. Certificazione (CPR) ed esempio applicato

PARTE III • S.2 RESISTENZA | PARTE IV • S.3

- S.2 — Resistenza al fuoco**
7. R, E, I e la classe REI
8. Livelli e classi richieste • 9. Tre metodi
10. Materiali • 11. Protezione passiva
- S.3 — Compartimentazione**
12. I 4 spazi • 13. Quando si compartimenta
14. Elementi • 15. Filtro a prova di fumo
16. Esempio • 17. Sintesi e verifica

OBIETTIVI FORMATIVI

Al termine lo studente sarà in grado di: distinguere reazione e resistenza al fuoco e collocarle tra le misure passive • leggere e assegnare le Euroclassi (es. B-s1,d0) e le classi REI in funzione del livello di prestazione e del carico d'incendio • impostare una compartimentazione (spazi, elementi, filtri) e svolgere un esempio applicativo coerente con il Codice (D.M. 3/8/2015).

1. Le dieci strategie antincendio del Codice

La Sezione S del D.M. 3/8/2015: dieci misure (RTO) sempre da considerare

S.1 Reazione al fuoco

S.2 Resistenza al fuoco

S.3 Compartimentazione

S.4 Esodo

S.5 Gestione sicurezza (GSA)

S.6 Controllo dell'incendio

S.7 Rivelazione e allarme

S.8 Controllo fumi e calore

S.9 Operatività antincendio

S.10 Sicurezza impianti
tecnologici

Tre per ciascun obiettivo

Le dieci strategie sono Regole Tecniche Orizzontali (RTO): si applicano a tutte le attività soggette, indipendentemente dalla destinazione d'uso. Ognuna prevede quattro livelli di prestazione (I-IV) da scegliere in base al rischio.

Questa lezione tratta le prime tre — S.1, S.2, S.3 — che sono il cuore della **protezione passiva**: misure che non richiedono attivazione né energia, ma che proteggono per la loro stessa esistenza fisica. La Lezione 6 svilupperà S.4-S.10 (esodo e protezione attiva).

2. Protezione passiva, attiva e gestionale

Tre famiglie di misure che lavorano insieme

PASSIVA

Misure che agiscono senza attivazione, sempre presenti:

- Reazione al fuoco (S.1)
- Resistenza al fuoco (S.2)
- Compartimentazione (S.3)
- Distanze di sicurezza
- Sistema delle vie d'uscita

Non dipendono da energia o intervento umano.

ATTIVA

Misure che si attivano in caso d'incendio:

- Estintori e idranti (S.6)
- Impianti sprinkler (S.6)
- Rivelazione e allarme (S.7)
- Controllo di fumi e calore (S.8)
- Illuminazione di sicurezza

Richiedono attivazione, alimentazione o manovra.

GESTIONALE / ORGANIZZATIVA

Misure procedurali e umane:

- Gestione sicurezza GSA (S.5)
- Piano di emergenza ed evacuazione
- Formazione e addetti antincendio
- Prove di evacuazione periodiche
- Manutenzione e registri

Garantiscono l'efficacia nel tempo delle altre due.

Perché la passiva viene per prima

La protezione passiva è la più affidabile perché non può “guastarsi” né “non attivarsi”: un muro REI 120 resta tale finché è integro. È il primo strato della difesa in profondità e condiziona tutto il resto — la compartimentazione (S.3), per esempio, si fonda interamente sulla resistenza al fuoco (S.2) degli elementi che la realizzano.

STRATEGIA S.1

Reazione al fuoco

Il comportamento dei materiali nella fase di innesco e propagazione

Misura passiva che agisce nei primi minuti dell'incendio

3. S.1 — Definizione e obiettivo

Quanto un materiale contribuisce all'incendio (non quanto vi resiste)

CHE COS'È

La reazione al fuoco misura il comportamento di un materiale (in genere non strutturale) sottoposto a incendio, in termini di: accensione, propagazione della fiamma, sviluppo di calore e fumo, gocciolamento di particelle incandescenti.

OBIETTIVO DELLA STRATEGIA

Limitare la probabilità che l'incendio si sviluppi e si propaghi, riducendo l'inflammabilità dei materiali e quindi: la velocità di propagazione, la produzione di calore, l'emissione di fumo e gas tossici.

Reazione ≠ Resistenza

Reazione al fuoco (S.1) riguarda i materiali (rivestimenti, arredi, finiture) e il loro contributo all'incendio nella fase iniziale. **Resistenza al fuoco (S.2)** riguarda gli elementi costruttivi (strutture, pareti) e la loro capacità di mantenere stabilità e tenuta nel tempo. Sono concetti distinti ma complementari.

Riferimenti normativi: D.M. 3 agosto 2015 (Codice) capitolo S.1 · Regolamento UE 305/2011 (CPR – Prodotti da Costruzione) · EN 13501-1 e UNI EN ISO 11925-2 (classificazione europea).

4. Le Euroclassi EN 13501-1

Una lettera per il comportamento, due indici per fumo e gocciolamento

Classe	Comportamento	Esempio di materiale
A1	Incombustibile, nessun contributo	Calcestruzzo, lana di roccia
A2	Quasi incombustibile	Pannelli in gesso con fibra minerale
B	Combustibile, bassa propagazione	Legno trattato ignifugo
C	Propagazione moderata	Alcuni tessuti ignifughi
D	Propagazione significativa	Legno grezzo, moquette comune
E	Prestazione minima (ritiro alla fiamma)	Polistirolo espanso
F	Nessuna prestazione determinata	Materiali non testati

Esempio: **B-s1,d0** = buona reazione, fumo scarso, nessun gocciolamento.

INDICE s — FUMO (smoke)

s1 = fumo scarso
s2 = fumo medio
s3 = fumo intenso

INDICE d — GOCCIOLAMENTO

d0 = nessun gocciolamento
d1 = gocciolamento limitato
d2 = gocciolamento abbondante

Classificazioni speciali: i pavimenti usano il suffisso **FL** (es. Bfl-s1), le condutture/isolamenti il suffisso **L**. La vecchia classificazione italiana (D.M. 26/6/1984, Classe 0-5) è oggi sostituita dalle Euroclassi e vale solo in regime transitorio.

5. S.1 — Livelli di prestazione e applicazione

Quattro livelli (I–IV) e gli ambiti dove la strategia si applica

Livello	Obiettivo	Applicazione tipica
I	Comportamento minimo richiesto	Attività a basso rischio e carico d'incendio
II	Controllo della propagazione	Uffici, scuole, aree civili
III	Materiali non infiammabili in aree critiche	Aree ad alto affollamento o compartimentate
IV	Tutti i materiali incombustibili	Ospedali, gallerie, vie di fuga protette

Il livello cresce con il rischio

La scelta del livello dipende da tipo di attività, affollamento, carico d'incendio e valore dei beni esposti. Più alta è la vulnerabilità degli occupanti (es. ospedali, gallerie), più severo è il requisito imposto ai materiali.

DOVE SI APPLICA

- Rivestimenti interni ed esterni (pareti, soffitti, pavimenti)
- Tessuti (tendaggi, moquette, sedili)
- Materiali isolanti (pannelli, contropareti)
- Impianti tecnici e canalizzazioni
- Arredi fissi rilevanti per la sicurezza

In particolare:

- Vie d'esodo → classe A2 o B con s1,d0
- Spazi affollati → no classe C o peggiore

Certificazione (CPR): la reazione al fuoco si attesta con marcatura CE secondo il Regolamento Prodotti da Costruzione, etichetta con la classe EN 13501-1 e certificato di prova di laboratorio notificato. Il progettista antincendio verifica e allega i certificati al progetto.

6. S.1 — Esempio applicato: una scuola

Come si traducono i requisiti in scelte di capitolato

PAVIMENTI

Minimo classe Bfl-s1 (B, fumo scarso, suffisso pavimento).

RIVESTIMENTI PARETI

B-s1,d0 nei corridoi di esodo; C-s2,d1 tollerabile nelle aule.

TENDE E TESSUTI

Certificate classe 1 italiana o C-s1,d0 europea.

CONTROSOFFITTI

A2-s1,d0 se presenti lungo le vie di esodo.

Lettura del caso

Il principio guida è la gerarchia dei percorsi: più un ambiente è critico per l'esodo, più severa è la classe richiesta. **I corridoi e le vie di fuga** — dove le persone transitano in emergenza — impongono i requisiti più alti (A2/B, s1, d0), perché lì non sono ammessi né fumo abbondante né gocciolamento. **Le aule**, presidiate e con permanenza limitata, tollerano classi leggermente inferiori.

Conclusione: la reazione al fuoco è un pilastro della prevenzione — agisce su materiali, arredi, impianti e finiture, va gestita con certificazione e progettazione coerente, ed è obbligatoria in tutte le attività soggette.

STRATEGIA S.2

Resistenza al fuoco

La capacità degli elementi costruttivi di mantenere le proprie funzioni

Stabilità • tenuta • isolamento, misurati in minuti

7. S.2 — Le tre prestazioni: R, E, I

La resistenza al fuoco è il tempo, in minuti, in cui un elemento mantiene le sue funzioni

$$REI = R + E + I \text{ (minuti di prestazione)}$$



**Resistenza
meccanica**

la struttura
non crolla



Tenuta (Ermeticità)

non passano
fiamme e fumi



**Isolamento
termico**

il calore non
si trasmette

Come si legge “REI 120”

Un muro **REI 120** mantiene per 120 minuti la stabilità meccanica (R), la tenuta a fumi e fiamme (E) e la capacità di non trasmettere calore oltre i limiti (I).

Finalità della S.2: garantire la stabilità strutturale (evitare il collasso), assicurare la compartimentazione, tutelare l'incolumità delle persone durante l'esodo e proteggere beni e continuità operativa.

8. S.2 — Livelli, classi richieste e sigle

Dal livello di prestazione e dal carico d'incendio alla classe minima

Livello	Classe minima
I	R 30 o REI 30
II	REI 60
III	REI 90
IV	REI 120 o più

La classe dipende da: livello di prestazione S.2 (I-IV), carico d'incendio specifico q_f [MJ/m²] e durata dell'incendio (analisi convenzionale o naturale).

R • RE • REI — quando si usano

- R (stabilità) o RE: elementi strutturali (pilastri, travi, solai) che devono solo non collassare e tenere.
- REI: elementi di compartimentazione (pareti tra compartimenti, porte, serrande) che devono anche isolare termicamente.
- EI: elementi non portanti (porte, vetrate, attraversamenti cavi).

Tipo elemento	Classe tipica
Pilastro portante in acciaio	R 60 o RE 60
Parete tra compartimenti	REI 60
Porta tagliafuoco	EI ₂ 120
Cavo / attraversamento	EI 30

Tendenza attuale: negli Eurocodici (es. UNI EN 1992-1-2) per le strutture portanti si parla quasi sempre di **RE** e non più di REI — l'isolamento (I) si richiede solo quando l'elemento separa anche due compartimenti o una via d'esodo.

9. S.2 — I tre metodi di verifica

Tre strade per dimostrare la classe di resistenza al fuoco

1 • TABELLARE

Si ricava la classe da tabelle normate in funzione di geometria e materiali.

Rif.: UNI 9490, D.M. 16/2/2007.

Vantaggio: rapido e a favore di sicurezza.
Limite: conservativo, poco flessibile.

2 • ANALITICO

Calcolo della prestazione con le curve d'incendio (nominale o naturale) e modelli strutturali (anche FEM).

Rif.: Eurocodici (EN 1991-1-2, EN 1992/1993/1994-1-2).

Vantaggio: ottimizza la progettazione.
Limite: richiede competenze e dati.

3 • SPERIMENTALE

Prova diretta dell'elemento in forno di laboratorio secondo le curve normate.

Rif.: UNI EN 1363/1364/1365, EN 1634-1 (porte).

Vantaggio: evidenza diretta, marcatura CE.
Limite: costoso, su campione specifico.

Cosa deve produrre il progettista

Relazione tecnica con la modalità scelta (tabellare/analitica/sperimentale) • certificati di prova o marcatura CE dei prodotti • relazioni strutturali in condizioni d'incendio (se calcolo analitico) • risultati delle simulazioni (se Fire Safety Engineering). In caso di FSE, va dimostrato che il collasso non avviene prima del completamento dell'esodo sicuro.

10-11. S.2 — Materiali e protezione passiva

Alcuni materiali resistono per natura; altri vanno protetti

Materiale / tecnica	Prestazione tipica
Calcestruzzo armato	RE 120+ senza rivestimenti (resistenza intrinseca)
Muratura piena tradizionale	EI 90-120 (separazioni)
Solai in laterocemento	R 60-120 senza protezioni
Strutture in acciaio	R 15 nuda → RE 60+ se protetta

PERCHÉ L'ACCIAIO VA PROTETTO

L'acciaio è incombustibile ma molto sensibile al calore: oltre ~500-600 °C perde rapidamente resistenza meccanica (thermal weakening). Da solo offre appena R 15; con protezione passiva raggiunge RE 60 e oltre.

LE 5 FAMIGLIE DI PROTEZIONE PASSIVA

Vernici intumescenti

Si espandono col calore creando uno strato isolante; ideali per acciaio a vista.

Intonaci speciali

A base di vermiculite, perlite o gesso; ottimi su c.a. e muratura.

Pannelli antincendio

Calcio-silicato o gesso, prefabbricati; per acciaio, vani scala, cavedi.

Cartongesso antincendio

Lastre con anima minerale per contropareti e controsoffitti REI.

Protezione di impianti

Collari/manicotti intumescenti, sigillature certificate per cavi e condotte.

STRATEGIA S.3

Compartimentazione

Suddividere l'opera in volumi resistenti al fuoco

Confinare l'incendio, proteggere l'esodo, limitare i danni

12. S.3 — Gli spazi della compartimentazione

Il Codice definisce con precisione i volumi e le barriere



13. S.3 — Quando e perché si compartimenta

Non una formula, ma una valutazione tecnico-prestazionale

Caso	Obiettivo
Superamento di limiti dimensionali	Limitare la propagazione dell'incendio
Separazione tra aree a rischio diverso	Evitare l'estensione tra zone critiche
Protezione delle vie di esodo	Garantire un'evacuazione sicura
Locali tecnici a rischio (es. gruppi elettrogeni)	Confinare il rischio localmente

Compartimentazione o distanze?

Lo stesso obiettivo (limitare la propagazione) si può ottenere con distanze di separazione o con barriere REI. Le distanze richiedono molto spazio libero: spesso la compartimentazione interna è la soluzione più sostenibile ed economica.

Distanza di separazione (cenno): si dimensiona perché l'irraggiamento sul bersaglio resti $\leq 12,6 \text{ kW/m}^2$; con metodo tabellare $d = \alpha \cdot p + \beta$, dove p è la percentuale di foratura della facciata radiante.

CRITERI PROGETTUALI

- Dimensionare in base al carico d'incendio specifico (MJ/m^2)
- Limitare la superficie del compartimento (ordine di $1.000\text{--}4.000 \text{ m}^2$ secondo uso e altezza)
- Garantire la continuità delle barriere (nessuna discontinuità)
- Gestire le interferenze impiantistiche
- Integrare con rivelazione, EFC e sprinkler

Tipologie: orizzontale (solai), verticale (pareti a tutta altezza), comparti speciali (quadri elettrici, CED, depositi).

14. S.3 — Elementi e attraversamenti

Una barriera vale solo se è continua: ogni varco va protetto

Elemento	Requisito tipico
Pareti divisorie	EI 60-120
Solai tra piani	REI 60-120
Porte tagliafuoco	EI ₂ 60-120, autochiudenti
Vetrate antincendio	EI 30-120
Cavedi impianti	EI 60-120
Serrande tagliafuoco	EI 120

ATTRAVERSAMENTI: I PUNTI DEBOLI

- Qualsiasi passaggio in una parete o solaio interrompe la barriera e va protetto:
- Collari intumescenti su tubazioni plastiche
 - Manicotti antifumo per impianti elettrici
 - Sigillature certificate EI per cavi multipli
 - Serrande tagliafuoco sulle condotte d'aria

Le porte tagliafuoco — sigle: **E** tenuta • **I** isolamento • **Sa/S200** tenuta ai fumi • **C** cicli di autochiusura. Es. **EI₂ 120-C5-Sa** = 120 min, isola, tiene i fumi, autochiusura classe 5.

Verifica e manutenzione: controllo periodico di chiusure tagliafuoco (autochiusura, guarnizioni), ispezione delle sigillature, documentazione delle Dichiarazioni di Prestazione (DoP). La compartimentazione rientra tra le misure da includere nel DVR e nel piano di emergenza (ISO 45001).

15. S.3 — Il filtro a prova di fumo

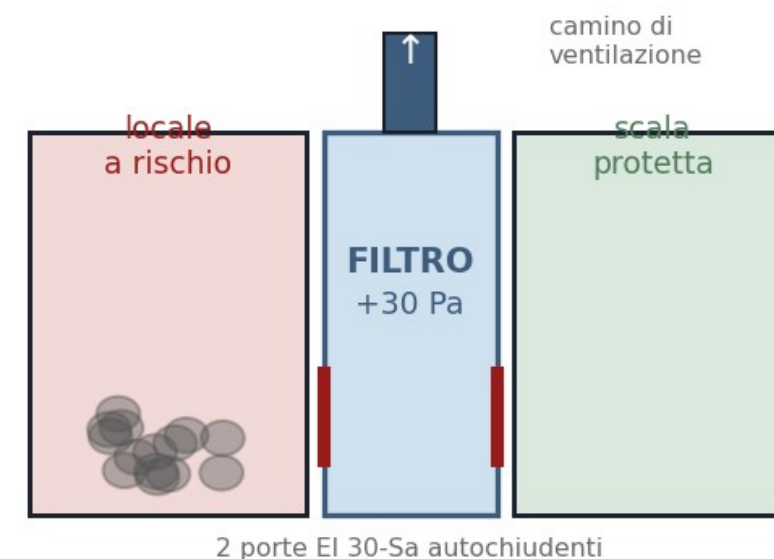
La camera di compensazione che protegge le vie d'esodo

CHE COS'È UN FILTRO

Un compartimento antincendio con bassa probabilità d'innesco e basso carico ($q_f \leq 50 \text{ MJ/m}^2$), con classe di resistenza al fuoco ≥ 30 min e due o più porte tagliafuoco almeno E 30-Sa autochiudenti.

FILTRO A PROVA DI FUMO — 3 requisiti in più

- Camino di ventilazione (sezione $\geq 0,10 \text{ m}^2$, sfociante sopra la copertura)
- Apertura laterale verso l'esterno ($\geq 1 \text{ m}^2$)
- Sistema di pressurizzazione che mantiene $\geq 30 \text{ Pa}$ di sovrappressione



A cosa serve: interrompere il passaggio di fumo e calore tra un locale a rischio e una via d'esodo protetta (tipicamente un vano scala). La sovrappressione impedisce ai fumi di entrare quando si apre la porta, garantendo comunque la facile apertura per l'esodo e l'autochiusura in fase di attivazione.

16. S.3 — Esempio applicato: edificio industriale

Dal carico d'incendio alla suddivisione in compartimenti (D.M. 3/8/2015)



1 • DATI

5.000 m² su un piano · h 6 m · 60 occupanti ·
plastiche, solventi, cartone.

2 • CARICO q_{f,d}

600 + 300 + 300 = 1.200 MJ/m² (carico
d'incendio specifico di progetto).

3 • CLASSE REI

Per q_{f,d} ≈ 1.200 MJ/m²: pareti/solai REI 120;
porte EI₂ 120.

4 • COMPARTIMENTI

Due da 2.500 m² (Produzione / Magazzino)
separati da parete REI 120.

Documentazione: planimetrie con compartimenti e vie d'esodo · schede tecniche e certificazioni REI/EI dei prodotti · calcolo del carico d'incendio · sigillatura certificata degli attraversamenti, tutto nella relazione tecnica allegata alla SCIA.

17. Riepilogo · i messaggi chiave

Sette concetti da portare con sé

1

S.1, S.2, S.3 sono protezione passiva: proteggono senza attivarsi.

3

Euroclasse completa: lettera + indice fumo (s) + gocciolamento (d), es. B-s1,d0.

5

La classe REI cresce col livello di prestazione e col carico d'incendio q_f .

2

Reazione (S.1) = contributo dei materiali; resistenza (S.2) = tenuta degli elementi.

4

REI = R (stabilità) + E (tenuta) + I (isolamento), in minuti.

6

Tre metodi di verifica S.2: tabellare, analitico, sperimentale.

Il filo del corso

Lez. 1-2 combustione e materiali

Lez. 3 sistema normativo

Lez. 4 fenomeni industriali e rischio

Lez. 5 (questa) S.1-S.2-S.3 protezione passiva

Lez. 6 S.4-S.10: esodo e protezione attiva.

AUTOVALUTAZIONE

1. Cosa significa la sigla B-s1,d0?
2. Differenza tra R, RE e EI e quando usarli.
3. Quali sono i tre metodi di verifica della S.2?
4. Quali requisiti rendono "a prova di fumo" un filtro?
5. Perché un attraversamento è un punto critico?



UNA RIFLESSIONE FINALE

« La protezione passiva non chiede attenzione,
non suona allarmi, non si accende. *È semplicemente lì,
e mentre tutto brucia, regge.* »

Lezione 5 · Strategie antincendio I — protezione passiva