



COMPORTAMENTO AL FUOCO

IL PVC IN EDILIZIA

Centro di Informazione sul PVC
Via M. U. Traiano, 7 - 20149 Milano
www.pvcforum.it infopvc@tin.it

- 1. Gli edifici ed i comportamento al fuoco:
progettazione, prevenzione e controllo, incendi e
combustioni, comportamento al fuoco.**

- 2. Comportamento al fuoco dei pavimenti resilienti a base di
PVC**

- 3. Comportamento al fuoco dei materiali da costruzione:
la nuova classificazione europea, l'utilizzo dei materiali
nelle attività specifiche.**

1. GLI EDIFICI ED IL COMPORTAMENTO AL FUOCO: PROGETTAZIONE, PREVENZIONE E CONTROLLO, INCENDI E COMBUSTIONI, COMPORTAMENTO AL FUOCO

1.1 Progettazione

1.2 Prevenzione e controllo

1.3 Incendi e combustioni

1.4 Comportamento al fuoco: resistenza e reazione

1.5 La classificazione italiana ed europea per la reazione al fuoco dei materiali

1.6 Il ruolo dei pavimenti resilienti

1.1 PROGETTAZIONE

I progressi nella tecnica delle costruzioni, l'impiego di nuovi materiali, le moderne concezioni nella composizione architettonico – funzionale degli edifici per il soddisfacimento delle crescenti esigenze della vita civile, la necessità del migliore sfruttamento delle aree fabbricabili, consentono ed impongono progettazioni di edifici di misura sempre crescente nelle superfici e nelle altezze.

Secondo il criterio dell'omogeneità, sono distinguibili gruppi di problemi connessi con:

- l'edificio, per quanto concerne l'urbanistica, la tipologia, le strutture e la composizione architettonica funzionale;
- il contenuto dell'edificio, per quanto concerne il carico di fuoco mobile e i rischi associati ai servizi generali e tecnologici derivanti dall'uso di energia termica, elettrica e meccanica;
- gli occupanti dell'edificio, per quanto concerne gli aspetti psicologici delle condizioni di affollamento e i rischi di panico associati all'evacuazione di emergenza.

Seguendo il criterio dei danni presunti, in caso di incendio, alle persone e all'edificio, le soluzioni dei problemi sono connesse con tre concetti fondamentali:

- stati limite, rispetto ai quali le strutture, in ben definite circostanze, assolvono alle loro funzioni progettuali durante il periodo di esposizione al fuoco, in dipendenza del comportamento al fuoco del materiale e delle strutture;
- contenimento delle aree di incendio nel tempo e nello spazio;
- progettazione e pianificazione di un sistema organizzato delle vie di uscita per l'evacuazione di emergenza degli edifici.

Su queste basi la progettazione omogenea per il conseguimento del livello “optimum” della sicurezza dal punto di vista socio – economico richiede la soluzione integrata di due ordini di problemi: problemi di natura strutturale e problemi di natura architettonico – funzionale.

I primi sono connessi con il comportamento al fuoco dei materiali e delle componenti strutturali. I secondi, a loro volta, riflettono due aspetti fondamentali:

- il controllo dei sistemi di combustione per prevenire l'insorgenza e contenere lo sviluppo e la propagazione nello spazio e nel tempo dell'incendio;
- la concezione di sistemi di protezione degli occupanti degli edifici dai pericoli dell'incendio.

1.2 PREVENZIONE E CONTROLLO

La sicurezza antincendio è un'entità concettuale espressa a livello di obiettivi. I mezzi, le azioni ed i modi per il conseguimento di questi obiettivi formano l'oggetto della prevenzione incendi, la quale, articolata nelle due branche della prevenzione incendi propriamente detta e della protezione antincendio, può essere definita come lo studio e l'applicazione dei modi d'azione diretti a limitare le probabilità dell'accadimento dell'evento incendio e le probabilità dei danni consequenziali o, in altre parole, a ridurre la frequenza e la magnitudo del rischio d'incendio entro "limiti accettabili".

Lo studio delle misure, dei provvedimenti, delle azioni e dei modi della prevenzione incendi richiede una risposta alla domanda concernente la natura e gli stati evolutivi dell'incendio allo stato potenziale e allo stato attivato. Dal punto di vista chimico gli incendi non sono altro che processi di combustione accidentale, processi, cioè, che si svolgono al di fuori del controllo dell'uomo. Ciò vuol dire che lo studio dei metodi di controllo di incendi potenziali e di quelli attivi si basa sull'applicazione dei principi teorici del controllo dei sistemi di combustione.

Un sistema potenziale d'incendio è costituito da due entità essenziali: le sostanze combustibili e le sostanze comburenti, interagenti fra loro e con il contorno fisico (il sistema ambiente). L'attivazione ed il controllo di un sistema potenziale d'incendio (di combustione) avviene per modificazione delle variabili di entrata e di uscita del sistema stesso.

I problemi connessi con lo sviluppo e l'applicazione delle tecniche del controllo dei sistemi d'incendio sono quindi strettamente legati alla teoria della combustione.

La prevenzione incendi persegue certi ben determinati obiettivi, secondo modi di azione derivati dai principi teorici del controllo degli incendi e da considerazioni e valutazioni di ordine sociale, politico, economico e psicologico.

Gli obiettivi hanno in sostanza la duplice finalità di:

- tutela dell'incolumità delle persone;
- conservazione dei beni materiali.

Dal concetto della duplicità degli obiettivi sono derivati due modi di porre i problemi della prevenzione incendi sul piano tecnico e socio – economico, dando luogo alla discriminazione della materia in prevenzione primaria (sicurezza primaria) e prevenzione secondaria (sicurezza secondaria).

La prevenzione primaria tratta i problemi concernenti la salvaguardia delle vite umane, dei valori umani e degli interessi pubblici. Sono escluse, come già detto, soluzioni basate su valutazioni di solo ordine economico, per l'implicazione di motivazioni di natura etica, psicologica e politica. La prevenzione secondaria tratta i problemi della sicurezza, le cui soluzioni implicano ad un livello ottimo degli investimenti nei sistemi di protezione.

I modi per il conseguimento degli obiettivi prefissati possono riassumersi nei due principi fondamentali della prevenzione-controllo con rispettivamente:

- riduzione del rischio d'incendio, inteso nel senso probabilistico della riduzione della frequenza della insorgenza dell'incendio stesso;
- riduzione dei rischi connessi con la velocità di produzione delle energie dell'incendio.

Le misure di protezione sono di tipo passivo e di tipo attivo.

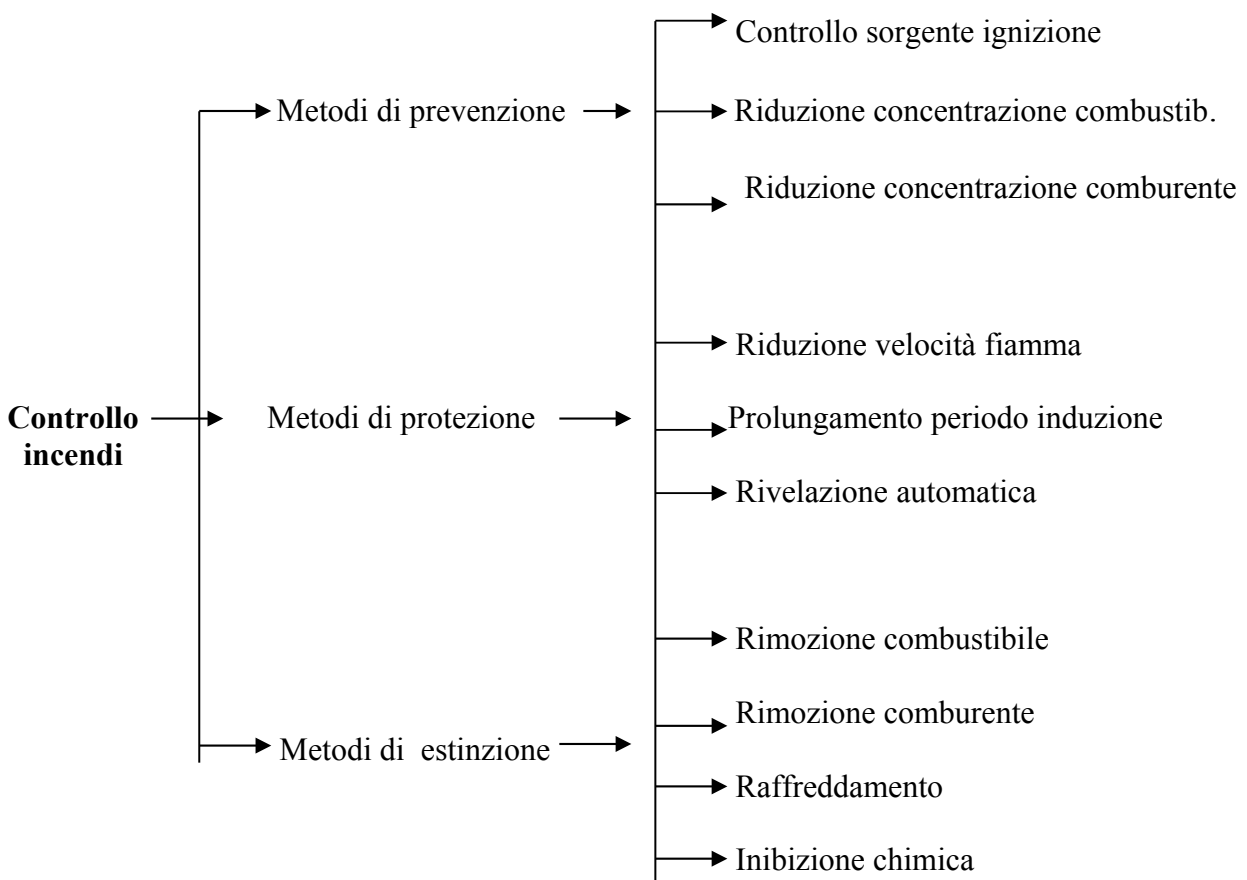
La protezione passiva persegue il duplice scopo di contenere i danni alle strutture entro limiti riferibili ad una soglia di severità degli incendi correlata al sistema potenziale di combustione e di evitare o limitare gli effetti nocivi dei prodotti della combustione a persone o cose; essa è dunque esprimibile in termini di comportamento al fuoco delle strutture (resistenza al fuoco, reazione al fuoco) di isolamento, di compartimentazione e

sezionamento dell'edificio, di sistemi statici di ventilazione e rimozione dei prodotti della combustione e di disegno delle vie dell'evacuazione di emergenza.

Le misure-sistemi di protezione attiva perseguono lo scopo di abbassare la frequenza degli incendi di severità superiore ad una certa soglia, per mezzo della loro rivelazione precoce e dell'estinzione rapida nella prima fase del loro sviluppo. Riassumendo, i metodi di controllo degli incendi sono il risultato di modi di azione diretti al loro condizionamento attraverso misure che ne prevengono l'insorgenza e ne riducono gli effetti.

Nella tabella 1 sono riportati schematicamente i principali modi di azione dei metodi di controllo degli incendi.

Tavola 1 - Riassunto schematico dei metodi di controllo degli incendi



INCENDIO E COMBUSTIONI

1.3.1) Incendi

La rappresentazione schematica della dinamica dell'incendio per mezzo dei classici schemi del tetraedro o della croce del fuoco non evidenzia la caratteristica evolutiva di un sistema di incendio. Conviene ricorrere alla rappresentazione semplificata del processo d'incendio, considerando un sistema che può essere definito in ogni istante dalle sue variabili di entrata e di uscita.

Le variabili di entrata sono le entità, combustibile e comburente, e l'energia di ignizione, che deve essere superiore all'energia di attivazione.

Le variabili di uscita sono i prodotti della combustione, costituiti da materia (fumi, gas, vapori e residui solidi) e l'energia prodotta.

L'attivazione ed il controllo di un sistema potenziale d'incendio avviene per modificazione delle condizioni del suo contorno fisico e cioè per mezzo delle modificazioni delle variabili di entrata e delle variabili di uscita. La sottrazione del calore prodotto o, in maniera più generale, lo scambio termico con il contorno fisico del sistema stesso, avviene in tre modi diversi: per conduzione, per convezione e per irraggiamento.

Il punto di passaggio dal periodo delle ignizioni al periodo dello sviluppo rappresenta il flash – over o punto di ignizione totale corrispondente all'incendio.

Le propagazioni spaziali dell'incendio da un compartimento all'altro dell'edificio, da un edificio all'altro, dall'edificio ad installazioni esterne e viceversa, avvengono per irraggiamento e per trasporto dei prodotti di combustione, di faville o di corpi incendiati, prevalendo l'una azione o l'altra a seconda del mezzo attraverso il quale si propaga l'incendio.

1.3.2) Combustioni

La combustione è una reazione esotermica riguardante la combinazione di una sostanza con l'ossigeno. Quasi tutte le sostanze sono, in grado maggiore o minore, soggette alla combustione. L'ossidazione lenta è chiamata talvolta combustione lenta.

Il vasto campo della combustione può essere suddiviso in tre sezioni principali:

- **Combustione omogenea**, la combustione di sostanze gassose (caratterizzata dal sistema gas + gas);

- **Combustione eterogenea**, la combustione di sostanze solide e liquide (sistemi: solido + gas o liquido + gas);
- **Combustione dei sistemi condensati** (esplosivi).

Ogni processo di combustione o decomposizione di una sostanza è di fatto un processo chimico, che consiste essenzialmente nella trasformazione delle sostanze reagenti. Per evidenti interessi legati ai materiali solidi viene di seguito analizzata in dettaglio la combustione eterogenea.

La combustione eterogenea

La combustione eterogenea è il processo di combustione dei sistemi eterogenei nei quali il componente combustibile, liquido o solido, è in uno stato di aggregazione diversa dal comburente gassoso che è ossigeno.

La maggior parte dei processi di combustione delle sostanze solide e liquide si svolgono nella forma di fiamme di diffusione sia nel caso di combustioni accidentali, come gli incendi di liquidi nei serbatoi, di depositi di legno, ecc., sia nel caso di impiego di combustibili negli impianti di generazione di calore. Perché abbia luogo un processo di combustione eterogenea è necessario che sia assicurato il contatto fra le parti chimicamente attive del sistema.

Nelle fiamme, il contatto intimo è compiuto per mezzo del mescolamento diffusivo dei reagenti la cui velocità determina la forma della fiamma e la velocità di combustione.

Una schematizzazione generale dell'intero processo di formazione delle fiamme da diffusione può configurarsi come successione di vari stati: evaporazione e sublimazione; mescolamento con ossidante; reazione chimica.

La combustione dei solidi

I combustibili solidi sono per la maggior parte composti organici ed in parte di origine minerale, come per esempio, i metalli combustibili.

La combustione dei combustibili di origine organica è caratterizzata dalla successione di due stadi: sublimazione dei componenti volatili e combustione del carbonio della massa residua (coke), costituita da carbonio e da componenti minerali (ceneri).

Nel primo stadio la sostanza combustibile, sottoposta all'azione di riscaldamento di una sorgente esterna si decompone nella sua parte volatile, dando luogo alla formazione di miscele infiammabili di gas e vapori. Se la temperatura della sorgente di ignizione è superiore alla temperatura di autoignizione della miscela formatasi sulla superficie del combustibile, ha inizio la combustione degli elementi volatili con formazione di fiamma di diffusione. Tale processo, somigliante all'ignizione dei combustibili liquidi, cessa, con scomparsa graduale della fiamma, al termine dell'emissione degli elementi volatili. La sua durata dipende dallo scambio termico fra combustibile e la sorgente d'ignizione, dalla superficie specifica di reazione e dalla perdita di calore speso per l'evaporazione dell'umidità e la decomposizione della parte volatile del combustibile.

La maggior parte del calore è speso per l'essiccamento del combustibile, essendo la capacità termica delle sostanze combustibili relativamente bassa ($0,2 \div 0,3$ Kcal/kg). Il secondo stadio del processo caratterizzato, come si è detto, dalla combustione del carbonio della massa residua, ha inizio al termine del processo di eliminazione dei componenti volatili della sostanza e dura fino alla combustione completa del carbonio.

Il processo del secondo stadio si svolge a temperatura più elevata di quello del primo stadio quasi costante, fino al termine della combustione, a spese dell'intenso calore della reazione. Quest'ultimo aspetto rappresenta la caratteristica fondamentale di differenziazione dello svolgimento tra i due stadi.

Per i combustibili organici possono quindi distinguersi due valori della temperatura di ignizione, riferiti rispettivamente all'ignizione degli elementi volatili e all'ignizione della massa del residuo solido. L'ignizione di quest'ultime ha luogo alla rottura dell'equilibrio termico fra il calore generato dalla reazione di ossidazione ed il calore dissipato nello spazio circostante. La temperatura alla quale ha luogo la spontanea e rapida accelerazione del processo chimico di ossidazione, quando il calore prodotto dalla reazione supera il calore dissipato, corrisponde alla temperatura di ignizione del combustibile solido.

La combustione eterogenea del residuo solido delle sostanze combustibili è determinata dalle proprietà puramente chimiche della reazione e dall'afflusso del comburente gassoso

dallo spazio circostante sulla superficie di reazione del solido. La velocità di reazione dipende perciò dai fattori che influenzano l'aspetto chimico e l'aspetto fisico del fenomeno. Sotto l'aspetto fisico va detto che il trasporto dell'ossigeno nella zona di reazione e la rimozione dei prodotti di reazione avviene per diffusione ed il processo è regolato da leggi puramente fisiche.

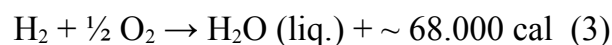
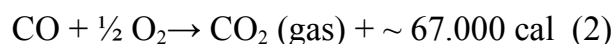
Dal punto di vista del processo chimico il meccanismo della combustione dei residui carbonici consiste nello svolgimento di una reazione complessa che conduce alla formazione simultanea di ossido di carbonio CO e di anidride carbonica CO₂.

Aspetti chimici della combustione

In senso stretto la combustione, come già detto, è un processo chimico di ossidazione di una sostanza (combustibile) da parte di un'altra, l'ossigeno (comburente).

Le reazioni di combustione, com'è noto, sono globalmente esotermiche: esse sviluppano energia sotto forma di calore e, ad alte temperature, anche di luce.

L'energia connessa al processo di combustione dipende essenzialmente dalla composizione chimica del combustibile. I combustibili normali o tradizionali sono costituiti principalmente di due elementi: carbonio e idrogeno. Questi elementi, combinandosi con l'ossigeno, possono dar luogo a varie reazioni:



L'ossidazione diretta del carbonio a biossido di carbonio sviluppa un'energia termica pari alla somma delle energie prodotte dalla (1) e dalla (2), in quanto, per la legge di Hess, lo stesso composto finale si raggiunge attraverso stadi diversi di reazione:



Si definisce **calore di combustione** l'energia totale liberata, sotto forma di calore durante la reazione di ossidazione completa di una mole della sostanza combustibile. L'unità di misura è la Kcal/mole o il J/mole .

Il calore di combustione è indipendente dalla concentrazione dell'ossigeno nell'aria.

Il calore di combustione è:

- **ISOTERMO**, se i prodotti finali della combustione sono riportati alla stessa temperatura alla quale si trovano i reagenti allo stato iniziale;
- **ISOCORO**, se la combustione si sviluppa a volume costante, ad esempio in un ambiente chiuso;
- **ISOBARO**, se la combustione si sviluppa a pressione costante, così come si verifica nella maggioranza dei casi.

Si definisce **potere calorifico** di un combustibile la quantità di calore prodotta dalla combustione completa, a pressione costante, dell'unità di massa o di volume del combustibile, avendo riportato i prodotti della combustione alla temperatura iniziale.

Il potere calorifico di una sostanza è quindi pari al calore di combustione moltiplicato per il numero di moli contenute in un Kg (o in un m^3) di quella sostanza.

Se il combustibile contiene atomi di idrogeno si considerano due diversi valori del potere calorifico: potere calorifico superiore (P.C.S.) e potere calorifico inferiore (P.C.I.).

Il potere calorifico inferiore è pari al potere calorifico superiore diminuito del calore di evaporazione, o di condensazione, del vapore d'acqua che si forma durante la combustione: ai fini pratici è questo il potere calorifico cui si fa quasi sempre riferimento. Infatti le molecole d'acqua che si formano durante la reazione evaporano immediatamente assorbendo calore ($600 \text{ Kcal}/\text{kg}$ circa): se non avviene la ricondensazione del vapore, è chiaro che questa quantità di calore può considerarsi perduta.

L'unità di misura del potere calorifico è la Kcal/kg o il MJ/kg ($1 \text{ Kcal} = 4186,8 \text{ J}$) nel caso di combustibili solidi o liquidi; la Kcal/m^3 nel caso di combustibili gassosi. Il m^3 può essere riferito a condizioni STANDARD (Stm^3 : 15°C ; $1,01325 \text{ bar}$) o NORMALI (Nm^3 : 0°C ; $1,01325 \text{ bar}$).

Nella tabella sono riportati i valori dei pesi specifici in kg/m³ e dei poteri calorifici inferiori di alcune sostanze

Sostanza	Peso kg /m ³ (a 15° C)	Potere calorifico inferiore	
		Kcal/kg	MJ/kg
Acetilene	1,179	1160	48
Alcool etilico	800	6400	27
Alcool metilico	790	4750	20
Anidride carbonica	1,976	1530	6,5
Antracite	800 ÷ 1200	7400 ÷ 8300	31 ÷ 34
Benzina	680 ÷ 800	10500	44
Benzene	880	9600	40
Bitume (catrame)	1100 ÷ 1500	9300÷10200	38 ÷ 42
Butano	2,68	10600	46
Carbone di legna	180 ÷ 250	7100÷7500	30 ÷32
Carbon fossile nazionale	750 ÷ 850	5300	22
Carbon coke	350 ÷ 480	7200	30
Carta sfusa	350 ÷ 800	4000	17
Carta compressa	1000 ÷ 1200	11000	47
Cartone	120 ÷ 500	4000	17
Celluloide	1380	4500	19
Cera	950	9000	18
Coke Metallurgico	400 ÷ 600	7000 ÷ 8000	29 ÷ 34
Cotone	1400 ÷ 1500	4000	17
Cuoio	850 ÷ 1000	5000	21
Etano	1,356	11300	47
Etilene	1,260	11250	47
Farina	450	4000	17
Fieno	60 ÷ 200	4000	17
Gasolio	850	10200	42
Glicerina	1250	4000	17
Gomma	900 ÷ 1300	10000	42
Idrogeno	0,089	28700	120
Idrogeno Solforato	1,54	3890	16
Immondizia	300 ÷ 600	2200	9
Lana	1300	5000	21
Legno	350 ÷ 1000	3000 ÷ 4600	13 ÷ 19
Lignite	650 ÷ 1800	2500 ÷ 5100	11 ÷ 21

Linoleum	1300	5000	21
Litantrace	800 ÷ 1200	7000	29
Metano	0,716	11900	50
Olio combustibile denso	960	9600	40
Olio combustibile fluido	925	9800	41
Olio vegetale	850 ÷ 950	9000 ÷ 11000	38 ÷ 45
Ossido di carbonio	1,250	2440	10
Paglia	50 ÷ 150	4000	17
Paraffina	870 ÷ 900	10000	42
Petrolio	700 ÷ 900	9500 ÷ 10200	40 ÷ 42
Polistirolo (schiuma)	15 ÷ 30	7800 ÷ 10000	32 ÷ 42
Polietilene	920 ÷ 950	8300 ÷ 10700	35 ÷ 45
Poliuretano	1000 ÷ 1200	6200 ÷ 9000	26 ÷ 38
Propano	2,019	11000	46
PVC	1000 ÷ 1200	3600 ÷ 7100	15 ÷ 30
Rayon	1300	4000	17
Resine Plastiche	1000 ÷ 1200	3600 ÷ 8300	15 ÷ 35
Seta	1360	5000	21
Stracci	300	4000	17
Sughero	200 ÷ 350	4000	17
Torba	300 ÷ 650	3000 ÷ 6200	13 ÷ 26

Il **potere comburivoro** è il volume teorico di aria necessario alla combustione di un chilogrammo (o di un metro cubo) di combustibile. E' espresso generalmente in m^3/kg per i combustibili solidi e liquidi, e in m^3/m^3 per i combustibili gassosi.

Per **combustione teorica completa** si intende la combustione degli elementi contenuti nella sostanza combustibile, quando la reazione si sviluppa completamente con la quantità di aria strettamente necessaria alla combustione, la cosiddetta **aria teorica**.

La temperatura teorica di combustione (o potere pirometrico) di un dato combustibile è la massima temperatura che si potrebbe raggiungere nella combustione completa, con aria teorica, di un Kg (o di un m^3) del combustibile considerato, in condizioni adiabatiche. Si suppone perciò che tutto il calore sviluppato nella reazione sia utilizzato per riscaldare i prodotti della combustione e che non esistano scambi termici con l'ambiente.

Il calcolo della temperatura teorica di combustione si può effettuare con il **metodo del calore totale sensibile**: la temperatura teorica di combustione è quella per cui il calore totale sensibile dei prodotti gassosi della combustione, dalla temperatura iniziale alla temperatura finale, si può considerare uguale al potere calorifico inferiore. Conoscendo

dunque la composizione e la quantità dei fumi, è possibile calcolare il calore totale sensibile in corrispondenza ad alcuni valori della temperatura scelti per tentativi (due valori in genere sono sufficienti) in base alle tabelle dei calori specifici.

I prodotti della combustione

I prodotti della combustione sono costituiti da materia ed energia.

La materia trasformata, in generale, può trovarsi in parte allo stadio solido (ceneri) o liquido (prodotti di fusione), e costituisce i cosiddetti residui, e in parte (o del tutto) allo stato gassoso, sotto forma di gas sviluppati dalla combustione e/o di particelle liquide e solide in sospensione (fumi). L'energia prodotta nella trasformazione si trasmette all'ambiente sotto forma di calore, di rumore e di luce.

I prodotti della combustione più importanti, ai fini della interazione combustione-ambiente, sono:

- i gas della combustione;
- il calore;
- i fumi.

I fumi, a causa della loro importanza nella tecnologia della prevenzione incendi, formano oggetto di una più approfondita trattazione nella parte seconda e terza di questo lavoro, alle quali si rimanda.

I GAS

Anidride carbonica (CO₂)

E' uno dei componenti più diffusi e si forma sempre in notevole quantità. In concentrazioni prossime al 10% può essere letale se respirata per più di qualche minuto, ma già a percentuali inferiori fa sentire il suo effetto influenzando sul ritmo respiratorio; a concentrazioni del 2 ÷ 3% la velocità di respirazione viene raddoppiata, ed aumenta così la quantità di gas tossici che possono essere inalati.

Ossido di carbonio (CO)

Presente spesso in discrete quantità, è il prodotto più pericoloso ed è certamente una delle principali cause di decesso negli incendi. Si forma prevalentemente nella combustione di sostanze in ambienti chiusi, o comunque in carenza di ossigeno. Come è noto, l'ossido di carbonio reagisce con l'emoglobina del sangue formando carbossiemoglobina, un prodotto che inibisce l'ossigenazione dei tessuti.

Una concentrazione dell'1% è sufficiente per causare svenimento e la morte dopo qualche minuto: lo 0,1% può essere letale dopo un'ora di esposizione. L'ossido di carbonio è oltretutto estremamente insidioso, perché l'organismo umano non è in grado di percepirlo in tempo, e le contromisure sono relativamente inefficaci.

Anidride solforosa (SO₂)

Può formarsi durante la combustione completa di sostanze contenenti zolfo. Una esposizione di poche minuti a concentrazioni dello 0,5 ÷ 1% può causare seri danni agli occhi e all'apparato respiratorio.

Idrogeno Solforato (H₂S)

Questo prodotto può formarsi durante la combustione di sostanze che contengono zolfo (lane, carni, pellame, etc...) se la concentrazione di ossigeno non è sufficiente. Riconoscibile del caratteristico odore di uova marce, l'idrogeno solforato diventa pericoloso in concentrazioni superiori allo 0,1%, in quanto attacca il sistema nervoso provocando, se l'esposizione non è di breve durata, il blocco respiratorio.

Ammoniaca (NH₃)

Si forma nella combustione di sostanze contenenti azoto (materiali plastici, fibre, resine, etc...). L'ammoniaca causa irritazione agli occhi, al naso e, per lunghe esposizioni, all'apparato respiratorio. Se la concentrazione è superiore allo 0,5% può causare la morte dopo mezz'ora di esposizione.

Ossidi di Azoto (NO, NO₂)

Gli ossidi nitrosi si sviluppano durante la combustione della nitrocellulosa, ad esempio, e di altri composti azotati. La tossicità di questi composti è, in genere, elevata: a partire da concentrazioni dello 0,001% possono causare gravi irritazioni alla gola, con effetti che possono manifestarsi anche dopo molte ore dall'esposizione e che possono essere letali.

Acido Cianidrico (HCN)

Non è un gas molto diffuso, in quanto può svilupparsi nella combustione incompleta di poche sostanze (tessuti e alcune materie plastiche) ma è estremamente tossico anche in minime concentrazioni. E' riconoscibile per spiccato odore di mandorle amare, che però scompare all'aumentare della concentrazione nell'aria.

Aldeide Acrilica (CH₂ = CHCHO)

Detta anche acroleina, è un gas molto tossico e irritante, che si sviluppa nella combustione dei grassi animali. Un periodo di esposizione superiore ai 30 minuti con una concentrazione dello 0,02 può essere fatale.

Cloro (Cl₂)

Allo stato gassoso è estremamente tossico. Una concentrazione in volume dello 0,1% può essere letale istantaneamente; dopo mezz'ora di esposizione può esserlo in una percentuale dello 0,015% circa.

Acido Cloridrico (HCl)

Viene prodotto in fase gassosa nella combustione dei materiali che contengono cloro. E' riconoscibile dal caratteristico odore acre e irritante, e diventa pericoloso, se l'esposizione

supera i 30 minuti, in concentrazioni dello 0,01%. Se ha modo di condensarsi, provoca importanti corrosioni delle superfici metalliche.

Fosgene (COCl₂)

E' forse uno dei gas più tossici, considerando che è sufficiente una concentrazione dello 0,003% per causare la morte dopo mezz'ora di esposizione, e che lo 0,005% causa il decesso pressoché immediato. Viene prodotto dalla combustione di alcuni materiali plastici.

Acido Fluoridrico (H₂F₂)

Tossico, può essere presente in fase gassosa nella combustione di sostanze che contengono fluoro (teflon, etc...).

Il calore

Da un punto di vista fisico – chimico il calore, in una reazione di combustione, rappresenta una quantità di energia che viene liberata. Da un punto di vista fisiologico rappresenta invece uno degli effetti forse più appariscenti del fenomeno incendio. Le conseguenze di una prolungata esposizione dell'organismo umano a temperature elevate possono essere effettivamente numerose: ustioni, disidratazione dei tessuti, blocco dell'apparato respiratorio, arresto cardiaco.

1.4 COMPORTAMENTO-SICUREZZA AL FUOCO DEGLI EDIFICI

Resistenza al fuoco

Il comportamento al fuoco delle strutture è l'insieme delle trasformazioni fisiche di un materiale o di un elemento di costruzione sottoposto all'azione del fuoco. Esso è caratterizzato dalle proprietà termiche dei materiali e dalle modalità del loro impiego nelle strutture stesse. Una parte importante dei materiali da costruzione non possiede buone proprietà nei riguardi degli incendi e pertanto il comportamento al fuoco dei materiali e delle strutture è estrinsecato nelle nozioni di **resistenza al fuoco** e **reazione al fuoco**.

La resistenza al fuoco è l'attitudine di un elemento di costruzione o di una struttura a conservare, durante un determinato periodo, la stabilità, la tenuta e l'isolamento termico richiesto.

La reazione al fuoco è il comportamento di un materiale in funzione del suo contributo ad alimentare il fuoco al quale sia sottoposto.

La previsione del comportamento al fuoco delle strutture presenta, com'è noto, notevoli difficoltà per la natura molto complessa dei fenomeni termici che hanno luogo nel corso di un incendio e per la incompleta conoscenza delle leggi di variazione delle proprietà dei materiali alle alte temperature.

In considerazione della concezione probabilistica dei sistemi di combustione, i problemi connessi con la previsione della resistenza al fuoco delle strutture devono essere risolti con metodi probabilistici.

In mancanza di dati statistici, le soluzioni di questi problemi sono ricercate in via deterministica. Secondo queste concezioni le strutture devono assolvere, in ben definite circostanze, alle funzioni progettuali durante il periodo di tempo richiesto. Queste funzioni possono essere espresse rispetto a due differenti stati limite corrispondenti al collasso totale ed allo stato limite della riadattabilità o ripristino della struttura.

In base a questo secondo criterio, la previsione della resistenza al fuoco può riferirsi al criterio della limitazione della massima deformazione o della massima temperatura.

In base alle attuali conoscenze e agli studi condotti nei vari paesi, la resistenza al fuoco delle strutture può essere determinata seguendo due indirizzi fondamentali, quello dei sistemi globali e quello dei sistemi differenziati.

Nei sistemi globali, la durata dell'incendio è stabilita (dall'Autorità Competente) in base a valutazioni qualitative dei fattori influenzanti le condizioni di sicurezza, come la destinazione, l'altezza ed il volume dell'edificio ed i sistemi di protezione attiva e passiva; oppure la resistenza al fuoco può essere determinata in base ad alcuni concetti e convenzioni quali che la durata dell'incendio viene definita come il periodo di tempo limitato alla "fase di propagazione" dell'intero processo di svolgimento dell'incendio e che la variazione delle temperature con il tempo negli incendi reali, ad alimentazione di combustibile illimitata avviene in modo conforme alla curva standard temperatura – tempo della norma ISO-R834. La durata dell'incendio, secondo le norme italiane, si determina con una relazione di proporzionalità lineare fra la durata dell'incendio ed il carico di fuoco. Le norme italiane prevedono 7 classi (c) di resistenza al fuoco degli edifici o parte di essi (Classi 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180). Ogni classe esprime la durata dell'incendio e la durata minima di resistenza al fuoco da richiedere alle strutture in esame.

Le classi si determinano, come detto, in base alla relazione di proporzionalità lineare:

$$C = K \cdot q_1$$

$$q_1 = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i}{4400 A_p}$$

dove:

q_1 è il carico d'incendio in kg legna/m² ;

g_i è il peso in kg del generico fra gli n combustibili presenti nel compartimento;

H_i è il potere calorifico superiore in Cal/kg del generico fra gli n combustibili presenti nel compartimento;

A_p è la superficie del pavimento del compartimento in m²;

4400 è il potere calorifico superiore del legno;

K è il coefficiente di proporzionalità

In realtà q_1 rappresenta la densità del carico d'incendio o di fuoco. La nozione di carico di fuoco o carico totale di fuoco rappresenta la quantità di calore sviluppato dalla combustione completa del combustibile presente nel compartimento.

La resistenza al fuoco di una struttura è il tempo massimo durante il quale una struttura sottoposta all'azione del fuoco convenzionale, sviluppandosi in conformità alla curva temperatura – tempo ISO R 834, assolve alle sue funzioni di progetto prima del raggiungimento dello stato limite di collasso.

Per le strutture di acciaio si fa coincidere lo stato limite di collasso con il raggiungimento della temperatura critica delle strutture stesse. Per temperatura critica deve intendersi la temperatura media della sezione di un elemento strutturale a partire dalla quale l'elemento stesso perde la sua capacità portante; essa è funzione della qualità dell'acciaio e del sistema statico della sollecitazione cui è sottoposto l'elemento; il suo valore può variare da 500° a 600° C.

Nella determinazione sperimentale l'elemento strutturale è sottoposto in un forno all'azione del fuoco standard, in cui la temperatura varia secondo un determinato programma termico in conformità alla curva temperatura - tempo ISO R 834.

I tempi sono contati dall'inizio della prova fino al raggiungimento dello stato limite. Per la conduzione delle prove sono necessari forni speciali nei quali possono essere prodotte le condizioni di riscaldamento predetto e introdotti i campioni di prova, per quanto possibile, nelle dimensioni d'impiego.

Le varie norme stabiliscono le dimensioni minime dei campioni generalmente comprese fra 3 ÷ 4 m in lunghezza, larghezza o altezza. La circolare 91 prevede dimensioni comprese fra 2 ÷ 3 m.

Le caratteristiche funzionali che devono possedere i campioni sottoposti alle prove, di resistere al collasso o a deformazioni eccessive che possono condurre al collasso, al passaggio di fiamma, fumo o gas caldi e alla trasmissione di eccessivo calore, sono denominate, secondo l'ISO, Stabilità, Integrità e Isolamento che vengono identificate con le lettere R, E, I che indicano: R la resistenza meccanica, E (étanchété) la tenuta alle fiamme e ai fumi, I l'isolamento termico.

La reazione al fuoco

La reazione al fuoco è il comportamento di un materiale o struttura in funzione del suo contributo a sviluppare il fuoco al quale sia esposto; è quindi la misura del modo con cui un materiale risponde o partecipa all'azione di esposizione all'incendio.

L'introduzione di nuovi materiali combustibili e l'uso diverso di quelli esistenti nella costruzione degli edifici ha aumentato sensibilmente il rischio dello sviluppo e propagazione dell'incendio in origine localizzato e circoscritto.

Nei moderni edifici è andato sempre più aumentando l'impiego di materiali combustibili per l'esecuzione di opere di finitura interna e di decorazione, comprendendo in queste opere i materiali per la formazione di soffitti, pavimenti, pareti, finestre, porte, rivestimenti a scopo decorativo e di isolamento termico, acustico e elettrico.

Le opere di finitura sono caratterizzate da un elevato rapporto superficie esposta/volume. I materiali di finitura interna costituiscono pertanto la maggior parte delle superfici esposte all'azione di qualsiasi incendio accidentale originatosi entro gli edifici.

Questi materiali, a seconda della loro composizione chimico – fisica, del loro impiego negli elementi costruttivi, della loro posizione spaziale e del loro contorno fisico, possono contribuire alla propagazione dell'incendio dal centro di ignizione primario ad altri centri di ignizione posti a differente distanza, partecipando così alla successione delle ignizioni oppure possono comportarsi come barriere antincendio per le loro proprietà di resistenza termica.

Per la scelta di questi materiali è di somma importanza l'analisi dei rischi, connessi con il loro impiego specifico, e la valutazione delle proprietà influenzanti i parametri di reazione al fuoco, al fine di ridurre i rischi stessi a livello accettabile.

I rischi, come già osservato, non dipendono solamente dalle proprietà intrinseche dei materiali costituenti il sistema potenziale d'incendio, ma dalla loro quantità (carico di fuoco fisso), dalla loro configurazione (porosità e geometria) e dalle componenti del sistema ambiente (ventilazione, geometria del locale e proprietà termofisiche degli elementi di delimitazione del locale stesso).

La scelta dei parametri o componenti di definizione della reazione al fuoco non ha ancora trovato unanimità di consensi. In campo internazionale tre componenti o parametri di reazione al fuoco trovano la più ampia applicazione per la misurazione e valutazione delle proprietà che definiscono la reazione al fuoco di materiali o strutture; essi sono:

- il periodo di ritardo all'ignizione di fronte ad una piccola sorgente (sensibilità all'ignizione);
- la velocità di propagazione lineare del fronte di fiamma sulla superficie esposta;
- il contributo termico (energia rilasciata nell'unità di tempo dalla superficie unitaria) della ignizione.

Le componenti di definizione della reazione al fuoco influenzano lo svolgimento evolutivo dell'incendio per interazione con le componenti del sistema potenziale d'incendio e del suo contorno fisico.

E' importante evidenziare che le interazioni delle componenti di reazione al fuoco hanno significato solo nella prima delle tre fasi caratterizzanti la progressione dell'incendio e cioè la fase della ignizione, rappresentata dal periodo del riscaldamento dall'esterno del sistema di combustione fino al flash - over.

Questo periodo comprende la durata critica dell'incendio, cioè l'intervallo di tempo intercorrente fra l'istante iniziale del processo di ignizione e l'istante dopo il quale le condizioni ambientali diventano pericolose per l'organismo umano, a causa dei rischi posti dai prodotti della combustione. Se si pensa che lo svolgimento del processo dell'evacuazione con un certo margine di sicurezza deve avvenire proprio nel periodo della durata "critica" dell'incendio, non può sfuggire l'importanza del controllo dei parametri di reazione al fuoco per mezzo delle modificazioni dei fattori ambientali condizionanti i parametri stessi.

Da quanto esposto risulta evidente che le interazioni dei materiali in un incendio sono molteplici e mutevoli. Ciò sta a significare che il concetto di reazione al fuoco è una proprietà dell'intero sistema potenziale di combustione e non una proprietà del singolo materiale.

Di conseguenza non sembra ragionevole escogitare un qualsiasi metodo di prova in piccola scala per la classificazione dei materiali da impiegare in condizioni di sicurezza antincendio in tutte le circostanze. I problemi dell'applicazione dei risultati di prove specifiche in piccola scala per la previsione del comportamento dei materiali in qualsiasi configurazione

dell'incendio reale sono conosciuti. Non altrettanto le soluzioni, che in pratica incontrano difficoltà di ordine tecnico ed economico.

1.5 LA CLASSIFICAZIONE ITALIANA ED EUROPEA PER LA REAZIONE AL FUOCO DEI MATERIALI

A) LA REAZIONE AL FUOCO

La reazione al fuoco riguarda i materiali di finitura, rivestimento ed arredamento.

Essa comprende tutti gli aspetti della fase iniziale di un incendio, dall'accensione alla propagazione della fiamma, allo sviluppo dei fumi.

Nella trattazione classica, essa viene suddivisa nei seguenti parametri:

- non combustibilità
- accendibilità
- velocità di propagazione della fiamma
- sviluppo di calore nell'unità di tempo
- opacità dei fumi.
- tossicità dei fumi

A ciascuno di questi parametri corrisponde nella normativa internazionale un metodo di prova specifico.

Nella normativa italiana, e cioè nel Decreto 26 giugno 1984, i parametri sono:

- tempo di post-combustione
- tempo di post-incandescenza
- zona danneggiata
- gocciolamento.

Nel metodo di prova CSE-RF3 il tempo di post-combustione viene sostituito con la velocità di propagazione della fiamma.

In base ai risultati di prova si ricavano i livelli per ciascuno di questi parametri, che opportunamente pesati, danno la categoria del materiale in prova.

Combinando le categorie nel modo indicato nel decreto si ottengono le classi di reazione al fuoco, da 1 a 5 in senso peggiorativo. La classe 0 indica i materiali incombustibili.

B) LA PERICOLOSITÀ E TOSSICITÀ DEI FUMI

La pericolosità dei fumi in caso di incendio presenta un duplice aspetto:

- l'opacità che, provocando oscuramento, ostacola o impedisce sia la fuga delle persone che l'arrivo dei soccorsi;
- la tossicità che colpisce direttamente le vittime provocandone diversi livelli di danno fino alla morte.

Come si è già detto in precedenza l'opacità dei fumi è un parametro della reazione al fuoco, mentre la tossicità costituisce un argomento a se stante. Per l'opacità dei fumi sono stati studiati diversi modi di determinazione ed attualmente il metodo più diffuso nel mondo è quello basato sulla Camera NBS americana (NBS = National Bureau of Standards). Esiste anche un'alternativa europea per misurare questo parametro e precisamente la camera ISO sviluppata da laboratori tedeschi ed olandesi.

La lunghissima esperienza fatta con la camera NBS ha messo in evidenza che le materie plastiche emettono in genere fumi più densi di altri materiali, ma ha nello stesso tempo rivelato che la differenza rispetto ai materiali tradizionali non è poi così grande come molti sostengono. Per quanto riguarda la tossicità dei fumi, il problema è molto più complesso che per l'opacità e la possibilità di trovare un metodo di prova che permetta di determinare la reale pericolosità dei materiali richiede ancora tempo ed impegno di ricerca. Il primo approccio avviato per affrontare il problema è quello di mettere a punto un metodo che

permetta di bruciare una quantità di materiale in determinate condizioni e di fare l'analisi chimica dei gas di combustione. Questo approccio è stato seguito in effetti negli anni 60 e 70 e ne è venuta fuori una grande confusione per tutti.

Innanzitutto si è visto che il numero dei prodotti emessi nella combustione è molto grande, e non solo per i materiali sintetici, ma anche per quelli naturali. In secondo luogo si è visto che la quantità e la composizione dei fumi varia enormemente secondo le condizioni di:

- temperatura
- ventilazione
- fase dell'incendio

Questo fatto è di grande importanza perché un materiale più pericoloso di un altro nella fase iniziale dell'incendio può diventare molto meno tossico in un'altra fase. Da qui deriva quindi la necessità di definire un esatto modello di fuoco, a cui fare riferimento.

Il primo di questi problemi, cioè quello dell'elevato numero di composti emessi, ha reso inutili o quasi le determinazioni analitiche, per l'impossibilità di valutare le interazioni fra i vari gas, sia sinergiche che antagoniste ed ha favorito lo sviluppo di metodi biologici, basati essenzialmente sulla morte o incapacitazione di ratti o altri animali a cui vengono fatti inalare i gas di combustione.

Alcuni dati di interesse generale e di comparazione fra materiali sono riportati in tabella 2 e 3.

Tabella 2

TEMPERATURA D'ACCENSIONE ED AUTOACCENSIONE

MATERIALE	ACCENSIONE °C	AUTO-ACCENSIONE °C
Polimetilmetacrilato	280-300	450-462
Polietilene	341-357	394
Polistirene	345-360	488-496
Policloruro di vinile	391	454
Poliammide	421	424
Poliestere vetro rinforzato	346-399	483-488
Laminato melaminico	475-500	623-645
Lana	200	
Cotone	230-266	254
Pino	228-264	260
Douglas	260	

Tabella 3

**SOSTANZE PRODOTTE DURANTE LA DECOMPOSIZIONE TERMICA DI
ALCUNI MATERIALI NATURALI**

MATERIALE	PRINCIPALI GAS SVILUPPATI IN UN INCENDIO	CONCENTRAZIONE (ppm) DEI GAS EMESSI ALLA TEMPERATURA DI:			
		300 °C	400 °C	500 °C	600 °C

Pino	Monossido di carbonio aromatici	400 * --	6000** ---	12000** ---	15000** ----
Pannello isolante in fibra di legno	Monossido di carbonio aromatici	14000** tracce	24000** 300	59000** 300	69000* 1000
Sughero espanso	Monossido di carbonio aromatici	1000 * tracce	3000** 200	15000** 1000	29000** 1000

NOTA: Condizioni di prova specificate in DIN 53 436; flusso d'aria 100 l/H.

Dimensioni del provino: 300 mm×15 mm×20 mm, le condizioni di prova sono riferite all'uso finale del materiale.

* Combustione senza fiamma/incandescente

* * Infiammato

-- Non trovato

C) CLASSIFICAZIONE ITALIANA DI REAZIONE AL FUOCO SECONDO DECRETO MINISTERIALE 26/6/84

I pavimenti resilienti sono considerati “materiali di completamento” e la classificazione alla reazione al fuoco avviene sottoponendo il materiale in esame alle prove CSE RF 2 (UNI 8457) e CSE RF 3 (UNI 9174).

Il Decreto “Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi” permette di classificare i materiali in base alla caratteristica di reazione al fuoco con modalità diverse in funzione del loro utilizzo ed applicazione.

Classificazione di reazione al fuoco

Scopo:

classificare i materiali in base alla reazione al fuoco escluso i rischi derivanti dai fumi emessi.

Materiale:

componente che partecipa alla combustione secondo la natura chimica ed alle reali condizioni di messa in opera.

Produttore:

chi produce, importa o commercializza.

Metodi di prova:

ISO/DIS 1182.2	Prova non combustibilità
CSE RF 1/75/A	Sospesi - fiamme su 2 facce
CSE RF 2/75/A	Fiamma su 1 faccia
CSE RF 3/77	Fiamma + calore radiante
CSE RF 4/83	Mobili imbottiti

Omologazione:

richiesta al Ministero degli Interni con certificato di prova e scheda tecnica.

L'intestatario dell'omologazione è responsabile della conformità della produzione al prototipo omologato.

I materiali prodotti devono essere corredati di marchio o di attestazione di conformità al prototipo omologato. Durata 5 anni. Le prove previste sono di cinque tipi di cui si riporta la sintesi della modalità operativa.

CLASSI

Tabella di classificazione dei materiali in base ai metodi di prova

ISO DIS 1182.2, CSE RF 1/75/A, CSE RF 2/75/A, CSE RF 2/77

Comportamento al fuoco
Il PVC in edilizia

Metodi di prova (cse)	Condizioni da soddisfare	Class
Non combustibilità ISO DIS 1182.2	Condizioni descritte dall'ISO DIS 1182.2	0
CSE RF 3 _____ CSE RF 1 o CSE RF 2 _____	Categoria 1 } _____ Categoria 1 }	1
CSE RF 3 _____ CSE RF 1 o CSE RF 2 _____	Categoria { 2 } { 1 } } _____ Categoria { 1 } { 2 }	2
CSE RF 3 _____ CSE RF 1 o CSE RF 2 _____	Categoria { 3 } { 2 } { 1 } { 3 } { 2 } } _____ Categoria { 2 } { 3 } { 3 } { 1 } { 2 }	3
CSE RF 3 _____ CSE RF 1 o CSE RF 2 _____	Categoria { 4 } { 3 } { 3 } { 4 } { 2 } { 4 } { 1 } } _____ Categoria { 3 } { 4 } { 3 } { 2 } { 4 } { 1 } { 4 }	4
CSE RF 3 _____ CSE RF 1 o CSE RF 2 _____	Categoria 4 } _____ Categoria 4 }	5

D) CLASSIFICAZIONE EUROPEA DELLA REAZIONE AL FUOCO SECONDO EN 13501

La norma EN 13501 permette di classificare i pavimenti resilienti con classi da F a A1 in base alle prescrizioni riportate nelle tabelle seguenti.

Ad ogni classe viene attribuito un determinato comportamento all'incendio:

Classe A1: prodotti che non contribuiranno mai in nessun caso allo sviluppo dell'incendio. Sono i materiali così detti incombustibili e soddisfano automaticamente alla classe.

Classe A2: stessa prescrizione della B ma durante lo sviluppo pieno delle fiamme non creano un carico d'incendio significativo.

Classe B: stesse prescrizioni di C con parametri più limitativi

Classe C: stesse prescrizioni di D con parametri più limitativi.

Classe D: stesse prescrizioni di E con l'aggiunta che il materiale deve essere capace di resistere per un periodo di tempo all'attacco di un flusso di calore.

Classe E: prodotto in grado di resistere all'attacco della piccola fiamma.

Classe F: prodotti di cui si conosce la caratteristica di comportamento al fuoco.

LA NUOVA CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI

I materiali che compongono prodotti, componenti e sistemi dovranno essere classificati nello scenario europeo mediante principi comuni ed omogenei per i diversi stati membri dell'Europa:

- a) la marcatura CE dovrà contenere tutti i riferimenti normativi adattati per classificare i componenti;
- b) i componenti più usuali dovranno avere metodi di prova simili in tutta Europa as es. i sistemi di fissaggio oppure le modalità di installazione;
- c) i prodotti dovranno essere provati nella condizione di USO FINALE nelle differenti condizioni che si troveranno ad operare;

- d) il produttore dovrà riportare le condizioni di montaggio e di utilizzo del prodotto così da confrontare le modalità di posa reali con le modalità di prova di laboratorio.

CLASSIFICAZIONE E NORMATIVA

La comunità europea ha emanato l'8/2/2000 una attuazione della direttiva 89/6060 inerente la classificazione della reazione all'azione dell'incendio dei prodotti da costruzione introducendo le seguenti regole:

DEFINIZIONI

“Materiale”: una singola sostanza di base o una miscela di sostanze uniformemente distribuite, ad esempio metallo, pietra, legno, calcestruzzo, lana di roccia con leganti uniformemente distribuiti, polimeri.

“Prodotto omogeneo”: un prodotto che consiste di un unico materiale e che presenta a tutti i livelli densità e composizione uniformi.

“Prodotto non omogeneo”: un prodotto che non possiede i requisiti dei prodotti omogenei. Esso si compone di uno o più componenti sostanziali e/o non sostanziali.

“Componente sostanziale”: un materiale che costituisce un elemento significativo nella composizione di un prodotto non omogeneo. Un rivestimento con massa per unità di area $\geq 1,0$ kg/m² o spessore $\geq 1,0$ mm è considerato un componente sostanziale.

“Componente non sostanziale”: un materiale che non costituisce una parte significativa di un prodotto non omogeneo. Un rivestimento con massa per unità di area $< 1,0$ kg/m² o spessore $< 1,0$ mm è considerato un componente non sostanziale.

Due o più rivestimenti non sostanziali adiacenti (ovvero non separati da alcun componente sostanziale) sono considerati come un componente non sostanziale e, pertanto, devono soddisfare in toto i requisiti previsti per i rivestimenti che sono componenti non sostanziali.

Tra i componenti non sostanziali si distingue tra componenti non sostanziali interni e componenti non sostanziali esterni, definiti come segue:

“Componente non sostanziale interno”: un componente non sostanziale che è rivestito su ambedue i lati da almeno un componente sostanziale.

“Componente non sostanziale esterno”: un componente non sostanziale che non è rivestito su un lato da un componente sostanziale.

Tabella 1

CLASSI DI REAZIONE ALL’AZIONE DELL’INCENDIO PER I PRODOTTI DA COSTRUZIONE AD ECCEZIONE DEI PAVIMENTI(*)

Classe	Metodo(i) di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
A1	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ e	$\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$; e $\Delta m \leq 50\%$ e $t_f = 0$ (cioè incendio non persistente)	-----
	EN ISO 1716	$PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ ; e $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽²⁾ ^(2a) ; e $PCS \leq 1,4 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽³⁾ ; e $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	-----

1. Le caratteristiche sono definite con riferimento al metodo di prova adeguato

Classe	Metodo(i) di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
A2	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ o	$\Delta T \leq 50 \text{ }^\circ\text{C}$; e $\Delta m \leq 50\%$ e $t_f \leq 20\text{s}$	_____
	EN ISO 1716 e	$PCS \leq 3,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ ; e $PCS \leq 4,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽²⁾ ; e $PCS \leq 4,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽³⁾ ; e $PCS \leq 3,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	_____
	EN 13823 (SBI)	$FIGRA \leq 120 \text{ W.s}^{-1}$; e $LSF < \text{margine del campione}$; e $THR_{600s} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
B	EN 13823 (SBI) e	$FIGRA \leq 120 \text{ W.s}^{-1}$; e $LSF < \text{margine del campione}$; e $THR_{600s} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	
C	EN 13823 (SBI) e	$FIGRA \leq 250 \text{ W.s}^{-1}$; e $LSF < \text{margine del campione}$; e	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾

		$THR_{600s} \leq 15 \text{ MJ}$	
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ Esposizione = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	
D	EN 13823 (SBI) e	$FIGRA \leq 250 \text{ W.s}^{-1}$	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	
E	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ Esposizione = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	Gocce/particelle ardenti ⁽⁷⁾
F	Reazione non	determinata	

(*) Il trattamento di alcuni gruppi di prodotti (ad es. tubi, condotte, cavi) è in corso di revisione e potrebbe richiedere una modifica della presente decisione

1. per prodotti omogenei e componenti sostanziali di prodotti non omogenei
2. per qualsiasi componente esterno non sostanziale di prodotti non omogenei
- 2.a alternativamente, qualsiasi componente esterno non sostanziale avente un $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.m}^{-2}$, purchè il prodotto soddisfi i seguenti criteri di EN 13823 (SBI): $FIGRA \leq 20 \text{ w.S.-1}$; e $LSF < \text{margine del campione}$; e $THR_{600s} \leq 4,0 \text{ MJ}$; e s1 e d0.
3. Per qualsiasi componente interno non sostanziale di prodotti non omogenei.
4. Per il prodotto nel suo insieme
5. $SI = SMOGRA \leq 30 \text{ m}^{-2}.\text{S}^{-2}$ e $TPS_{600s} \leq 50 \text{ m}^2.\text{s}^2 = SMOGRA \leq 180 \text{ m}^2.\text{S}^{-2}$ e $TPS_{600s} \leq 200 \text{ m}^2$; s3 = non s1 o s2.
6. D0 = assenza di gocce/particelle ardenti in EN 13823 (SBI) entro 600s; d1 = assenza di gocce particelle ardenti di durata superiore a 10s in EN 13823 (SBI) entro 600s; d2 = non d0 o d1; la combustione della carta in EN ISO 11925-2 da luogo a una classificazione in d2.
7. Superamento della prova = assenza di combustione della carta (non classificato). Mancato superamento della prova = combustione della carta (classificato in d2).
8. Quando le fiamme investono la superficie e, se adeguato alle condizioni finali di applicazione del prodotto, la parte laterale (di un oggetto).

TABELLA 2

CLASSI DI REAZIONE ALL'AZIONE DELL'INCENDIO PER I PAVIMENTI

Classe	Metodo(i) di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
A1 _{fl}	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ o	$\Delta T \leq 30^\circ \text{ C}$; e $\Delta m \leq 50\%$ e $t_f = 0$ (cioè incendio non continuo)	—
	EN ISO 1716	$PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ ; e	

		PCS \leq 2,0 MJ.kg ⁻¹ (2); PCS \leq 1,4 MJ.kg ⁻¹ (3); e PCS \leq 2,0 MJ.kg ⁻¹ (4)	—
A _{2fl}	EN ISO 1182 (1) o	$\Delta T \leq 50^\circ \text{C}$; e $\Delta m \leq 50\%$ e $t_f \leq 0$	—
	EN ISO 1716 e	PCS \leq 3,0 MJ.kg ⁻¹ (1); e PCS \leq 4,0 MJ.kg ⁻¹ (2); PCS \leq 4,0 MJ.kg ⁻¹ (3); PCS \leq 3,0 MJ.kg ⁻¹ (4)	—
	EN ISO 9239 -1 (5)	Flusso critico (6) \geq 8,0 kW.m ⁻²	Produzione di fumo (7)
B _{fl}	EN 9239-1 (5) e	Flusso critico (6) \geq 8,0 kW.m ⁻² Fs \leq 150 mm entro 60s	Produzione di fumo (7)
	EN ISO 11925-2 (8): Esposizione = 15s	Fs \leq 150 mm entro 20s	
C _{fl}	EN ISO 9239 -1 (5) e	Flusso critico (6) \geq 4,5 kW.m ⁻²	Produzione di fumo (7)
	EN ISO 11925-2 (8) Esposizione = 15 s	Fs \leq 150 mm entro 20s	
D _{fl}	EN 9239 -1 (5) e	Flusso critico (6) \geq 3,0 kW.m ⁻²	Produzione di fumo (5); e Gocce/particelle ardenti (6)
	EN ISO 11925-2 (8): Esposizione = 15 s	Fs \leq 150 mm entro 20s	
E _{fl}	EN ISO 11925-2 (8) Esposizione = 15 s	Fs \leq 150 mm entro 20s	Gocce/particelle ardenti (7)
F _{fl}	Reazione non determinata		

1. Per prodotti omogenei e componenti sostanziali di prodotti non omogenei
2. Per qualsiasi componente esterno non sostanziale di prodotti non omogenei
3. Per qualsiasi componente interno non sostanziale di prodotti non omogenei
4. Per il prodotto nel suo insieme
5. Durata della prova = 30 minuti
6. Per flusso critico si intende il flusso radiante che determina lo spegnimento della fiamma o il flusso radiante dopo una prova di 30 minuti, a seconda di quale sia il minore (cioè il flusso corrispondente alla maggiore ampiezza di propagazione del fuoco)
7. S1 = Fumo < 750% min; s2 = non s1.
8. Quando le fiamme investono la superficie e, se adeguato alle condizioni finali di applicazione del prodotto, la parte laterale (di un oggetto)

Δt	Aumento di temperatura
------------	------------------------

Δm	Perdita di massa
tf	Durata dell'incendio
PCS	Potenziale calorifico lordo
FIGRA	Tasso di incremento dell'incendio
THR _{600s}	Rilascio totale di calore
LFS	Propagazione laterale del fuoco
SMOGRA	Tasso di incremento del fumo
TSP _{600s}	Produzione totale del fumo
Fs	Propagazione del fuoco

Vengono riportate alcune informazioni di carattere generale per meglio comprendere quanto riportato in precedenza:

Definizione delle classi:

CLASSE F: non può essere espressa alcuna caratteristica, il comortamento del materiale è sconosciuto

CLASSE E: reazione al fuoco accettabile

CLASSE D: contributo all'incendio accettabile

CLASSE C: contributo all'incendio limitato

CLASSE B: contributo all'incendio molto limitato

CLASSE A: nessun contributo all'incendio

Alla CLASSE A vengono attribuiti alcuni materiali che non verranno sottoposti a nessuna prova in quanto chiaramente esterni all'evoluzione di un possibile incendio e non ne possono provocare l'innesco; il cui elenco è il seguente:

- Argilla espansa
- Vermiculite espansa
- Lana minerale senza additivi
- Vetro
- Cemento
- Calcestruzzo
- Acciaio
- Rame
- Zinco
- Alluminio
- Piombo

Nelle tabelle precedenti sono state riportate alcune normative di riferimento per determinare il comportamento al fuoco ed all'incendio dei materiali e componenti; vengono riportati il numero e lo scopo:

ISO EN 1182	Prova di non combustibilità
ISO EN 1716	Misura del potere calorifico
PrEN 13823	Metodo SBI. Attacco termico per prodotti da costruzione
ISO EN 9239 – 1	Pannello radiante per pavimenti
ISO EN 11925 – 2	Infiammabilità – prova con piccola fiamma
PrEN 13501 – 1	Classificazione
PrEN 13238	Procedure di condizionamento dei provini e scelta de substrati di prova
ISO 9705	Room corner test

La direttiva prodotti della Comunità Europea prevede due sistemi di classificazione per la reazione al fuoco dei prodotti:

- ▶ una classificazione per le coperture
- ▶ una classificazione per tutti gli altri componenti

La classificazione è relativa allo stato di utilizzo del componente nelle seguenti applicazioni:

- ▶ prodotti per pareti e soffitti inclusi i materiali di rivestimento
- ▶ elementi di edificio
- ▶ prodotti incorporati all'interno di elementi di edificio
- ▶ tubi e condotte incluso i materiali esterni per l'isolamento
- ▶ prodotti per rivestimento di facciata
- ▶ pavimentazioni

Un incendio viene simulato mediante la verifica comportamentale dei materiali con tre procedure:

- innesco dell'incendio mediante la verifica dell'infiammabilità dei componenti con il metodo della "piccola fiamma" (simula ad es. il fiammifero);
- innesco dell'incendio da una fiamma derivante dalla combustione di materiale combustibile. La verifica viene effettuata mediante la prova SBI in un angolo del locale (simula ad es. un cestino per carta da cui si innesca la fiamma). Questa posizione è stata scelta come peggiorativa e critica di simulazione per l'innesco dell'incendio con flusso di calore pari a 40 kw/m^2 ;
- sviluppo di un incendio in un locale verificato mediante la prova sperimentale "Room corner test".

Per definire la classe di appartenenza di un sistema devono essere considerati i seguenti aspetti:

- ▶ infiammabilità
- ▶ diffusione della fiamma
- ▶ rilascio di calore
- ▶ opacità dei fumi
- ▶ gocciolamento

Il metodo di prova più importante per verificare le cinque caratteristiche è oggi considerato l'SBI.

6. IL RUOLO DEI PAVIMENTI RESILIENTI

I pavimenti degli edifici vengono rivestiti con materiali di finitura superficiale come ceramica, cotto, legno, fibre tessili e materiali resilienti.

Questi ultimi presentano la caratteristica di “resilienza”, ovvero durante l’impatto di un corpo restituiscono parte dell’energia cinetica ovvero si presentano come materiali elastici (parzialmente).

I materiali resilienti più comunemente utilizzati per realizzare i rivestimenti superficiali di pavimenti sono: PVC, linoleum, gomma. Essendo materiali definiti “di finitura” vengono coinvolti nel comportamento al fuoco dell’edificio ove sono utilizzati.

In modo particolare due caratteristiche vengono ricercate:

- la reazione al fuoco, ovvero come il materiale reagisce a contatto con la fiamma;
- l'emissione dei fumi durante la combustione nel caso in cui i materiali siano combustibili.

I materiali definiti resilienti, PVC, linoleum, gomma, sono tutti combustibili e presentano comportamenti differenti in funzione dell'utilizzo e delle norme utilizzate per la loro classificazione.

Nel nostro paese, oggi, sussistono due modalità di classificazione:

- metodo italiano con norme UNI e decreti ministeriali relativi;
- metodo europeo basato su norme EN non ancora operanti nel nostro paese.

I materiali utilizzati per realizzare i pavimenti resilienti quali linoleum, gomma, PVC risultano essere tutti "combustibili" ovvero non possono ricadere nella definizione data per le classi A1 e A2 secondo la Tab. 4.

I pavimenti resilienti quindi secondo quanto esposto in tabella 4 potranno essere classificati con classi di B e F.

Le prove a cui i prodotti devono essere sottoposti per essere classificati sono due:

1) EN 11925 – 2

Questa prova permette di verificare la accendibilità del materiale che viene esposto all'attacco della piccola fiamma.

Questa prova è essenziale per classificare un prodotto in classi E, D, C, B richiedendo che la fiamma non si propaghi oltre il limite imposto.

2) EN 9239 – 1

Questa prova valuta il flusso radiante critico al di sotto del quale le fiamme non si propagano usando come sorgente di calore un pannello radiante. Questa prova è essenziale per classificare un prodotto in classi D, C, B.

Il flusso critico (CF) espresso in KW/m² rappresenta il flusso radiante che applicato al campione durante la prova permette alla fiamma di estinguersi. Migliorando la classe da D a B si nota che il CF applicato durante la prova passa da 3 KW/m² a 8 KW/m² imponendo quindi al materiale un miglior comportamento al fuoco per soddisfare la richiesta di autoestinzione della fiamma.

3) Una verifica ulteriore ed aggiuntiva solo per le classi D, C, B è rappresentata dalla produzione dei fumi che viene rilevata durante il test secondo EN 9239 – 1 suddividendo in due classi S1 e S2.

NOTA:

Gli organi competenti del nostro paese sono impegnati a redigere i decreti che permetteranno l'adozione delle euroclassi in sostituzione delle attuali classi italiane. Il nostro paese inoltre è dotato di alcuni decreti "verticali" rivolti alla prevenzione degli incendi in edifici di particolare interesse per la sicurezza degli utenti (alberghi, edifici pubblici). Al fine di rendere sicuri gli edifici sono stati imposti materiali con classi di reazione al fuoco determinati.

Realizzare una corrispondenza fra classi attuali ed euroclassi non è compito semplice, esistendo un approccio molto differente determinato dalle prove sperimentali eseguite per la relativa classificazione.

VERIFICA SPERIMENTALE DEL COMPORTAMENTO AL FUOCO DI MATERIALI PER PAVIMENTI RESILIENTI CON CONFRONTO FRA CLASSI ITALIANE E EUROCLASSI

E' stata condotta una verifica sperimentale per permettere di definire il comportamento al fuoco dei pavimenti resilienti e quindi di realizzare la relativa classificazione con metodologia italiana ed europea.

I materiali sottoposti alla verifica sono stati i seguenti:

Campione	Spessore (mm)	Peso (kg/m ²)
PVC1	2,7	4,0
PVC2	2,2	3,2
PVC3	2,0	2,5
PVC4	3,0	2,2
LIN1	2,0	3,0
LIN2	2,3	2,7
Gomma1	3,0	4,6
Gomma2	3,0	5,1
Gomma3	3,0	4,7
Gomma4	12,0	11,8

Classificazione europea EN 1350 1-1 dai risultati di EN 11925-2 e EN 9239-1

Classificazione italiana DPR 29/7/82 n° 557 con UNI 8457 + UNI 9174. Omologazione DM 26/6/84

Confronto classificazione italiana ed europea

		EN ISO 9239 - 1	EN ISO 11925 - 2	Smoke	Totale europea	UNI 8457	UNI 9174	Totale italiana
Materiale 1	PVC 1	B	Pass	S1	B	PRIMA	PRIMA	1
Materiale 2	PVC 2	B	Pass	S1	B	PRIMA	PRIMA	1
Materiale 3	PVC 3	C	Pass	S1	C	PRIMA	PRIMA	1
Materiale 4	PVC 4	C	Pass	S1	C	PRIMA	PRIMA	1
Materiale 5	LIN 1	B	Pass	S1	B	PRIMA	PRIMA	1
Materiale 6	LIN 2	D	Pass	S1	D	PRIMA	PRIMA	1
Materiale 7	Gomma 1	C	Pass	S1	C	PRIMA	PRIMA	1
Materiale 8	Gomma 2	B	Pass	S1	B	PRIMA	PRIMA	1
Materiale 9	Gomma 3	D	Pass	S1	D	PRIMA	PRIMA	1
Materiale 10	Gomma 4	E	Pass	S2	E	PRIMA	TERZA	3

L.S.F. – Fire Laboratories

CONCLUSIONI

Tutti i materiali sperimentati si sono classificati nell'attuale Classe 1 italiana con una sola eccezione per l'ultimo campione in gomma risultato in classe 3.

L'utilizzo dei materiali per pavimenti resilienti risulta quindi identico nel caso dei 3 prodotti esaminati.

La classificazione europea evidenzia invece un diverso comportamento dei materiali differenziandone la classe finale: B, C, D, E con la sottoclassificazione in base alla emissione di fumi in classe S1 e in classe S2.

Sarà quindi determinante seguire i lavori di preparazione e di stesura dei decreti di trasposizione delle classi italiane in euroclassi onde permettere un utilizzo congruo dei materiali per garantire gli elevati livelli di sicurezza pari a quelli garantiti dalla legislazione italiana attuale.

2. COMPORTAMENTO AL FUOCO DI PAVIMENTI RESILIENTI A BASE DI POLICRORURO DI VINILE (PVC)

2.1 Classificazione italiana ed europea del comportamento al fuoco dei materiali per l'edilizia e dei pavimenti

2.2 Comportamento al fuoco dei pavimenti resilienti a base di PVC con riferimento a materiali alternativi

2.2.1 Pavimenti esaminati

2.2.2 Caratterizzazione di reazione al fuoco per la classificazione italiana ed europea

- a) Accendibilità: prove di piccola fiamma italiana (UNI 8457) ed europea (EN-ISO 11925-2)
- b) Propagazione della fiamma con pannello radiante italiano (UNI 9174) e misure di flusso critico di calore radiante e di produzione dei fumi con metodologia europea (EN-ISO 9239-1)
- c) Classificazione italiana ed europea dei pavimenti esaminati

2.2.3 Altre caratterizzazioni di comportamento al fuoco

- a) Misure calorimetriche secondo la norma ISO 5660
- b) Misure dei fumi e gas emessi in condizioni di accumulo secondo la norma ISO 5659-2

2.3 Considerazioni conclusive

2.1 Classificazione italiana ed europea dei materiali per l'edilizia e dei pavimenti

La legislazione italiana sulla sicurezza all'incendio degli edifici di civile abitazione (come il D.M. 16/05/1987 – N 246 per gli edifici di altezza superiore a 12 metri), sul comportamento al fuoco delle strutture e dei materiali da impiegare nella costruzione di teatri, cinematografi e locali da spettacolo (come il D.M. 28/08/1984), sulla prevenzione degli incendi nelle metropolitane (come il D.M. 11/01/1988) e nelle strutture sanitarie (come il D.M. 18.09.2002) definisce in dettaglio le caratteristiche di reazione e di comportamento al fuoco dei materiali che si possono utilizzare nelle varie parti (come

atrii, corridoi, scale, interni) degli edifici destinati a diversi usi civili ed industriali. Con riferimento alle caratteristiche di reazione al fuoco, secondo il Decreto Ministeriale del 26.06.1984, i materiali da costruzione sono raggruppati in cinque classi, definite 0, 1, 2, 3, 4 e 5, di reazione e prestazioni complessive al fuoco decrescenti. La classe 0 comprende i materiali non combustibili e che non contribuiscono ad accrescere il fuoco negli incendi; la classe 1 comprende i materiali usualmente detti autoestinguenti; il legno, a seconda del tipo e dello stato fisico, viene classificato di classe 3 o 4, tenendo conto anche della posizione in cui viene installato nell'edificio.

La classificazione dei materiali, per quanto riguarda la reazione al fuoco, si basa e deriva da metodologie di prova e di caratterizzazione standard (definite nel D.M. del 26.06.1984), specificatamente il progetto di norma prEN-ISO 1182 per la incombustibilità, le metodologie CSE RF 1/75A e CSE RF 2/75A per l'accendibilità con provino esposto su due o una faccia rispettivamente, la metodologia CSE RF 3/77 per la propagazione della fiamma con provino esposto a calore radiante. Le metodologie CSE, sviluppate dal Centro Studi ed Esperienze del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco (Roma), stabiliscono con precisione il tipo di campione-provino da testare, la sua posizione rispetto alla sorgente della fiamma e del calore radiante e permettono di misurare i livelli di risposta nella reazione al fuoco, espressi dai tempi di post-combustione rispetto all'innesco della fiamma e dai tempi di post-incandescenza cessata la fiamma, dalla velocità di propagazione della fiamma in presenza di calore radiante e dal danneggiamento ed eventuale gocciolamento del campione di prova. Alle metodologie CSE corrispondono specifiche norme UNI.

La combustibilità o non combustibilità di un materiale viene misurata secondo la metodologia definita nel progetto di norma prEN-ISO 1182; il superamento dei test previsti stabilisce che il materiale corrispondente è di classe 0 e cioè incombustibile. Per i materiali che sono variamente combustibili, i tempi di post-combustione, post-incandescenza, la velocità di propagazione della fiamma, la zona di provino danneggiata dalla combustione e l'entità del gocciolamento di materiale incandescente dai provini sottoposti alla fiamma, vengono misurati in accordo con quanto definito nelle metodologie standard di cui sopra.

La classificazione dei materiali da costruzione nelle cinque classi previste risulta dai valori (da 1 a 3) del livello di risposta alle singole caratterizzazioni standardizzate. Schematicamente, la somma dei valori pesati (tenendo conto di un fattore di peso dato a ciascuna caratterizzazione) dei livelli raggiunti nelle diverse caratterizzazioni cui il materiale viene sottoposto, definisce quattro categorie, di severità decrescente da 1 a 4, per quanto riguarda prestazione complessiva (rispetto ai parametri di classificazione) nella reazione al fuoco del materiale. Nella tabella 1 sono riportate schematicamente le categorie di prestazione di un materiale rispetto ad una specifica caratterizzazione-metodologia di prova ed è riportata la combinazione di categorie (corrispondenti alle diverse caratterizzazioni) che dà origine alle cinque classi in cui vengono classificati i materiali. Come esempio, la tabella 1 specifica il contenuto, come caratteristiche di prova (tempo di post-combustione, tempo di post-incandescenza, velocità di propagazione della fiamma, zona del provino danneggiata e gocciolamento) delle categorie 1 e 4. La combinazione per un materiale (sempre con riferimento alle metodologie di prova CSE RF 3 e CSE RF 1 o CSE RF 2) di due categorie 1 porta ad un materiale di classe 1, di due

categorie 4 ad un materiale di classe 5, di categorie 1 e 2 porta a materiali di classe 2, mentre la combinazione di categorie 1, 2, 3 e 4 porta a materiali di classe 3 e 4.

**Classificazione dei materiali da costruzione
in base alle metodologie italiane
prEN ISO 1182, CSE RF 1/75A o CSE RF 2/75A, CSE RF 3/77
ed alla combinazione di categorie prestazionali raggiunte**

Metodi di prova (*)	Condizioni da soddisfare	Classe
Non combustibilità prEN-ISO 1182	Condizioni descritte da prEN-ISO 1182	0

CSE RF 3	Categoria 1 → {	Propagazione fiamma non misurabile Zona danneggiata ≤ 300 mm Post incandescenza ≤ 180 sec Gocciolamento assente	1
CSE RF 1 o CSE RF 2	Categoria 1 → {	Tempo di post-combustione ≤ 5 sec Tempo di post incandescenza ≤ 10 sec Zona danneggiata ≤ 150 mm Gocciolamento assente	
CSE RF 3 CSE RF 1 o CSE RF 2	Categoria { 2 } { 1 } Categoria { 1 } { 2 }		2
CSE RF 3 CSE RF 1 o CSE RF 2	Categoria { 3 } { 2 } { 1 } { 3 } { 2 } Categoria { 2 } { 3 } { 3 } { 1 } { 2 }		3
CSE RF 3 CSE RF 1 o CSE RF 2	Categoria { 4 } { 3 } { 3 } { 4 } { 2 } { 4 } { 1 } Categoria { 3 } { 4 } { 3 } { 2 } { 4 } { 1 } { 4 }		4
CSE RF 3	Categoria 4 → {	Propagazione fiamma ≥ 30 mm/min Zona danneggiata ≥ 650 mm Post incandescenza ≥ 360 sec Gocciolamento che brucia per più di 3 sec.	5
CSE RF 1 o CSE RF 2	Categoria 4 → {	Tempo di post-combustione >60 sec Zona post incandescenza > 60 sec Zona danneggiata ≥ 200 mm Gocciolamento che brucia per più di 3 sec.	

Tabella 1

(*) Metodi di prova CSE:

- prEN-ISO 1182 test di non combustibilità;
- CSE-RF 3 corrispondente alla norma UNI 9174 (propagazione della fiamma di innesco in presenza di calore radiante);
- CSE-RF 1 corrispondente alla norma UNI 8456 (innesco della piccola fiamma su entrambe le facce del provino);
- CSE-RF 2 corrispondente alla norma UNI 8457 (innesco della piccola fiamma su una sola faccia del provino).

Per le categorie 1 e 4, i livelli delle caratteristiche propagazione fiamma, tempo di post-combustione e di post-incandescenza, zona danneggiata e gocciolamento sono specificati in tabella 1; ovviamente i livelli delle stesse caratteristiche per le categorie 2 e 3 sono

Comportamento al fuoco
Il PVC in edilizia

intermedi a quelli delle categorie 1 e 4. Schematicamente, rispetto alla metodologia CSE-RF 1 e CSE RF 2, la categoria 1 identifica materiali con tempi di post-combustione inferiori a 5 sec, di post-incandescenza inferiori a 10 sec, con provino danneggiato per meno di 150 mm senza gocciolamenti, mentre la categoria 4 identifica materiali con tempi di post-combustione maggiori di 60 sec, di post-incandescenza maggiori di 60 sec con danneggiamento del provino per più di 200 mm e gocciolamento di materiale che continua a bruciare per più di 3 sec dal momento di contatto con il piano di appoggio.

La metodologia CSE-RF 3 differenzia i livelli prestazionali richiesti al materiale in funzione del suo utilizzo come pavimento, parete e soffitto. Su questa base, in accordo alla metodologia CSE-RF 3, la categoria 1 identifica pavimenti, con velocità di propagazione della fiamma tanto bassa da non essere misurabile (la fiamma non raggiunge il traguardo a 150 mm), la zona di provino danneggiata è inferiore a 300 mm ed il tempo di post-incandescenza è inferiore a 180 sec con gocciolamento assente, mentre la categoria 4 identifica pavimenti, con velocità di propagazione della fiamma superiore a 30 mm/min, zona del provino danneggiata superiore a 650 mm, tempi di post-incandescenza superiori a 360 sec e gocciolamento durante la combustione con gocce che bruciano per più di 3 sec dal momento del contatto con il piano di appoggio.

La legislazione italiana, compresa quella a cui si è accennato all'inizio, stabilisce la classe cui devono appartenere i materiali da utilizzare nelle diverse parti degli edifici. Così ad esempio, le strutture sanitarie pubbliche e private devono avere gli atri, i corridoi e le scale costituiti per il 50% di materiali di classe 0 ed il 50% da materiali di classe 1, gli ambienti interni come camere, saloni e servizi devono avere materiali di rivestimento di classe 1 e la classe 2 è ammessa in presenza di impianti antincendio automatici.

La classificazione europea dei materiali da adottare nelle costruzioni, per quanto riguarda reazione al fuoco, comprende le classi indicate con A, B, C, D ed E, e queste individuano materiali-manufatti con prestazioni e resistenza al fuoco decrescenti nell'ordine; la classe F identifica i materiali con reazione al fuoco non determinata. La classificazione viene effettuata in accordo alla norma EN 13501-1, adottando metodologie e caratterizzazioni standard dettagliatamente definite e descritte in progetti di norma europei (prEN). Apparentemente, lo schema europeo di classificazione dei materiali per l'edilizia è simile a

quello italiano, ma i diversi contenuti, le diverse metodologie di caratterizzazione adottate e i diversi valori delle caratteristiche richiesti per la classificazione dei materiali nelle varie classi, rendono il contenuto delle classi europee (euroclassi) e delle classi italiane significativamente differente, con pratica impossibilità di stabilire una relazione univoca tra i due tipi di classificazione, anche perché alcune classi europee, come la classe A, sono differenziate in sottoclassi A1 ed A2 ed altre come le classi A2, B, C, e D subiscono ciascuna un'ulteriore subclassificazione s1 e s2 sulla base della caratteristica “produzione di fumo”, non considerata nella classificazione italiana.

In termini generali, la classificazione europea appare più differenziante e più differenziata di quella italiana. La tabella 2 riporta schematicamente le classi europee di reazione al fuoco dei materiali da utilizzare nelle costruzioni edilizie, le metodologie standard di caratterizzazione definite nei specifici progetti di norma prEN ed i livelli di risposta, per ogni caratteristica, sui quali la classificazione si basa, tenendo conto per la classificazione complessiva anche della caratteristica “produzione di fumo”.

La tabella 3 riporta le classi europee di reazione al fuoco per i materiali per pavimenti e questa classificazione, si basa e fa riferimento, in parte, su metodologie e norme specifiche per il settore pavimenti.

In sintesi, la classificazione italiana ed europea per i materiali da pavimenti comprendono entrambe simili test per misurare la incombustibilità e l'accendibilità, mentre la propagazione della fiamma o indici di questa propagazione, vengono misurati con metodologie differenti. La metodologia europea essenzialmente si basa sulla misura del calore radiante al di sotto del quale la fiamma non propaga (flusso di calore critico) e la metodologia italiana si basa sulla determinazione della propagazione della fiamma, zona danneggiata, post-incandescenza e gocciolamento del provino in presenza di calore radiante. Per la classificazione europea, la caratterizzazione dei provini-campione, secondo la norma prEN ISO 9239-1, permette, oltre alla determinazione del flusso di calore critico, anche la misura della produzione di fumo.

Tabella 2 – Classi di reazione all’azione del fuoco per i prodotti da costruzione ad eccezione dei pavimenti

Classe	Metodologia	Livelli di classificazione	Classificazione ulteriore
A1	prEN ISO 1182 (1);	$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$; e $\Delta m \leq 50\%$; e $t_f = 0 \text{ sec}$	--
	prEN ISO 1716	$\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (1); e $\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (2) (2a); e $\text{PCS} \leq 1.4 \text{ MJ.m}^{-2}$ (3); e $\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (4)	--
A2	prEN ISO 1182 (1); <i>oppure</i>	$\Delta T \leq 50^{\circ}\text{C}$; e $\Delta m \leq 50\%$; e $t_f \leq 20\text{s}$	--
	prEN ISO 1716;	$\text{PCS} \leq 3.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (1); e $\text{PCS} \leq 4.0 \text{ MJ.m}^{-2}$ (2); e	--

	<i>e</i>	PCS $\leq 4.0 \text{ MJ.m}^{-2}$ (3); e PCS $\leq 3.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (4)	
	prEN 13823 (SBI)	FIGRA $\leq 120 \text{ W.s}^{-1}$; e LFS < singolo campione; e THR _{600s} $\leq 7.5 \text{ MJ}$	Produzione di fumo (5); e gocciolamento/particelle (6)
B	prEN 13823 (SBI); <i>e</i>	FIGRA $\leq 120 \text{ W.s}^{-1}$; e LFS < singolo campione; e THR _{600s} $\leq 7.5 \text{ MJ}$	Produzione di fumo (5); e gocciolamento/particelle (6)
	prEN ISO 11925-2 (8): <i>Esposizione = 30s</i>	Fs $\leq 150\text{mm}$ entro 60s	
C	prEN 13823 (SBI); <i>e</i>	FIGRA $\leq 250 \text{ W.s}^{-1}$; e LFS < singolo campione; e THR _{600s} $\leq 15 \text{ MJ}$	Produzione di fumo (5); e gocciolamento/particelle (6)
	prEN ISO 11925-2 (8): <i>Esposizione = 30s</i>	Fs $\leq 150\text{mm}$ entro 60s	
D	prEN 13823 (SBI); <i>E</i>	FIGRA $\leq 750 \text{ W.s}^{-1}$	Produzione di fumo (5); e gocciolamento/particelle (6)
	prEN ISO 11925-2 (8): <i>Esposizione = 30s</i>	Fs $\leq 150\text{mm}$ entro 60s	
E	prEN ISO 11925-2 (8): <i>Esposizione = 15s</i>	Fs $\leq 150\text{mm}$ entro 20s	Gocciolamento/particelle (7)
F	Reazione non determinata		

- (1) Per i prodotti omogenei e componenti sostanziali di prodotti non omogenei
- (2) Per qualsiasi componente esterno non sostanziale di prodotti non omogenei
- (2a) Alternativamente, qualsiasi componente esterno non sostanziale avente un PCS $\leq 2.0 \text{ MJ.kg}^{-2}$, purchè il prodotto soddisfi i seguenti criteri di UNI EN 13823 (SBI): FIGRA $\leq 2.0 \text{ W.s}^{-1}$; e LFS < margine del campione; e THR_{600s} $\leq 4,0 \text{ mj}$; e s1; e d0.
- (3) Per qualsiasi componente interno non sostanziale di prodotti non omogenei
- (4) Per il prodotto nel suo insieme
- (5) s1 = SMOGRA $\leq 30\text{m}^2.\text{s}^{-2}$ e TSP_{600s} $\leq 50\text{m}^2$; s2 = SMOGRA $\leq 180\text{m}^2.\text{s}^{-2}$ e TSP_{600s} $\leq 200\text{m}^2$; s3 = non s1 o s2
- (6) d0 = assenza di gocce/particelle ardenti in UNI EN 13823 (SBI) entro 600s; d1 = assenza di gocce/particelle ardenti di durata superiore a 10s in UNI EN 13823 (SBI) entro 600s; d2 = non d0 o d1; la combustione della carta in UNI EN ISO 11925-2 dà luogo a una classificazione in d2.
- (7) Superamento della prova = assenza di combustione della carta (non classificato). Mancato superamento della prova = combustione della carta (classificato in d2).
- (8) Quando le fiamme investono la superficie e, se adeguato alle condizioni finali di applicazione del prodotto, la parte laterale (di un oggetto).

Significato dei simboli

ΔT = innalzamento di temperatura
 Δm = perdita in peso
 t_f = durata della fiamma
 PCS = potenziale calorifico complessivo
 (MJ/KG o MJ/m²)
 FIGRA = indice di propagazione della fiamma
 LFS = diffusione laterale della fiamma
 THR_{600s} = totale calore svolto a 600 sec
 Fs = propagazione della fiamma (mm)
 SMOGRA = velocità di sviluppo del fumo
 TSP_{600s} = produzione totale di fumo a 600 sec

Tabella 3 – Classi di reazione all’azione del fuoco per i pavimenti

Classe	Metodologia	Livelli di classificazione	Classificazione ulteriore
A1_n	prEN ISO 1182 (1);	$\Delta T \leq 30^\circ\text{C}$; e $\Delta m \leq 50\%$; e $t_f = 0$	--
	prEN ISO 1716	$\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (1); e $\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (2) (2a); e $\text{PCS} \leq 1.4 \text{ MJ.m}^{-2}$ (3); e $\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (4)	--
A2_n	prEN ISO 1182 (1); <i>oppure</i>	$\Delta T \leq 50^\circ\text{C}$; e $\Delta m \leq 50\%$; e $t_f \leq 20\text{s}$	--

	prEN ISO 1716; <i>e</i>	PCS $\leq 3.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (1); e PCS $\leq 4.0 \text{ MJ.m}^{-2}$ (2); e PCS $\leq 4.0 \text{ MJ.m}^{-2}$ (3); e PCS $\leq 3.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (4)	--
	PrEN ISO 9239-1(5)	Flusso critico (6) $\geq 8,0$ Kw/m ²	Produzione di fumo (7)
B_n	PrEN ISO 9239-1(5) E	Flusso critico (6) $\geq 8,0$ Kw/m ²	Produzione di fumo (7)
	prEN ISO 11925-2 (8): <i>Esposizione = 15 s</i>	Fs $\leq 150\text{mm}$ entro 20s	--
C_n	prEN 9239-1 (5) <i>e</i>	Flusso critico (6) $\geq 4,5$ Kw/m ²	Produzione di fumo (7)
	PrEN ISO 11925-2 ISO 11925-2 (5): <i>Esposizione = 15s</i>	Fs $\leq 150 \text{ mm}$ entro 20s	--
D_n	prEN ISO 9239-1 (5): <i>e</i>	Flusso critico (6) $\geq 3,0$ Kw/m ²	Produzione di fumo (7)
	Pr EN ISO 11925-2 (8): <i>Esposizione = 15s</i>	Fs $\leq 150 \text{ mm}$ entro 20 s	--
E_n	prEN ISO 11925-2(8): <i>Esposizione = 15s</i>	Fs $\leq 150 \text{ mm}$ entro 20 s	--
F_n	Reazioni non determinate		

- 1) Per i prodotti omogenei e componenti sostanziali di prodotti non omogenei
- 2) Per qualsiasi componente esterno non sostanziale di prodotti non omogenei
- 3) Per qualsiasi componente interno non sostanziale di prodotti non omogenei
- 4) Per il prodotto nel suo insieme
- 5) Durata della prova = 30 minuti
- 6) Per flusso critico si intende il flusso radiante che determina lo spegnimento della fiamma o il flusso radiante dopo una prova di 30 minuti, a seconda di quale sia il minore (cioè il flusso corrispondente alla maggiore ampiezza di propagazione del fuoco).
- 7) s1 = Fumo $\leq 750 \text{ \%.min}$; s2 = non s1.
- 8) Quando le fiamme investono la superficie e, se adeguato alle condizioni finali di applicazione del prodotto, la parte laterale (di un oggetto).

I simboli in tabella 3 hanno lo stesso significato di quelli di tabella 2.

La diversità della classificazione al fuoco dei materiali per l'edilizia e per pavimenti in Italia ed in Europa con riferimento alle classi italiane (tabella 1) ed alle classi europee (tabelle 2 e 3) è comune a tutti i paesi europei; la conseguenza è che la futura adozione delle "euroclassi" in tutta l'Europa richiederà lavoro e cambiamenti significativi dell'attuale

situazione di caratterizzazione e classificazione dei materiali in ciascun paese europeo, compresa l'Italia. In Italia infatti la classificazione europea, basata su norme e progetti di norma prEN (in parte già recepiti da UNI), non è attualmente adottata.

Tenendo conto di questa situazione, l'Associazione "Centro di Informazione sul PVC" (Associazione dell'industria italiana del PVC) e specificatamente "il suo gruppo pavimenti vinilici", hanno ritenuto opportuno ed utile effettuare presso il Laboratorio di Studi e Ricerche sul Fuoco LSF (Montano Lucino – Como) un'indagine sperimentale con caratterizzazione della reazione-comportamento al fuoco di campioni di pavimenti resilienti a base di PVC commercializzati in Italia nel 2002; a scopo di riferimento, l'indagine sperimentale ha compreso anche l'esame di campioni di pavimenti resilienti costituiti da linoleum e gomma, pure commercializzati in Italia nel 2002. La caratterizzazione-indagine sperimentale dei pavimenti resilienti è stata effettuata secondo le metodologie che stanno alla base della attuale classificazione italiana dei materiali da costruzione (norme di cui a tabella 1) e secondo le metodologie che stanno alla base della classificazione europea (norme di cui alla tabella 3). Sono state inoltre effettuate altre caratterizzazioni, non richieste per la classificazione, ma capaci di estendere e rendere più completo il quadro del comportamento al fuoco dei pavimenti resilienti esaminati.

Questa nota riporta alcuni dei principali risultati ottenuti dall'indagine.

2.2 Reazione al fuoco di pavimenti resilienti a base di PVC con riferimento a materiali alternativi

2.2.1 Pavimenti resilienti esaminati

Il lavoro di indagine è stato effettuato su quattro campioni di pavimenti resilienti a base di PVC e come riferimento sono stati esaminati due campioni di pavimenti resilienti a base di linoleum e quattro campioni a base di gomma; tutti i campioni esaminati erano commercializzati in Italia nel 2002.

Gli spessori ed i pesi dei pavimenti esaminati sono riportati in tabella 4.

PAVIMENTI RESILIENTI ESAMINATI

Campione	Spessore (mm)	Peso (kg/m²)
PVC 1	2,7	4,0
PVC 2	2,2	3,2
PVC 3	2,0	2,5
PVC 4	3,0	2,2
Linoleum 1	2,0	3,0
Linoleum 2	2,3	2,7
Gomma 1	3,0	4,6
Gomma 2	3,0	5,1
Gomma 3	3,0	4,7
Gomma 4	12,0	11,8

Tabella 4

2.2.2 Caratterizzazione di reazione al fuoco per la classificazione italiana ed europea

Le caratterizzazioni di reazione al fuoco dei pavimenti resilienti, di cui in tabella 4, hanno compreso:

- le misurazioni richieste per la classificazione italiana dei materiali per l'edilizia e cioè i test di accendibilità con prove di piccola fiamma (norma UNI 8457) ed i test di propagazione della fiamma con prove con pannello radiante (norma UNI 9174);
- le misurazioni richieste per la classificazione europea cioè i test di accendibilità con prove di piccola fiamma (norma EN-ISO 11925-2), il test di propagazione della fiamma con pannello radiante secondo la norma EN-ISO 9239-1, che permette di determinare il flusso critico di calore radiante al di sotto del quale la fiamma non propaga e che permette di determinare la produzione di fumo con classificazione, riferita a quest'ultima caratteristica, del pavimento esaminato in classe s1 e s2;

- i test di combustione in cono calorimetrico per determinare il calore di combustione (secondo norma ISO 5660), operando a tre livelli di calore radiante in condizioni di piena ventilazione;
- i test di combustione in condizioni di accumulo di fumi (secondo norma ISO 5659-2), per determinare la composizione dei fumi e gas emessi.
- Tutti i pavimenti esaminati sono di natura organica e cioè combustibili e pertanto non sono stati sottoposti al test di incombustibilità, secondo prEN-ISO 1182.

a) Accendibilità: prove di piccola fiamma italiana (UNI 8457) ed europea (EN-ISO 11925-2)

L'accendibilità di un provino di pavimento sottoposto a fiamma standard per un tempo definito, in accordo con la norma di riferimento italiana UNI 8457, viene espressa dai livelli raggiunti come accendibilità e cioè tempo di post-combustione, tempo di post-incandescenza, zona del provino danneggiata e gocciolamento durante la combustione. La corrispondente accendibilità, in accordo alla norma di riferimento europea EN-ISO 11925-2, viene espressa dal raggiungimento o meno da parte della fiamma della zona di provino posta 150 mm sopra il punto di applicazione e dal tempo richiesto per raggiungere questa zona.

La tabella 5 riporta i risultati della caratterizzazione ottenuti sui campioni di pavimenti esaminati con riferimento alle metodologie italiana ed europea: per tutte le voci (post-combustione, post-incandescenza, zona danneggiata e gocciolamento) della caratterizzazione italiana (norma UNI 8457), tutti i campioni esaminati a base di PVC, di linoleum e di gomma risultano di livello 1 e con riferimento alla caratterizzazione europea (norma EN-ISO 11925-2), per tutti i campioni esaminati, la fiamma non raggiunge la zona posta a 150 mm sopra il punto di innesco in 20 sec.

**Accendibilità dei campioni di pavimento
alla prova della piccola fiamma italiana ed europea**

Campione	Metodo italiano secondo norma UNI 8457 (tempo di innesco fiamma 30 sec)				Metodo europeo secondo norma EN ISO 11925-2 (tempo di innesco fiamma 15 sec)
	Livello di postcombustione	Livello di postincandescenza	Livello di zona danneggiata	Livello di gocciolamento	Raggiungimento del traguardo a 150 mm entro 20 sec
PVC 1	1	1	1	1	NO
PVC 2	1	1	1	1	NO
PVC 3	1	1	1	1	NO
PVC 4	1	1	1	1	NO
LINOLEUM 1	1	1	1	1	NO
LINOLEUM 2	1	1	1	1	NO
GOMMA 1	1	1	1	1	NO
GOMMA 2	1	1	1	1	NO
GOMMA 3	1	1	1	1	NO
GOMMA 4	1	1	1	1	NO

Tabella 5

Per facilitare la lettura della tabella 5, si ricorda che, nelle prove effettuate secondo la norma UNI 8457, il livello 1 di post-combustione corrisponde a tempi di combustione inferiori a 5 sec, il livello 1 di post-incandescenza corrisponde a tempi inferiori a 10 sec, il livello 1 di zona danneggiata a meno di 150 mm e che il livello 1 di gocciolamento corrisponde a gocciolamento assente. Nelle prove effettuate secondo la norma EN-ISO 11925-2, il superamento del test e la migliore prestazione corrisponde ad una propagazione della fiamma inferiore a 150 mm in 20 sec.

I risultati di tabella 5 mostrano che, al test della piccola fiamma italiana ed europea, i campioni di pavimenti esaminati a base di PVC, linoleum e gomma danno tutti gli stessi risultati e rientrano tutti nel più alto livello previsto dalle norme (a parte ovviamente i materiali non combustibili).

b) Propagazione della fiamma con pannello radiante italiano (UNI 9174) e flusso critico di calore radiante e produzione di fumi con metodologia europea (EN-ISO 9239-1)

Le misure-determinazioni di propagazione della fiamma, in accordo alla norma UNI 9174 e quelle di flusso critico e produzione di fumi, in accordo alla norma europea EN-ISO 9239-1, sono effettuate con innesco di fiamma in condizioni definite di calore radiante. Specificatamente, le misure secondo la norma italiana UNI 9174 danno (in presenza di calore radiante) la propagazione della fiamma sul provino (in mm/sec), il tempo di post-incandescenza, la zona danneggiata e l'entità del gocciolamento.

Le misure, fatte secondo la metodologia europea ISO 9239-1, danno direttamente il flusso critico di calore radiante al di sotto del quale la fiamma si spegne (oppure il calore radiante minimo necessario per mantenere la fiamma).

La tabella 6 riporta i risultati di propagazione della fiamma ottenuti operando secondo la norma UNI 9174 per i campioni di pavimenti esaminati; la fiamma non raggiunge per nessun campione la distanza di 150 mm dall'origine ed i tempi impiegati dalla fiamma per raggiungere il primo traguardo a 50 mm nel provino di misura sono compresi tra 124 e 152 secondi, ponendo, per questa caratteristica, tutti i campioni nel livello 1 (richiesti tempi

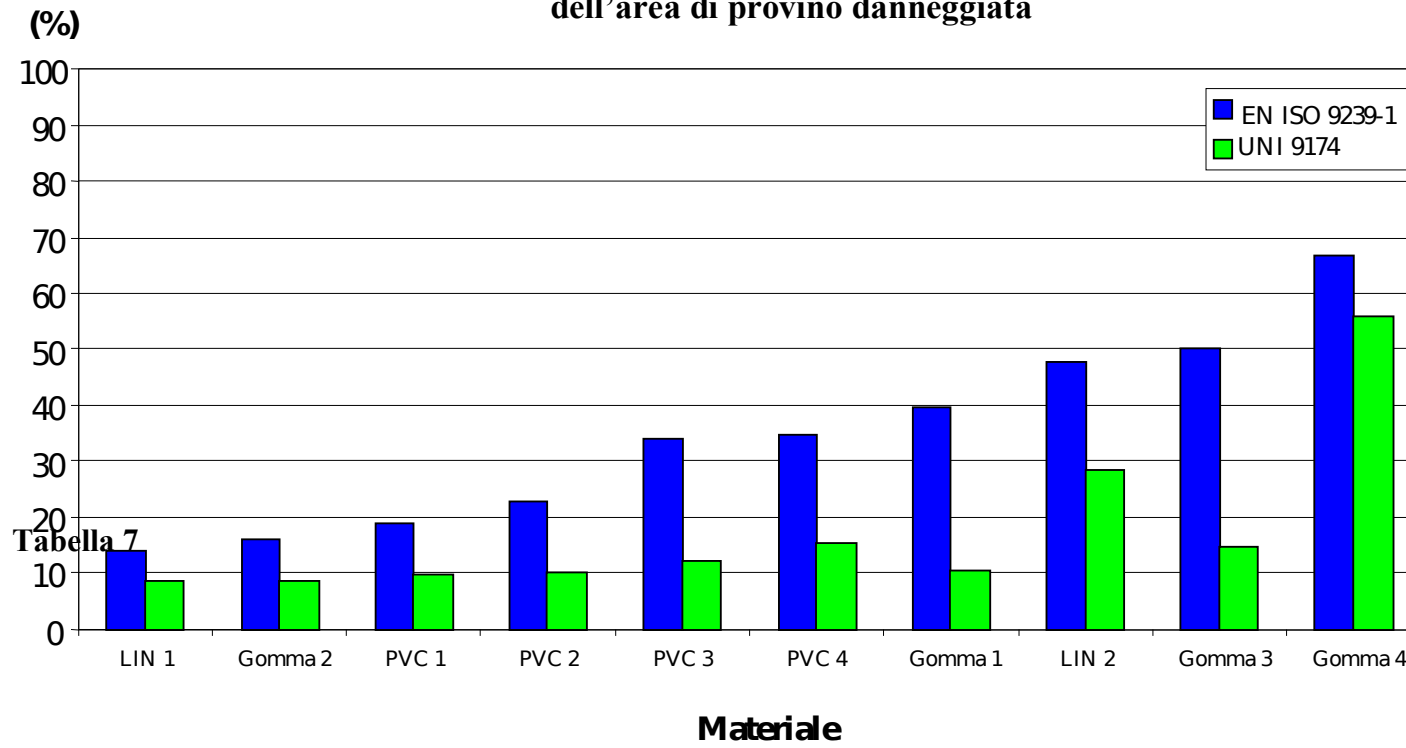
inferiori a 180 sec). Le differenze, che pure esistono, tra i vari campioni dello stesso materiale ed i campioni a base di diversi materiali non sono significative agli effetti della classificazione italiana. In realtà, la risposta complessiva del test di propagazione, secondo la norma UNI 9174, tenendo conto della zona del provino danneggiata (risultati riportati in tabella 7) e del tempo di combustione confermano il livello prestazionale 1 per tutti i campioni esaminati, con l'eccezione del campione gomma 4 che, avendo tempi di combustione superiori a 60 min e zona danneggiata superiore a 600 mm, risulta di livello 3.

Propagazione della fiamma con pannello radiante italiano (norma UNI 9174)

Campione	Tempo medio (secondi) di raggiungimento del primo traguardo (50 mm)
PVC-1	131
PVC 2	127
PVC 3	126
PVC 4	124
Linoleum 1	130
Linoleum 2	140
Gomma 1	152
Gomma 2	150
Gomma 3	150
Gomma 4	135

Tabella 6

Confronto percentuale dell'area di provino danneggiata



L'esame dei campioni di pavimenti di tabella 6, in accordo con la metodologia europea EN-ISO 9239-1 ha portato alla determinazione dei flussi critici di calore radiante (in kW/m²) al di sotto dei quali la fiamma si spegne ed alla determinazione della produzione di fumi. I valori ottenuti per i flussi critici sono riportati in tabella 8, assieme ai corrispondenti valori ottenuti dalla metodologia italiana in accordo alla norma UNI 9174.

I risultati di tabella 8 mostrano che:

- i flussi critici variano da 6 a 9 kW/m² per i pavimenti a base di PVC, da 3,9 a 10 kW/m² per i pavimenti a base di linoleum e da 2 a 9,5 kW/m² per i pavimenti a base di gomma;
- i flussi critici, determinati in accordo alla metodologia italiana UNI 9174 sono sistematicamente più alti di quelli europei e con andamenti di variazione approssimativamente paralleli.

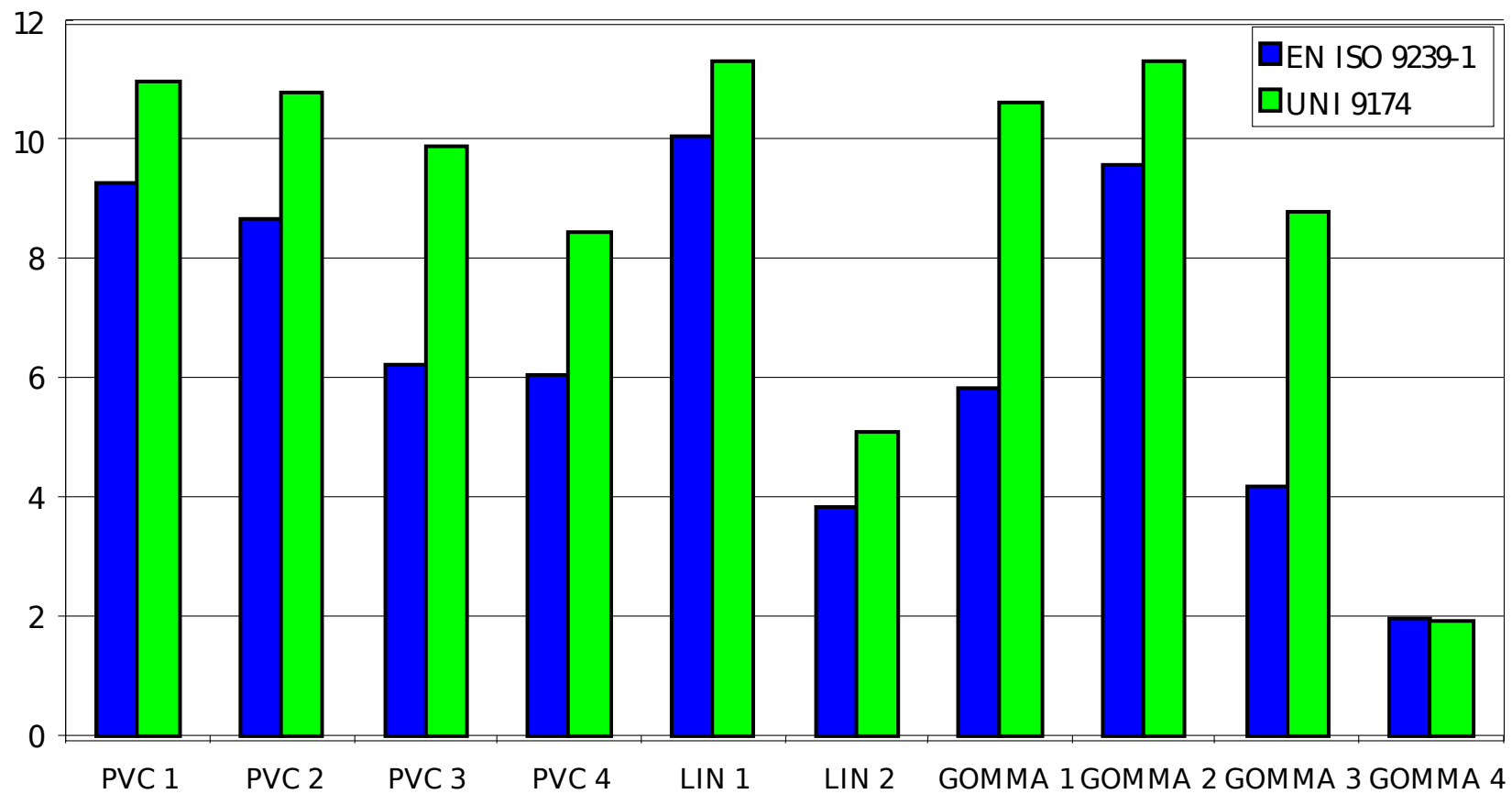
Per quanto riguarda i fumi, tutti i campioni esaminati hanno dato produzioni inferiori a 750% min e sono pertanto classificati s1 per questa caratteristica con la sola eccezione del campione gomma 4 che ha produzione di fumi di 1934% min e pertanto si classifica s2.

- Sulla base dei risultati di flusso critico di calore di tabella 8 e di produzione di fumi, i pavimenti esaminati sono differenti e si pongono, principalmente per la caratteristica flusso critico di calore, in diverse classi europee; specificatamente i pavimenti a base di PVC nelle classi da B a C, quelli a base di linoleum nelle classi B e D e quelli a base di gomma nelle classi da B a E.

Tabella 8

Confronto dei flussi critici di calore radiante

(kW/m²)



Materiale

Le differenze trovate all'interno dello stesso materiale PVC, linoleum e gomma e tra i diversi materiali indicano che:

- tutti i materiali (PVC, linoleum e gomma) sono in grado di dare pavimenti di classe B e di produzione fumi classe s1;
- il superamento del test italiano di propagazione della fiamma, secondo la norma UNI 9174, di cui a tabella 6, non corrisponde e soddisfa i requisiti della classe B europea;
- i pavimenti, costituiti da diversi materiali esaminati in questo lavoro, sono stati verosimilmente prodotti avendo come riferimento la classe italiana 1 di reazione al fuoco.

c) Classificazione italiana ed europea dei pavimenti esaminati

La tabella 9 mostra il livello di prestazione dei pavimenti esaminati rispetto alle singole caratterizzazioni-norme italiane ed europee e la corrispondente classificazione italiana ed europea dei pavimenti esaminati.

Come già evidenziato, tutti i campioni esaminati risultano rispetto alla caratterizzazione classificazione italiana di classe 1, con il solo campione gomma 4 che risulta di classe 3. Rispetto alla classificazione europea, i campioni si pongono nelle classi da B a D con produzione di fumo in classe s1 ed il campione gomma 4 in classe E con produzione di fumo in classe s2. In altri termini, la classe 1 italiana comprende, sulla base dei risultati di questa indagine, le classi europee B, C e D con produzione di fumo classe s1 ed il test europeo che distingue tra le classi B, C e D, è quello che misura il flusso critico di calore con la metodologia del pannello radiante in accordo alla norma EN ISO 9239-1.

Classificazione italiana ed europea dei pavimenti resilienti esaminati

Tabella 9

Campione	Classificazione italiana			Classificazione europea			
	Norma 8457 (piccola fiamma)	Norma 9174 (pannello radiante)	Class e	Norma EN ISO 9239-1 (pannello radiante)	Norma EN ISO 11925- 2 (piccola fiamma)	Norma EN ISO 9239-1 (produzione fumi)	Class e
PVC-1	Livello 1	Livello 1	1	B	Test superato*	s1	B
PVC-2	Livello 1	Livello 1	1	B	Test superato	s1	B
PVC-3	Livello 1	Livello 1	1	C	Test superato	s1	C
PVC-4	Livello 1	Livello 1	1	C	Test superato	s1	C
Linoleum 1	Livello 1	Livello 1	1	B	Test superato	s1	B
Linoleum 2	Livello 1	Livello 1	1	D	Test superato	s1	D
Gomma 1	Livello 1	Livello 1	1	C	Test superato	s1	C
Gomma 2	Livello 1	Livello 1	1	B	Test superato	s1	B
Gomma 3	Livello 1	Livello 1	1	D	Test superato	s1	D
Gomma 4	Livello 1	Livello 3	3	E	Test superato	s2	E

2.2.3) Altre caratterizzazioni di comportamento al fuoco: calorimetria e composizione dei fumi e gas emessi

La caratterizzazione dei pavimenti resilienti esaminati in questa indagine ha compreso, oltre alle determinazioni riportate per la classificazione italiana ed europea, le misure del calore sviluppato e della composizione dei fumi e gas emessi nella combustione.

In realtà si tratta di una caratterizzazione, effettuate in accordo a metodologie normalizzate ISO, complementare a quella prima riportata per la classificazione italiana ed europea dei pavimenti esaminati.

a) Calorimetria secondo la norma ISO 5660

Questa caratterizzazione, che comporta misure in cono calorimetrico secondo la norma ISO 5660, permette la determinazione per il materiale esaminato dei tempi di innesco della combustione e dell'andamento di rilascio del calore in funzione del tempo, operando a vari flussi termici, in piena ventilazione con possibilità di analizzare la composizione dei fumi e gas emessi. La tabella 10 mostra, per i provini dei campioni di pavimenti resilienti esaminati, i tempi di innesco della fiamma operando a vari livelli di attacco termico mediante calore radiante. A tutti i livelli di attacco termico, i pavimenti a base di PVC iniziano a bruciare prima o leggermente prima di quelli a base di linoleum e questi prima o leggermente prima di quelli in gomma, con l'eccezione del campione di gomma 4.

Tempi di innesco, a vari livelli di attacco termico, della combustione in cono calorimetrico secondo ISO 5660

Attacco termico (KW/m²)	12	25	50
Campione	Tempo di innesco (sec.)		
PVC-1	293	52	14
PVC-2	296	53	17
PVC-3	145	49	16
PVC-4	103	34	13
Linoleum 1	357	54	18
Linoleum 2	Non innescabile	75	25
Gomma 1	“	92	33
Gomma 2	“	149	50
Gomma 3	“	103	37
Gomma 4	360	64	14

Tabella 10

Le tabelle 11 e 12, riportano esempi di curve di rilascio del calore durante la combustione in cono calorimetrico per il campione PVC-1 e per il campione gomma 4; a parte i tempi di innesco della fiamma, di cui a tabella 10, tutta la curva di combustione e di sviluppo del calore nel tempo sono differenti per i diversi campioni esaminati. I picchi di rilascio di calore, come mostrato in tabella 13, sono molto variabili all'interno di ciascun gruppo di pavimenti a base di un materiale, anche se mediamente appaiono più alti per i campioni di gomma rispetto a quelli in PVC.

I calori totali di combustione, riportati in tabella 14, risultano, d'altra parte, crescenti nell'ordine pavimenti in PVC, in linoleum ed in gomma e come ovvio, nessuno dei pavimenti esaminati, ha calori di combustione inferiori a 3 MJ/kg e rientra nella classe europea A di reazione al fuoco dei materiali.

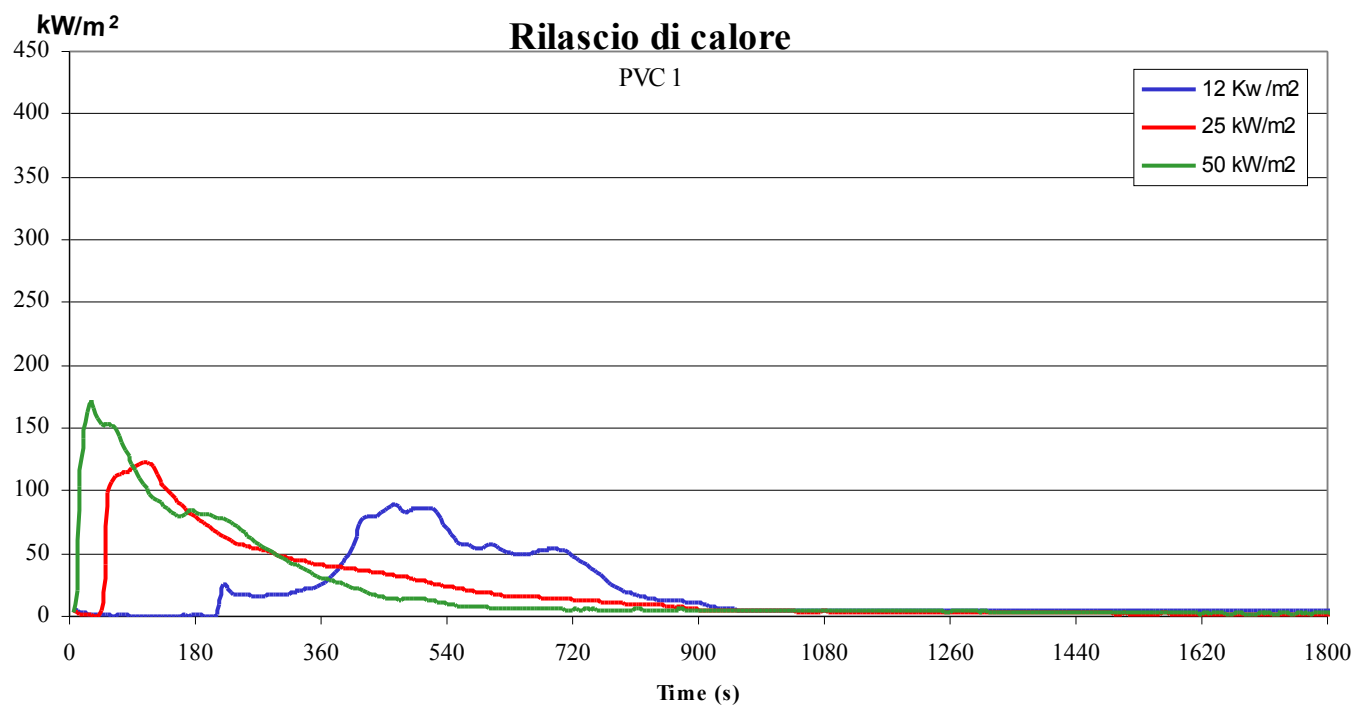


Tabella 11

Rilascio di calore

GOMMA 4

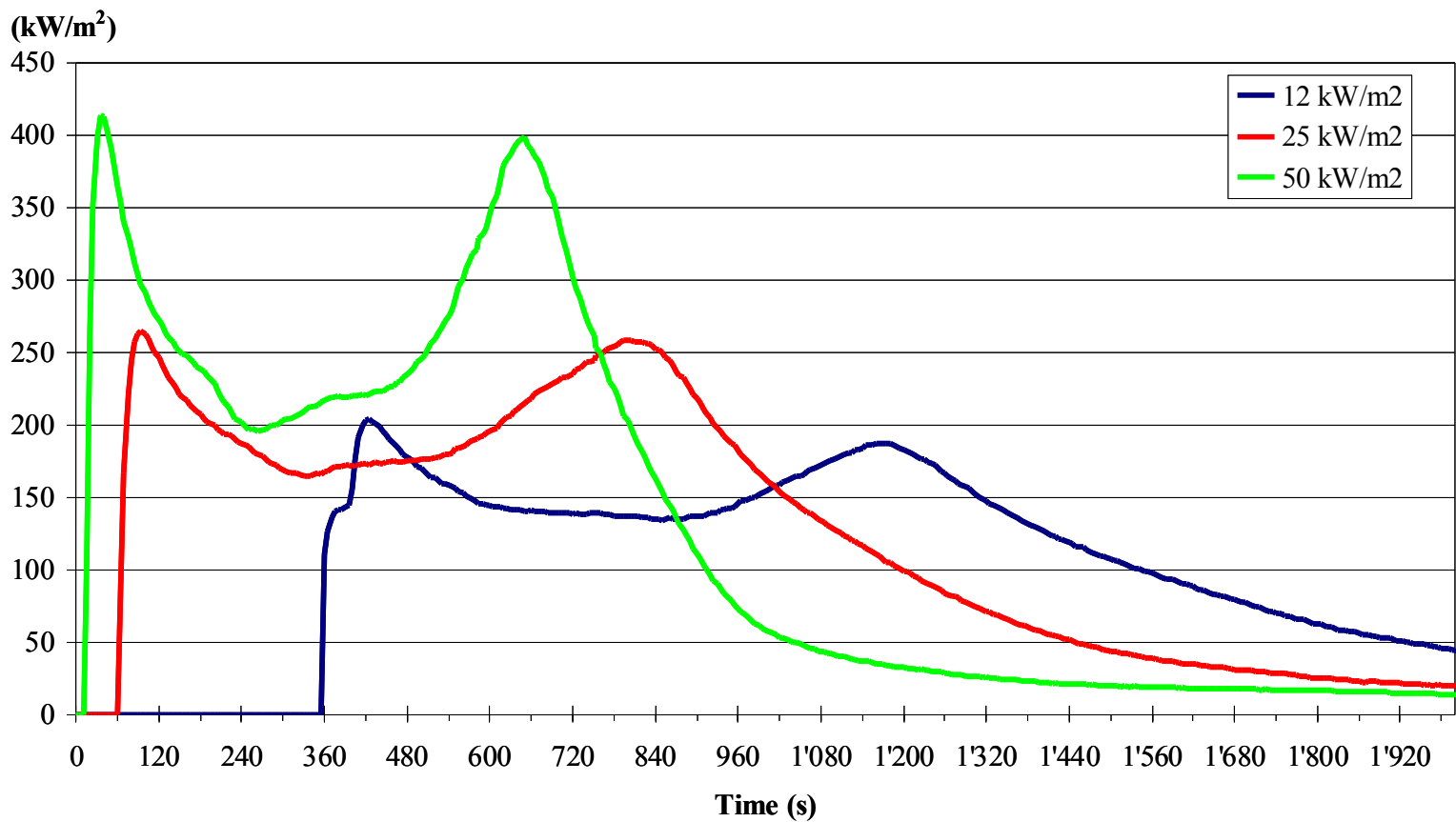


Tabella 12

Picchi di rilascio di calore nella combustione in cono calorimetrico secondo ISO 5660

Attacco termico (KW/m ²)	12	25	50
Campione	Picco di rilascio di calore (kW/m²)		
PVC-1	132	124	172
PVC-2	127	153	173
PVC-3	224	304	374
PVC-4	154	210	324
Linoleum 1	88	163	192
Linoleum 2	-	345	499
Gomma 1	-	291	346
Gomma 2	-	144	205
Gomma 3	-	424	482
Gomma 4	219	276	418

Tabella 13

Calore di combustione dei pavimenti esaminati

Flusso radiante (kW/m ²)	12	25	50
Campione	Calore di combustione (MJ/Kg)		
PVC-1	14.2	14.4	13,7
PVC-2	13.8	13.6	13,6
PVC-3	12.4	13.3	12,4
PVC-4	12.3	13.6	13,4
Linoleum 1	12.5	14.2	14,2
Linoleum 2	-	20.7	19,9
Gomma 1	-	25.1	24,5
Gomma 2	-	19.6	18,5

Gomma 3	-	27.7	27.5
Gomma 4	34,6	32.9	31,4

Tabella 14

Un quadro schematico complessivo del comportamento nella combustione in cono calorimetrico dei campioni di pavimento esaminati è riportato in tabella 15; i dati di tempo di innesco, perdita in peso, picco termico, calore di combustione ed area di estinzione della fiamma, si riferiscono a combustioni realizzate con l'attacco termico di 25 kW/m^2 ; si tratta dello stesso attacco termico adottato nella caratterizzazione secondo la norma ISO 9239-1, che è stata determinante per la classificazione europea dei pavimenti esaminati (classificazione pure riportate in tabella 15 come riferimento).

Un confronto più "omogeneo" dei pavimenti in PVC, con quelli in linoleum ed in gomma è dato in tabella 16, che raccoglie e mette a confronto le risposte in cono calorimetrico di campioni di pavimenti a base di materiali diversi ma tutti di classe B e produzione di fumo classe s1.

Combustione dei pavimenti esaminati in cono calorimetrico con calore radiante pari a 25 kW/m²

Caratteristica Campione	Tempo di innesco (sec)	Perdita in peso (gr)	Picco di Calore (kW/m²)	Calore combustione (MJ/kg)	Area estinzione specifica (m²/kg)	Classe Europea
PVC 1	52	22,6	123,7	14,4	872,6	B
PVC 2	53	20,9	153,2	13,6	679,0	B
PVC 3	49	22,9	304,1	13,3	1266,9	C
PVC 4	34	19,4	210,4	13,6	1477,9	C
Linoleum 1	54	20,3	162,5	14,2	597,3	B
Linoleum 2	75	21,7	344,8	20,7	434,3	D
Gomma 1	92	18,1	290,8	25,1	1162,9	C
Gomma 2	149	20,7	143,5	19,6	1089,5	B
Gomma 3	103	16,7	424,2	27,2	1613,1	D
Gomma 4	64	66,4	275,6	32,9	1286,3	E

Tabella 15

Combustione in cono calorimetrico con calore radiante pari a 25 kW/m² di pavimenti di classe europea B

Caratteristica Campione	Tempo di innesco (sec)	Picco di calore kW/m2	Calore di combustione (MJ/kg)	Area estinzione specifica m ² /kg
PVC-2	53	153	14	679
Linoleum 1	54	162	14	597
Gomma 2	149	143	19	1090

Tabella 16

Come evidente da tabella 16, i pavimenti resilienti, tutti di classe europea B e produzione di fumo s1 mostrano un comportamento alla combustione in cono calorimetrico che ha vantaggi e svantaggi relativi rispetto ai parametri di combustione misurati e, questi vantaggi e svantaggi hanno probabilmente motivazioni di costituzione chimica e di costruzione fisica dei provini esaminati.

L'analisi dei gas emessi nelle combustioni in cono calorimetrico operando in piena ventilazione secondo ISO 5660, ha dimostrato, applicando la trasformata di Fourier secondo il protocollo SAFIR, che essi sono costituiti per tutti i pavimenti esaminati, prevalentemente da CO e CO₂, con in più HCl, ovviamente per i campioni a base di PVC ma anche per gli altri ed SO₂ per i campioni a base di gomma. Questi risultati di composizione dei fumi vengono meglio definiti quantitativamente nelle misure in camera con accumulo dei fumi, secondo ISO 5659-2, di cui più avanti.

b) Fumi e gas in condizioni di accumulo in accordo a ISO 5659-2

Le misure sono state fatte in camera con accumulo dei fumi in accordo alla norma ISO 5659-2, in condizioni di flusso termico pari a 12 e 25 kW/m² con sviluppo di fiamma e di flusso termico pari a 50 kW/m² senza sviluppo di fiamma. I risultati di composizione dei fumi per i campioni esaminati in condizioni di flusso termico di 50 kW/m² sono raccolti in tabella 17 (i dati in condizioni di flusso termico 12 e 25 kW/m² mostrano andamenti simili in funzione del tempo). In tutti i casi e per tutti i campioni esaminati, come mostrato in tabella 17, CO₂ e CO sono presenti nei fumi; l'HCl si trova ovviamente nei fumi dei campioni a base di PVC ed anche nei fumi dei campioni a base di linoleum e gomma; nei fumi dei campioni di gomma è stata trovata sempre la SO₂.

I risultati di tabella 17 indicano che i campioni di pavimenti resilienti esaminati sono diversi tra di loro, anche all'interno dello stesso materiale base PVC, linoleum e gomma. La valutazione del contributo al rischio complessivo in una specifica condizione di incendio dei diversi pavimenti come quelli qui esaminati non è né immediata, né semplice, anche se essa può essere aiutata e deve tener conto dei risultati di tabella 17 così come degli altri risultati di caratterizzazione e reazione alla fiamma prima riportati.

Fumi e gas emessi nelle combustioni dei pavimenti esaminati in condizioni di accumulo dei fumi operando a flusso termico di 50 kW/m² in accordo alla metodologia ISO 5659-2

Campione	CO (ppm)		CO ₂ (%)		HCl (ppm)		SO ₂ (ppm)	
	10 min	20 min	10 min	20 min	10 min	20 min	10 min	20 min
PVC-1	1226	1326	1,639	1,685	3643	3804	-	-
PVC-2	1026	1210	0,685	1,70	3953	3593	-	-
PVC-3	1744	1807	1,668	1,768	5742	5742	-	-
PVC-4	1528	1437	0,943	1,091	4136	4138	-	-
Linoleum 1	1570	1788	1,456	1,801	4650	4650	-	-
Linoleum 2	895	1155	2,382	2,438	511	887	-	-
Gomma 1	753	1477	2,228	2,313	1113	1508	200	239
Gomma 2	233	439	0,066	0,116	1377	1377	136	136
Gomma 3	1118	1862	1,761	1,973	1671	1750	385	417
Gomma 4	2371	3048	0,808	1,302	1089	1566	731	854

Tabella 17

2.3 Considerazioni conclusive

- I risultati sperimentali della investigazione sul comportamento al fuoco di campioni commerciali di pavimenti resilienti a base di PVC, in confronto con quelli a base di linoleum e gomma, sono relativi e si riferiscono agli specifici campioni esaminati reperiti nel mercato italiano nel 2002 ed alle condizioni dei test standard (come previsti da norme italiane ed internazionale) di caratterizzazione adottati. I risultati ottenuti non sono ovviamente intesi rappresentare o essere tipici di tutti i pavimenti resilienti esistenti in commercio a base di PVC, linoleum e gomma.
- La classificazione italiana ed europea dei pavimenti resilienti esaminati in questa indagine pone i prodotti di classe 1 italiana nelle classi europee da B a D, con classificazione s1 per quanto riguarda produzione di fumi, sulla base, principalmente, di una differente risposta in termini di flusso termico critico necessario per sostenere la fiamma (norma EN ISO 9239-1); non esiste pertanto una semplice relazione univoca tra classificazione italiana ed europea (euroclassi) per quanto riguarda i pavimenti resilienti ed, in generale, per quanto riguarda i materiali per l'edilizia.
- Il calore di combustione, l'innescò della combustione, il picco di calore, i gas ed i fumi emessi durante la combustione in varie condizioni sperimentali in accordo alle norme ISO 5660 e 5659-2, mostrano, per i pavimenti esaminati, differenti valori e composizioni dei fumi. Specificatamente le composizioni dei fumi sono, per tutti i pavimenti esaminati ricche di CO₂ e CO con presenza di HCl ed SO₂ in relazione anche alla specifica costituzione-composizione del pavimento esaminato. Si tratta comunque di pavimenti tutti utilizzabili nel mercato italiano ed in quello europeo, in accordo con la loro specifica classe di appartenenza.
- Quella qui riportata è una fotografia limitata della situazione dei pavimenti resilienti esistenti nel mercato italiano, riferita alla loro appartenenza alle classi italiane ed europee di reazione al fuoco, al calore di combustione ed alla composizione dei fumi e gas emessi durante la loro combustione in condizioni definite da norme nazionali ed internazionali. Si tratta di fotografia che, da una parte, mostra le opportunità e probabilmente le necessità di miglioramento dei pavimenti resilienti esaminati (o

almeno di alcuni di essi) e dall'altra evidenza, che a parte le specificità costituzionali, tutti i pavimenti esaminati a base di PVC, linoleum e gomma sono del tutto utilizzabili, per quanto riguarda reazione al fuoco, nei diversi settori applicativi dell'edilizia e dell'arredo in conformità alle classi italiane ed europee di loro appartenenza.

COMPORTAMENTO AL FUOCO DI PAVIMENTI RESILIENTI A BASE DI POLICLORURO DI VINILE

Riassunto

I pavimenti resilienti a base di policloruro di vinile sono stati caratterizzati rispetto alla loro reazione al fuoco secondo le normative vigenti in Italia (le CSE del Centro Studi ed Esperienze del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco) e secondo i progetti di norma prEN sviluppati in Europa per la loro classificazione al fuoco.

La caratterizzazione ha compreso come riferimento anche pavimenti resilienti a base di linoleum e di gomma. La classificazione italiana dei pavimenti resilienti esaminati (risultati prevalentemente di classe 1) non trova corrispondenza stretta con la corrispondente classificazione europea (i campioni di classe 1 italiana si ripartiscono nelle classi europee B, C, D con classificazione di produzione fumi s1 per tutti).

L'ulteriore caratterizzazione (non prevista per la classificazione italiana ed europea) dei pavimenti resilienti esaminati in bomba calorimetria ed in camera di accumulo dei fumi, in accordo a metodologie ISO standard, ha dato valori diversi di innesco della combustione, di picco di calore e calore di combustione e composizioni, in parte diverse per fumi e gas emessi durante la combustione.

Specificatamente le composizioni dei fumi e gas emessi sono, per tutti i pavimenti esaminati, ricche di CO e CO₂ con presenza di quantità significative e diverse di HCl; nei fumi dei pavimenti a base di gomma si trova inoltre SO₂.

Tutti i pavimenti resilienti esaminati a base di PVC, linoleum e gomme sono utilizzabili, per quanto riguarda la reazione al fuoco, nei diversi settori applicativi dell'edilizia e dell'arredo in conformità alle classi italiane ed europee di loro appartenenza.

3. COMPORTAMENTO AL FUOCO DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE

LA NUOVA CLASSIFICAZIONE EUROPEA

L'UTILIZZO DEI MATERIALI NELLE ATTIVITA' SPECIFICHE

Vengono riportati, in sintesi, i contenuti dei due decreti che saranno pubblicati a cura del ministero di competenza.

- A) Decreto classificazione**
- B) Decreto requisiti attività specifiche**

A) DECRETO CLASSIFICAZIONE

Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della “SICUREZZA IN CASO DI INCENDIO”.

ART.1

Si applica ai materiali da costruzione, così come definiti dall’articolo 1 della Direttiva 89/106/CEE e dall’articolo 1 del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246.

E’ considerato materiale da costruzione qualsiasi prodotto fabbricato al fine di essere permanentemente incorporato in opere da costruzione.

I “materiali da costruzione” sono di seguito denominati “prodotti”.

Le “norme armonizzate”, gli atti di “benestare tecnico”, le “norme nazionali che recepiscono norme armonizzate”, le “norme nazionali riconosciute dalla Commissione a beneficiare della presunzione di conformità”, di cui al D.P.R. 246/1993, sono di seguito denominati “specificazioni tecniche”.

ART. 2

I prodotti vengono classificati in base alle caratteristiche di reazione al fuoco come indicato in allegato A e B.

Nelle more dell’emanazione delle specificazioni tecniche di prodotto e per l’intero periodo di coesistenza con tali specificazioni, è consentita la classificazione di reazione al fuoco ai sensi del D. M. 26/6/84 e successive modifiche ed integrazioni.

ART. 3

Ai prodotti riportati negli elenchi di cui all’allegato C del presente decreto è attribuita la classe di reazione al fuoco ivi specificata senza che debbano essere sottoposti all’esecuzione delle relative prove di reazione al fuoco in ottemperanza alle Decisioni della Commissione europea citate in premessa.

ART. 4

Comportamento al fuoco
Il PVC in edilizia

I prodotti legalmente autorizzati in uno degli stati della UE possono essere commercializzati in Italia al fine di essere impiegati nelle opere in cui è prescritta la loro classe di reazione al fuoco, secondo l'uso conforme alla loro destinazione.

Per prodotti muniti di marcatura CE la classe di reazione al fuoco è riportata nelle informazioni che accompagnano la marcatura CE.

Per i prodotti per i quali non è applicata la procedura ai fini della marcatura CE – in assenza di specificazioni tecniche o in applicazione volontaria delle procedure nazionali durante il periodo di coesistenza – la commercializzazione è subordinata all'omologazione rilasciata ai sensi dell'art. 8 del D. M. 26/06/84.

Detta omologazione decade, ai fini della produzione e della commercializzazione, al termine del periodo di coesistenza definito dalla Commissione europea e rimane valida, per i prodotti già immessi sul mercato, ai soli fini della installazione sino alla data di scadenza dell'omologazione stessa.

ALLEGATO A

CLASSIFICAZIONE DEI PRODOTTI DA COSTRUZIONE

Comportamento al fuoco
Il PVC in edilizia

Quando la condizione di uso finale di un prodotto da costruzione è tale da contribuire alla generazione e alla propagazione del fuoco e del fumo all'interno del locale d'origine il prodotto va classificato in base alla sua reazione al fuoco, secondo il sistema di classificazione di cui alle seguenti tabelle 1, 2, 3.

I prodotti sono considerati in relazione alle loro condizioni di applicazione finale.

Simboli

(le caratteristiche sono definite con riferimento all'appropriato metodo di prova)

Δt	Aumento di temperatura
Δm	Perdita di massa
τ	Durata dell'incendio
PCS	Potenziale calorifico lordo
FIGRA	Tasso di incremento dell'incendio
THR _{600s}	Rilascio totale di calore
LFS	Propagazione laterale del fuoco
SMOGRA	Tasso di incremento del fumo
TSP _{600s}	Produzione totale del fumo
Fs	Propagazione del fuoco

DEFINIZIONI

“Materiale”: una singola sostanza di base o una miscela di sostanze uniformemente distribuite, ad esempio metallo, pietra, legno, calcestruzzo, lana di roccia con leganti uniformemente distribuiti, polimeri.

“Prodotto omogeneo”: un prodotto che consiste di un unico materiale e che presenta a tutti i livelli densità e composizione uniformi.

“Prodotto non omogeneo”: un prodotto che non possiede i requisiti dei prodotti omogenei. Esso si compone di uno o più componenti sostanziali e/o non sostanziali.

“Componente sostanziale”: un materiale che costituisce un elemento significativo nella composizione di un prodotto non omogeneo. Un rivestimento con massa per unità di area $\geq 1,0$ kg/m² o spessore $\geq 1,0$ mm è considerato un componente sostanziale.

“Componente non sostanziale”: un materiale che non costituisce una parte significativa di un prodotto non omogeneo. Un rivestimento con massa per unità di area $< 1,0$ kg/m² o spessore $< 1,0$ mm è considerato un componente non sostanziale.

Due o più rivestimenti non sostanziali adiacenti (ovvero non separati da alcun componente sostanziale) sono considerati come un componente non sostanziale e, pertanto, devono soddisfare in toto i requisiti previsti per i rivestimenti che sono componenti non sostanziali.

Tra i componenti non sostanziali si distingue tra componenti non sostanziali interni e componenti non sostanziali esterni, definiti come segue:

“Componente non sostanziale interno”: un componente non sostanziale che è rivestito su ambedue i lati da almeno un componente sostanziale.

“Componente non sostanziale esterno”: un componente non sostanziale che non è rivestito su un lato da un componente sostanziale.

Tabella 1

CLASSI DI REAZIONE ALL'AZIONE DELL'INCENDIO PER I PRODOTTI DA COSTRUZIONE AD ECCEZIONE DEI PAVIMENTI

Comportamento al fuoco
Il PVC in edilizia

Classe	Metodo(i) di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
A1	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ e	$\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$; e $\Delta m \leq 50\%$ e $t_f = 0$ (cioè incendio non persistente)	-----
	EN ISO 1716	$PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ ; e $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽²⁾ ^(2a) ; e $PCS \leq 1,4 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽³⁾ ; e $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	-----
A2	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ o	$\Delta T \leq 50 \text{ }^\circ\text{C}$; e $\Delta m \leq 50\%$ e $t_f \leq 20\text{s}$	-----
	EN ISO 1716 e	$PCS \leq 3,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ ; e $PCS \leq 4,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽²⁾ ; e $PCS \leq 4,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽³⁾ ; e $PCS \leq 3,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	-----
	EN 13823 (SBI)	$FIGRA \leq 120 \text{ W.s}^{-1}$; e $LSF < \text{ margine del campione}$; e $THR_{600s} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
B	EN 13823 (SBI) e	$FIGRA \leq 120 \text{ W.s}^{-1}$; e $LSF < \text{ margine del campione}$; e $THR_{600s} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	
C	EN 13823 (SBI) e	$FIGRA \leq 250 \text{ W.s}^{-1}$; e $LSF < \text{ margine del campione}$; e $THR_{600s} \leq 15 \text{ MJ}$	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ Esposizione = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	
D	EN 13823 (SBI) e	$FIGRA \leq 250 \text{ W.s}^{-1}$	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	
E	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ Esposizione = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	Gocce/particelle ardenti ⁽⁷⁾
F	Reazione non determinata		

(*) Le classi di cui alla presente tabella sono attribuite in conformità a quanto specificato nella norma EN 13501 - 1

1. Per prodotti omogenei e componenti sostanziali di prodotti non omogenei

2. Per qualsiasi componente esterno non sostanziale di prodotti non omogenei
- 2.a Alternativamente, qualsiasi componente esterno non sostanziale avente un $PCS \leq 2,0$ $MJ.m^{-2}$, purchè il prodotto soddisfi i seguenti criteri di EN 13823 (SBI): $FIGRA \leq 20$ w.S.-1; e $LSF < \text{margine del campione}$; e $THR_{600s} \leq 4,0$ MJ; e s1 e d0.
3. Per qualsiasi componente interno non sostanziale di prodotti non omogenei.
4. Per il prodotto nel suo insieme
5. **s1** = $SMOGRA \leq 30$ $m^{-2}.S^{-2}$ e $TPS_{600s} \leq 50$ m^2 ; **s2** = $SMOGRA \leq 180$ $m^2.S^{-2}$ e $TPS_{600s} \leq 200$ m^2 ; **s3** = non s1 o s2.
6. **d0** = assenza di gocce/particelle ardenti in EN 13823 (SBI) entro 600s; **d1** = assenza di gocce particelle ardenti di durata superiore a 10s in EN 13823 (SBI) entro 600s; **d2** = non d0 o d1; la combustione della carta in EN ISO 11925-2 da luogo a una classificazione in **d2**.
7. Superamento della prova = assenza di combustione della carta (non classificato). Mancato superamento della prova = combustione della carta (classificato in d2).
8. Quando le fiamme investono la superficie e, se adeguato alle condizioni finali di applicazione del prodotto, la parte laterale (di un oggetto).

TABELLA 2

CLASSI DI REAZIONE ALL'AZIONE DELL'INCENDIO PER I PAVIMENTI (*)

Classe	Metodo(i) di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
A1 _{fl}	EN ISO 1182 (1)	$\Delta T \leq 30^\circ$ C; e	

Comportamento al fuoco
Il PVC in edilizia

	o	$\Delta m \leq 50\%$ e $t_f = 0$ (cioè incendio non continuo)	—
	EN ISO 1716	$PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ ; e $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽²⁾ ; e $PCS \leq 1,4 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽³⁾ ; e $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	—
A _{2fl}	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ o	$\Delta T \leq 50^\circ \text{ C}$; e $\Delta m \leq 50\%$ e $t_f \leq 0$	—
	EN ISO 1716 e	$PCS \leq 3,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ ; e $PCS \leq 4,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽²⁾ ; e $PCS \leq 4,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽³⁾ ; e $PCS \leq 3,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	—
	EN ISO 9239 -1 ⁽⁵⁾	Flusso critico ⁽⁶⁾ $\geq 8,0 \text{ kW.m}^{-2}$	Produzione di fumo ⁽⁷⁾
B _{fl}	EN 9239-1 ⁽⁵⁾ e	Flusso critico ⁽⁶⁾ $\geq 8,0 \text{ kW.m}^{-2}$ $F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	Produzione di fumo ⁽⁷⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 15s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 20s	
C _{fl}	EN ISO 9239 -1 ⁽⁵⁾ e	Flusso critico ⁽⁶⁾ $\geq 4,5 \text{ kW.m}^{-2}$	Produzione di fumo ⁽⁷⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ Esposizione = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 20s	
D _{fl}	EN 9239 -1 ⁽⁵⁾ e	Flusso critico ⁽⁶⁾ $\geq 3,0 \text{ kW.m}^{-2}$	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 20s	
E _{fl}	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ Esposizione = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 20s	Gocce/particelle ardenti ⁽⁷⁾
F _{fl}	Reazione non determinata		

(*) Le classi di cui alla presente tabella sono attribuite in conformità a quanto specificato nella norma EN 13501 - 1

1. Per prodotti omogenei e componenti sostanziali di prodotti non omogenei
2. Per qualsiasi componente esterno non sostanziale di prodotti non omogenei
3. Per qualsiasi componente interno non sostanziale di prodotti non omogenei
4. Per il prodotto nel suo insieme
5. Durata della prova = 30 minuti
6. Per flusso critico si intende il flusso radiante che determina lo spegnimento della fiamma o il flusso radiante dopo una prova di 30 minuti, a seconda di quale sia il minore (cioè il flusso corrispondente alla maggiore ampiezza di propagazione del fuoco)
7. S1 = Fumo < 750% min; s2 = non s1.
8. Quando le fiamme investono la superficie e, se adeguato alle condizioni finali di applicazione del prodotto, la parte laterale (di un oggetto)

TABELLA 3

**CLASSI DI REAZIONE ALL'AZIONE DELL'INCENDIO PER I PRODOTTI DI
FORMA LINEARE DESTINATI ALL'ISOLAMENTO TERMICO DI
CONDUTTURE(*)**

Classe	Metodo(i) di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
A _{1L}	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ o	$\Delta T \leq 30^\circ \text{C}$; e $\Delta m \leq 50\%$ e $t_f = 0$ (cioè incendio non persistente)	
	EN ISO 1716	$\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ ; e $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽²⁾ ^(2a) ; e $\text{PCS} \leq 1,4 \text{ MJ.kg}^{-2}$ ⁽³⁾ ; e $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	
A _{2L}	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ o	$\Delta T \leq 50^\circ \text{C}$; e $\Delta m \leq 50\%$ e $t_f \leq 20\text{s}$	
	EN ISO 1716 e	$\text{PCS} \leq 3,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽¹⁾ ; e $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ.kg}^{-2}$ ⁽²⁾ ; e $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ.kg}^{-2}$ ⁽³⁾ ; e $\text{PCS} \leq 3,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾	
	EN13823 (SBI)	$\text{FIGRA} \leq 270 \text{ W.s}^{-1}$; e $\text{LSF} < \text{margine di campione}$; e $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7.5 \text{ MJ}$	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
B _L	EN 13823 (SBI); e	$\text{FIGRA} \leq 270 \text{ W.s}^{-1}$; e $\text{LSF} < \text{margine di campione}$; e $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7.5 \text{ MJ}$	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 30s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	
C _L	EN 13823 (SBI) e	$\text{FIGRA} \leq 460 \text{ W.s}^{-1}$; e $\text{LSF} < \text{margine di campione}$; e $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 15 \text{ MJ}$	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	
D _L	EN 13823 (SBI) e	$\text{FIGRA} \leq 2100 \text{ W.s}^{-1}$ $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 100 \text{ MJ}$	Produzione di fumo ⁽⁵⁾ ; e Gocce/particelle ardenti ⁽⁶⁾
	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	
E _L	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Esposizione = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 20s	Gocce/particelle ardenti ⁽⁷⁾
F _L	Reazione non	determinata	

(*) Allo stato attuale non è ancora disponibile la versione della norma EN 13501 – 1 che prevede le modalità di attribuzione della classe di reazione al fuoco per tali prodotti

1. Per prodotti omogenei e componenti sostanziali di prodotti non omogenei
2. Per qualsiasi componente esterno non sostanziale di prodotti non omogenei
3. Per qualsiasi componente interno non sostanziale di prodotti non omogenei
4. Per il prodotto nel suo insieme
5. **s1** = $\text{SMOGRA} \leq 150 \text{ m}^2.\text{s}^2$ e $\text{TPS}_{600\text{s}} \leq 250\text{m}^2$; **s2** = $\text{SMOGRA} \leq 580\text{m}^2.\text{s}^2$ e $\text{TPS}_{600\text{s}} \leq 1600 \text{ m}^2$; **s3** = non s1 o s2.

6. **d0** = assenza di gocce/particelle ardenti in EN 13823 (SBI) entro 600s; **d1** = assenza di gocce particelle ardenti di durata superiore a 10s in EN 13823 (SBI) entro 600s; **d2** = non d0 o d1; la combustione della carta in EN ISO 11925-2 da luogo a una classificazione in **d2**.
7. Superamento della prova = assenza di combustione della carta (non classificato). Mancato superamento della prova = combustione della carta (classificato in **d2**).
8. Quando le fiamme investono la superficie e, se adeguato alle condizioni finali di applicazione del prodotto, la parte laterale (di un oggetto).

ALLEGATO B

ELENCHI DELLE CLASSI DI REAZIONE AL FUOCO ATTRIBUIBILI IN CONFORMITA' ALLA NORMA EN 13501 – 1

PRODOTTI DA COSTRUZIONE ESCLUSI I PAVIMENTI

A1		
A2 – s1, d0	A2 – s1, d1	A2 – s1, d2
A2 – s2, d0	A2 – s2, d1	A2 – s2, d2
A2 – s3, d0	A2 – s3, d1	A2 – s3, d2
B – s1, d0	B – s1, d1	B – s1, d2
B – s2, d0	B – s2, d1	B – s2, d2
B – s3, d0	B – s3, d1	B – s3, d2
C – s1, d0	C – s1, d1	C – s1, d2
C – s2, d0	C – s2, d1	C – s2, d2
C – s3, d0	C – s3, d1	C – s3, d2
D – s1, d0	D – s1, d1	D – s1, d2
D – s2, d0	D – s2, d1	D – s2, d2
D – s3, d0	D – s3, d1	D – s3, d2
E		
E – d2		
F		

PAVIMENTI

A1	
A2 – s1	A2 – s2
B – s1	B – s2
C – s1	C – s2
D – s1	D – S2
E	
E	
F	

ALLEGATO C

ELENCO DEI MATERIALI DA CONSIDERARE COME APPARTENENTI ALLE CLASSI A1 E A1FL DI REAZIONE AL FUOCO DI CUI ALLA DECISIONE 2000/347/CE SENZA DOVER ESSERE SOTTOPOSTI A PROVE

Nota generale

Per essere considerati delle classi A1 e A1FL senza essere sottoposti a prove, i prodotti devono essere composti solo di uno o più dei seguenti materiali. I prodotti composti mediante incollatura di uno o più dei seguenti materiali saranno considerati delle classi A1 e A1FL senza essere sottoposti a prove a condizione che la colla non superi lo 0,1 % del peso o del volume (in base a quello che produce l'effetto più restrittivo).

I pannelli (assemblaggio dei materiali isolanti, per esempio) che comportano uno o più strati organici e i prodotti che contengono materiali organici ripartiti in maniera non omogenea (ad eccezione della colla) sono esclusi dall'elenco. Anche i prodotti costituiti da uno dei materiali seguenti ricoperto da uno strato non organico (prodotto metallico rivestito, ad esempio) devono essere considerati come appartenenti alle classi A1 e A1_{FL} senza essere sottoposti a prove. Nessuno dei materiali che figurano nella tabella può contenere più dell'1% in peso o volume (in base a quello che produce l'effetto più restrittivo) di materiale organico ripartito in maniera omogenea.

MATERIALE	OSSERVAZIONI
Argilla espansa	
Perlite espansa	
Vermiculite espansa	
Lana di roccia	
Vetro multicellulare	
Calcestruzzo	Include il calcestruzzo pronto per l'uso e i prodotti prefabbricati in cemento armato o in calcestruzzo

	compresso
Calcestruzzo in granuli (granulati minerali leggeri a bassa densità, ad eccezione dell'isolamento termico integrale)	Può contenere aggiunte e additivi (come le ceneri volanti), pigmenti e altri materiali. Comprende elementi prefabbricati
Elementi in cemento cellulare trattati in autoclave	Elementi costituiti da leganti idraulici, come il cemento e/o la calce mescolati a materiali fini (materiali silicei, ceneri volanti, loppa di altoforno) e materiali cellulari. Comprende elementi prefabbricati
Fibro cemento	
Calce	
Loppa di altoforno/ceneri volanti	
Aggregato minerale	
Ferro, acciaio e acciaio inossidabile	Non in forme finemente sminuzzate
Rame e leghe di rame	Non in forme finemente sminuzzate
Zinco e leghe di zinco	Non in forme finemente sminuzzate
Alluminio e leghe di alluminio	Non in forme finemente sminuzzate
Piombo	Non in forme finemente sminuzzate
Gesso e malte a base di gesso	Può comprendere additivi (ritardanti, materiali di riempimento, fibre, pigmenti, calce idratata, agenti di ritenuta dell'aria e dell'acqua, plastificanti), aggregati compatti (per esempio sabbia naturale o fine) o aggregati leggeri (perlite o vermiculite, per esempio).
Malta con agenti leganti inorganici	Malte per rinzaffo e intonaco, malte per massetti e malte per murature contenenti uno o più agenti leganti inorganici, quali cemento, calce, cemento per murature e gesso
Elementi in argilla	Elementi in argilla o in altre materie argillose che contengono o meno sabbia, combustibili o altri additivi. Comprende mattoni, pavimenti in mattonelle ed elementi in argilla refrattaria (per esempio rivestimenti interni dei camini)
Elementi in silicato di calcio	Elementi fabbricati a partire da un miscuglio di calce e di materiali naturalmente silicei (sabbia, ghiaia, rocce o miscuglio di questi materiali)
Prodotti in pietra naturale e in ardesia	Elementi in ardesia o in pietre naturali lavorate o non (rocce magmatiche, sedimentarie o metamorfiche)
Elementi in gesso	Comprende blocchi e altri elementi a base di solfato di calcio e di acqua contenenti eventualmente fibre, materiali di riempimento, aggregati e altri additivi, e può essere colorato con pigmenti
Mosaico alla palladiana	Include mattonelle prefabbricate e pavimentazione in sito
Vetro	Vetro temprato, vetro temprato chimicamente, vetro

	stratificato e vetro armato
Vetroceramica	Vetroceramica che comprende una fase cristallina e una residua
Ceramica	Comprende i prodotti in polvere di argilla pressata, i prodotti estrusi, vetrificati o meno

Le tabelle di seguito riportate elencano i prodotti e/o materiali da costruzione ai quali è attribuita senza dover essere sottoposti a prove la classe di “reazione al fuoco” in relazione alle caratteristiche tecniche specificate.

TABELLA 1

PANNELLI A BASE DI LEGNO⁽¹⁾ – CLASSI DI REAZIONE AL FUOCO

Pannelli a base di legno ⁽²⁾	Riferimento al grado del prodotto nella norma europea (NE)	Densità minima (Kg/m ³)	Spessore minimo (mm)	Classe ⁽³⁾ (ad eccezione dei pavimenti)	Classe ⁽⁴⁾ per i pavimenti
Pannelli agglomerati	EN 312	600	9	D-s2,d0	D _{FL} ,-s1
Pannelli di fibre di legno duro	EN 622-2	900	6	D-s2,d0	D _{FL} ,-s1
Pannelli di fibre di legno medio	EN 622-3	600	9	D-s2,d0	D _{FL} ,-s1
		400	9	E, pass	E _{FL}
Pannelli di fibre di legno dolce	EN 622-4	250	9	E, pass	E _{FL}
Pannelli di fibre MDF ⁽³⁾	EN 622-5	600	9	D-s2,d0	D _{FL} ,-s1
Pannelli agglomerati con cemento ⁽⁶⁾	EN 634-2	1000	10	B-s1, d0	B _{FL} ,-s1
OSB ⁽⁷⁾	EN 300	600	9	D-s2,d0	D _{FL} ,-s1

Compensato	EN 636	400	9	D-s2,d0	D _{FL} ,-s1
Pannelli di legno massiccio	EN 13353	400	12	D-s2,d0	D _{FL} ,-s1

- (1) EN 13986
- (2) Pannelli a base di legno montati senza intercapedine direttamente su di un supporto costituito da un prodotto di classe A1 o A2-s1, d0 avente una densità minima di 10 Kg/m³, o al minimo da un prodotto di classe D-s2, d0 avente una densità minima di 400 Kg/m³
- (3) Classi di cui alla decisione della Commissione 2000/147/CE, allegato, tabella 1
- (4) Classi di cui alla decisione della Commissione 2000/147/CE, allegato, tabella 2
- (5) Pannelli di fibre di legno lavorati a secco; MDF medium Density Fibre: fibre a media densità
- (6) Contenuto di cemento pari almeno al 75% della massa
- (7) Pannelli a fibre orientate

TABELLA 2
PANNELLI IN CARTONGESSO – CLASSI DI REAZIONE AL FUOCO

Pannelli di	Spessore nominale dei	Anima di gesso		Grammatura della carta (⁽¹⁾)	Classe ⁽²⁾ (esclusi i materiali da
		Peso specifico (Kg/m ³)	Classe di reazione al fuoco		
cartongesso	pannelli (mm)	Peso specifico (Kg/m ³)	Classe di reazione al fuoco	(g/m ²)	pavimentazione)
Conformemente alla EN 520	≥ 9,5	≥ 600	A 1	≤ 220	A2 – s1, d0
(esclusi i pannelli perforati)	≥ 12,5	≥ 800		> 220 ≤ 300	B - s1, d0

- (1) Determinata conformemente alla EN ISO 536 e contenenti non più del 5% di additive organici
- (2) Classi che figurano nella tabella 1 dell'allegato alla decisione 2000/147/CE.

Nota: Impiego finale

I pannelli di cartongesso devono essere montati e fissati impiegando uno dei due seguenti metodi:

a) fissati meccanicamente ad una struttura di sostegno:

I pannelli, o nei casi di pannelli multistrato almeno il pannello esterno, sono fissati meccanicamente ad una struttura di sostegno metallica (costituita da componenti che figurano nella EN 14195) o ad una struttura di sostegno in legno (conformemente alle EN 336 e ENV 1995-5). Se la struttura ha elementi di sostegno in un'unica direzione, la distanza massima tra gli elementi di sostegno non deve essere superiore a 50 volte lo spessore dei pannelli. Se la struttura ha elementi di sostegno in due direzioni, la distanza massima in entrambe le direzioni non deve essere superiore a 100 volte lo spessore dei pannelli. Gli elementi di fissaggio sono costituiti da viti o chiodi che attraversano i pannelli penetrando nella struttura di sostegno ad una distanza non superiore a 300 mm misurati nel senso longitudinale di ogni elemento di sostegno. Tutti i giunti tra pannelli adiacenti devono essere riempiti completamente con materiale da struttura conformemente alla norma EN 13963. La cavità formata dietro i pannelli dalla struttura di sostegno può essere uno strato di aria o può essere riempita con materiale isolante con una reazione al fuoco che deve essere almeno della classe A2 – s1, d0.

b) Direttamente fissati o collegati ad un materiale di supporto compatto e non cavo (con materiale di rivestimento secco).

I pannelli sono fissati direttamente ad un materiale di supporto appartenente almeno alla classe A2 – s1, d0. I pannelli possono essere fissati ad un materiale di supporto con viti o chiodi o con materiale adesivo a base di gesso. Sia le viti che i chiodi o il materiale adesivo devono essere applicati, verticalmente e orizzontalmente, ad una distanza massima di 600 mm. Tutti i giunti tra pannelli adiacenti devono essere riempiti con una sostanza conforme alla norma EN 13963.

TABELLA 3
PANNELLI DECORATIVI LAMINATI AD ALTA PRESSIONE
CLASSI DI REAZIONE AL FUOCO

Pannelli decorativi laminati ad alta pressione	Descrizione dettagliata del prodotto	Peso specifico (Kg/m ³)	Spessore totale minimo (mm)	Classe (esclusi i materiali da pavimentazione)
Pannelli compatti HPL non-FR interni	HPL compatto conforme a EN 438-4 tipo CGS	1350	6	D-s2, d0
Pannelli HPL non-FR interni con substrato di legno	Pannelli HPL non-FR interni conformi alla norma EN 438-3, fissati con adesivo ad entrambi i lati di un'anima di legno non-FR dello spessore minimo di 12 mm in conformità alla norma EN 13986, utilizzando PVA o un adesivo termoindurente, applicazione di 60-120 g/m ³	Peso specifico minimo dell'anima di legno: 600. Peso specifico minimo HPL: 1350	Anima di legno di 12 mm con HPL ≥ 0,5 mm collegata ad entrambi i lati	D-s2, d0

- (1) Fissati direttamente (vale a dire, senza intercapedine) ad un materiale con una reazione al fuoco A2-s1, d0 o superiore ad un peso specifico minimo di 600 Kg/m³, oppure montato su un supporto rinforzato con legno o metallo, con un'intercapedine non ventilata (vale a dire, aperta solo sul lato superiore) di almeno 30 mm, con la cavità formata in modo tale da avere una reazione al fuoco della classe A2-s1, d0 o superiore.
- (2) Classi che figurano nella tabella 1 dell'allegato della decisione 2000/147/CE
- (3) Conformamente alla norma europea EN 438-7

TABELLA 4

PRODOTTI DI LEGNO DA COSTRUZIONE ⁽¹⁾ CLASSI DI REAZIONE AL FUOCO

	Descrizione dettagliata del prodotto	Peso specifico medio minimo (Kg/m ³)	Spessore totale minimo (mm)	Classe (esclusi i materiali da pavimentazione)
Legno da costruzione	Legno da costruzione spianato in modo visuale o meccanico con sezioni trasversali rettangolari foggiato segando, piallando o con altri metodi o con sezioni trasversali rotonde	350	22	D-s2, d0

- (1) Valido per tutti I prodotti oggetto di norme armonizzate
- (2) Classi che figurano nella tabella 1 dell'allegato alla decisione 2000/147/CE
- (3) Conformemente alla norma EN 13238

B) DECRETO REQUISITI ATTIVITA' SPECIFICHE

ART. 1

Si applica ai materiali da costruzione per i quali sono richiesti specifici requisiti di reazione al fuoco.

ART.2

Prodotti incombustibili

Laddove per i prodotti sono prescritte caratteristiche di incombustibilità ovvero è richiesta la classe 0 (zero) di reazione al fuoco, devono essere utilizzati prodotti di classe A1 per impiego a parete e a soffitto, di classe A1_{FL} per impiego a pavimento e di classe A1_L per l'isolamento di installazioni tecniche a prevalente sviluppo lineare.

ART. 3

I prodotti non classificati sono individuati in classe F.

ART. 4

Prodotti installati lungo le vie di esodo

Negli atri, nei corridoi, nei disimpegni, nelle scale, nelle rampe, nei passaggi in genere, in luogo di prodotto di classe 1, e nei limiti per essi stabiliti dalle specifiche disposizioni di prevenzione incendi, devono essere installati prodotti classificati in una delle seguenti classi di reazione al fuoco, in funzione del tipo di impiego previsto:

IMPIEGO A PAVIMENTO	A2 _{FL} ,S ₁ , B _{FL} S ₁
IMPIEGO A PARETE	A2 s ₁ d ₀ , A2 s ₁ d ₁ , B s ₁ d ₀ , B s ₁ d ₁
IMPIEGO A SOFFITTO	A2 s ₁ d ₀ , B s ₁ d ₀

ART. 5

Prodotti installati in altri ambienti

In tutti gli altri ambienti non facenti parte delle vie di esodo, in luogo di prodotti di classe 1, 2 e 3, devono essere installati prodotti classificati in una delle classi di reazione al fuoco riportate nelle seguenti tabelle, in funzione del tipo di impiego previsto:

IMPIEGO A PAVIMENTO

	CLASSE ITALIANA	CLASSE EUROPEA
I	Classe 1	A2 _{FLS1} , A2 _{FLS2} , B _{FLS1} , B _{FLS2}
II	Classe 2	C _{FLS1} , C _{FLS2}
III	Classe 3	D _{FLS1} , D _{FLS2}

IMPIEGO A PARETE

	CLASSE ITALIANA	CLASSE EUROPEA
I	Classe 1	A2 _{s1d0} , A2 _{s2d0} , A2 _{s3d0} , A2 _{s1d1} , A2 _{s2d1} , A2 _{s3d1} , B _{s1d0} , B _{s2d0} , B _{s3d0} , B _{s1d1} , B _{s2d1} , B _{s3d1}
II	Classe 2	A2 _{s1d2} , A2 _{s2d2} , A2 _{s3d2} , B _{s1d2} , B _{s2d2} , B _{s3d2} , C _{s1d0} , C _{s2d0} , C _{s3d0} , C _{s1d1} , C _{s2d1} , C _{s3d1}
III	Classe 3	C _{s1d2} , C _{s2d2} , C _{s3d2} , D _{s1d0} , D _{s2d0} , D _{s3d0} , D _{s1d1} , D _{s2d1} , D _{s3d1}

IMPIEGO A SOFFITTO

	CLASSE ITALIANA	CLASSE EUROPEA
I	Classe 1	A2 _{s1d0} , A2 _{s2d0} , A2 _{s3d0} , A2 _{s1d1} , A2 _{s2d1} , A2 _{s3d1} , B _{s1d0} , B _{s2d0} , B _{s3d0}
II	Classe 2	B _{s1d1} , B _{s2d1} , B _{s3d1} C _{s1d0} , C _{s2d0} , C _{s3d0}
III	Classe 3	C _{s1d1} , C _{s2d1} , C _{s3d1} , D _{s1d0} , D _{s2d0} , D _{s3d0}

ART. 6 - PRODOTTI ISOLANTI INSTALLATI LUNGO LE VIE DI ESODO

1. Negli atri, nei corridoi, nei disimpegni, nelle scale, nelle rampe, nei passaggi in genere, in luogo dei prodotti isolanti di classe 1, e nei limiti per essi stabiliti dalle specifiche disposizioni di prevenzione incendi, devono essere installati prodotti/isolanti classificati in una delle classi di reazione al fuoco riportate al precedente articolo 4, in funzione del tipo di impiego previsto.

2. qualora per il prodotto isolante sia prevista una protezione realizzata in sito affinché lo stesso non sia direttamente esposto alla fiamma, sono ammesse le seguenti classi di reazione al fuoco in funzione del prodotto utilizzato a protezione dell'isolante stesso:
 - ✓ protezione con prodotti ricompresi in una delle classi di reazione al fuoco indicate nell'articolo 4 (entro i limiti consentiti dalle specifiche disposizioni di prevenzione incendi per i materiali non combustibili): prodotti isolanti ricompresi in una delle classi di reazione al fuoco indicate all'articolo 4 in funzione del tipo di impiego previsto;
 - ✓ protezione con prodotti e/o elementi da costruzione aventi classe di resistenza al fuoco pari almeno a quella prescritta per le compartimentazioni delle vie di esodo ed in ogni caso non inferiore a EI 30: prodotti isolanti classificati almeno in una delle classi di reazione al fuoco ricomprese nella riga III delle tabelle 1, 2 e 3 del precedente articolo 5, in funzione del tipo di impiego previsto.
3. E' ammesso l'isolamento di installazioni tecniche a prevalente sviluppo lineare con prodotti classificati in una delle seguenti classi di reazione al fuoco:
A1_L, A2_LS1d0, B2_LS1d0

ART. 7 – PRODOTTI ISOLANTI INSTALLATI IN ALTRI AMBIENTI

1. In tutti gli altri ambienti non facenti parte delle vie di esodo, in luogo di prodotti di classe 1, devono essere installati prodotti isolanti classificati in una delle classi di reazione al fuoco riportate nella riga I delle tabelle 1, 2 e 3 del precedente articolo 5 in funzione del tipo di impiego previsto.
2. Qualora per il prodotto isolante sia prevista una protezione realizzata in sito affinché lo stesso non sia direttamente esposto alla fiamma, sono ammesse le seguenti classi

di reazione al fuoco in funzione del prodotto utilizzato a protezione dell'isolante stesso:

- ✓ Protezione almeno con prodotti ricompresi in una delle classi di reazione al fuoco riportate nella riga I delle tabelle 1, 2 e 3 dell'articolo 5: prodotti isolanti ricompresi in una delle classi riportate nella riga I delle tabelle 1, 2 e 3 dell'articolo 5 in funzione del tipo di impiego;
 - ✓ Protezione con prodotti di classe di reazione al fuoco almeno A2s3d0 ovvero A2_{FLS2} con esclusione dei materiali metallici: prodotti isolanti ricompresi in una delle classi riportate nelle righe I e II delle tabelle 1, 2 e 3 dell'articolo 5 in funzione del tipo di impiego;
 - ✓ Protezione con prodotti di classe reazione al fuoco A1 ovvero A1_{FL} con esclusione dei materiali metallici: prodotti isolanti ricompresi in una delle classi riportate alle righe I, II e III delle tabelle 1, 2 e 3 dell'articolo 5, in funzione del tipo di impiego;
 - ✓ Protezione con prodotti e/o elementi da costruzione aventi classe di resistenza al fuoco almeno EI 30: prodotti isolanti classificati almeno di classe E di reazione al fuoco.
3. E' ammesso l'impianto di installazioni tecniche a prevalente sviluppo lineare con prodotti classificati in una delle seguenti classi di reazione al fuoco: A1_{L0}, A2_{LS1d0}, A2_{LS2d0}, A2_{LS3d0}, A2_{LS1d1}, A2_{LS2d1}, A2_{LS3d1}, B_{LS1d0}, B_{LS2d0}, B_{LS3d0}

ART. 8 – REQUISITI DI POSA IN OPERA

I prodotti ammessi nelle varie classi di reazione al fuoco devono essere posti in opera in conformità alle effettive modalità di installazione e posa in opera a cui è stato sottoposto il prodotto in prova e tenendo altresì conto delle possibili estensioni del risultato di classificazione definite al punto 13 della norma EN 13501-1 e nella norma UNI EN 13238.

Qualora i prodotti siano installati non in aderenza agli elementi costruttivi in maniera da delimitare una intercapedine o un cavedio, all'interno dei quali siano presenti possibili fonti di innesco, occorre determinare, nel caso di prodotti aventi sezioni trasversali asimmetriche, anche la classe di reazione al fuoco relativa alla superficie interna all'intercapedine o al cavedio. Quest'ultima deve essere non inferiore a quanto stabilito agli articoli 4 e 5 del presente decreto, a seconda che si tratti di prodotti installati nelle vie di esodo o in altri ambienti, in funzione del tipo di impiego previsto.