

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DELLA SICUREZZA CIVILE E
INDUSTRIALE

**Tesi di Laurea Magistrale in
Scienza e Tecnica per la Prevenzione Incendi**

**Le classi di reazione al fuoco: nascita, evoluzione
e problemi di armonizzazione**

Relatore: Prof. Angelo Bertolazzi

Correlatore: Ing. Cristiano Cusin

Laureando(a): DE DONA' ZECCONE CESARE

ANNO ACCADEMICO 2022 – 2023

Riassunto

In questa tesi viene svolto uno studio riguardante le classi di reazione al fuoco associate ai materiali portanti e di arredo utilizzati nella costruzione di un edificio e ci si soffermerà principalmente sull'abrogazione di tali classi utilizzate all'interno del territorio italiano in seguito all'emanazione di un decreto atto ad armonizzare la tematica della prevenzione incendi.

Sommario

INTRODUZIONE.....	3
CODICE DI PREVENZIONE INCENDI.....	4
STRATEGIA S.1 REAZIONE AL FUOCO	4
<i>Classificazione dei materiali in gruppi.....</i>	<i>6</i>
STRATEGIA S.2 RESISTENZA AL FUOCO.....	9
STRATEGIA S.3 COMPARTIMENTAZIONE	9
STRATEGIA S.4 ESODO	9
STRATEGIA S.5 GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO	9
STRATEGIA S.6 CONTROLLO DELL'INCENDIO	10
STRATEGIA S.7 RIVELAZIONE ED ALLARME	10
STRATEGIA S.8 CONTROLLO DI FUMI E CALORE	10
STRATEGIA S.9 OPERATIVITA' ANTINCENDIO.....	11
STRATEGIA S.10 SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO.....	11
L'INCENDIO E LA REAZIONE AL FUOCO.....	12
FASI DI UN INCENDIO	12
TRIANGOLO DEL FUOCO	13
CONTROLLO DELL'INCENDIO	14
FLASH-OVER	14
BACK-DRAFT.....	15
CALCOLO RHR NELLE TRE FASI	15
MODIFICHE ALLA CURVA RHR.....	18
DURATA DELLA FASE D'ESODO.....	20
LA REAZIONE AL FUOCO NELLE LEGISLAZIONI ITALIANA ED EUROPEA	23
NORME DI OMOLOGAZIONE PER LA REAZIONE AL FUOCO	29
EVOLUZIONE DEI RIFERIMENTI NORMATIVI NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA PER L'OMOLOGAZIONE DEI PRODOTTI.....	31
DM 26 GIUGNO 1984.....	31
DM 3 SETTEMBRE 2001.....	33
DM 26 OTTOBRE 2022.....	34
EVOLUZIONE NORMATIVA: PROVA DI NON COMBUSTIBILITÀ.....	36
ISO/DIS 1182.....	36
UNI EN ISO 1182:2020.....	46
CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DEI PRODOTTI PER LA PROVA DI NON COMBUSTIBILITÀ	64
CRITERI DM 26/06/1984.....	64
CRITERI DM 03/09/2001	64
CRITERI DM 26/10/2022 (EN 13501-1-PROSPETTI IN APPENDICE)	65
CONCLUSIONI	66
RIFERIMENTI	67

Introduzione

La sicurezza nel campo della Prevenzione Incendi ha una lunga storia, basti pensare che la figura di Vigile del Fuoco nasce ancora nell'antica Roma in risposta ai grandi incendi avvenuti in quell'epoca. Nei secoli successivi vennero istituiti pian piano veri e propri corpi nazionali con lo scopo di unificare gli aspetti normativi ed operazionali per la gestione degli incendi. Attualmente sul suolo italiano vige il Codice di Prevenzione Incendi, testo unico approvato nel 2015 con lo scopo di mettere ordine e racchiudere al suo interno gran parte delle disposizioni vigenti. Allo scopo di standardizzare la qualità dei prodotti e degli impianti utilizzati è necessaria la definizione di metodi di prova atti all'omologazione dei componenti che poi verranno installati, garantendo così un livello qualitativo adeguato alle esigenze del caso. L'obiettivo della tesi è evidenziare la complessità del processo di omologazione e soprattutto criticare l'abrogazione di classi di reazione al fuoco vigenti da molto tempo senza valide motivazioni. La tesi si compone di 7 capitoli. Nel primo capitolo verrà analizzato brevemente il Codice di Prevenzione Incendi, ponendo particolare enfasi sul concetto di reazione al fuoco. Successivamente l'attenzione si sposterà sul fenomeno dell'incendio, analizzando le fasi che caratterizzano lo stesso e in che modo agisce la reazione al fuoco. Il terzo capitolo sarà incentrato sull'evoluzione storica del concetto di reazione al fuoco all'interno dei confini italiani e all'interno dell'Unione Europea mettendo a confronto tempistiche di sviluppo e definizioni. Gli ultimi capitoli si concentreranno sui decreti che hanno stabilito grossi cambiamenti all'interno del panorama della prevenzione incendi, sull'analisi di un metodo di prova per l'omologazione dei prodotti ignifughi e infine sui criteri di assegnazione delle classi secondo i risultati ottenuti nelle prove.

La reazione al fuoco è una delle misure di prevenzione incendi previste dal Codice di Prevenzione Incendi. Ha lo scopo di valutare il grado di partecipazione all'incendio dei prodotti quali, per esempio:

- tendaggi;
- coperte;
- copriletto;
- mobili imbottiti (sedie, poltrone, divani, divani-letto, materassi, sommier, guanciali, etc.);
- mobili non imbottiti (sedie, tavoli, scrivanie, mobili contenitori, banchi scolastici, etc.);
- pareti, pavimenti e controsoffitti;
- rivestimenti di pareti e soffitti;
- vernici ignifughe applicate su materiali legnosi.

La reazione al fuoco viene definita dalla norma UNI CEI EN ISO 13943 come il "comportamento di un materiale che contribuisce con la propria decomposizione al fuoco a cui è sottoposto in condizioni determinate". Non è da confondere con la resistenza al fuoco, definita dalla stessa norma come la "capacità di un elemento di conservare, per un periodo di tempo stabilito, la richiesta stabilità e/o tenuta e/o isolamento termico al fuoco, e/o ogni altra prestazione attesa definita in una prova normalizzata di resistenza al fuoco". I prodotti destinati a essere incorporati o assemblati in modo permanente negli edifici e nelle altre opere di ingegneria civile, sono soggetti al Regolamento Europeo n. 305/2011 "Prodotti da costruzione". La marcatura CE si può applicare soltanto ai prodotti per i quali sono state pubblicate le norme europee armonizzate.

1. Codice di Prevenzione Incendi

In questo capitolo andremo ad elencare brevemente quali sono le Strategie antincendio proposte dal Codice di Prevenzione Incendi per quanto riguarda la prevenzione all'interno delle attività soggette, andando ad analizzare in modo più dettagliato la reazione al fuoco essendo l'oggetto della tesi. Viene emanato nel 2015 e pone le sue fondamenta sui decreti vigenti fino a quel momento, regolando quelle che vengono definite attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco, specifiche tipologie di edificio elencate nel DPR 151:2011 caratterizzate da particolari condizioni di rischio per gli occupanti, spesso legate proprio agli stessi occupanti come, ad esempio, affollamento dei locali o presenza di persone con capacità motorie limitate.¹ Al contrario dei decreti sui quali si basa, il CPI ruota attorno al concetto di approccio prestazionale, non più di approccio prescrittivo. Questo significa che non vengono più date precise istruzioni da applicare nella progettazione ma vengono indicati i livelli di prestazione atti a raggiungere gli obiettivi della sicurezza antincendio. In questo modo viene lasciata una certa libertà per facilitare la scelta delle soluzioni anche nei casi più complessi di edificio. Nonostante il Codice si discosti dall'aspetto normativo che verrà analizzato nelle sezioni principali della trattazione è importante citarlo in quanto rappresenta la base della progettazione antincendio all'interno del territorio nazionale. Tra le indicazioni che il Codice dà in fase progettuale le prime riguardano proprio la reazione al fuoco ed è utile quindi partire da questa fonte essendo il fondamento della prevenzione incendi.

Strategia S.1 Reazione al fuoco

La prima misura antincendio è la reazione al fuoco: essa ha lo scopo di evidenziare l'influenza che i materiali presenti hanno sull'innescò e sulla propagazione delle fiamme e valutare il loro contributo alla propagazione delle fiamme. Ai materiali viene associato un grado di partecipazione all'incendio ricavato dalle prove di reazione al fuoco associato ad una classe di reazione al fuoco. Attualmente si può fare riferimento ad una classificazione principale che ha lo scopo di unificare altre due classificazioni esistenti, italiana ed europea, con lo scopo di agevolare il progettista nella scelta dei materiali più adatti per rispondere ai requisiti sia per la normativa nazionale sia per la normativa comunitaria. Le classificazioni sono appunto riunite in gruppi di materiali, abbreviati in GM e successivamente ad ogni gruppo è associato un numero da 0 a 4 crescente, partendo da 0 per i materiali ignifughi fino a 4 per i materiali che partecipano in modo considerevole all'incendio. Per ogni ambito dell'attività si ricava il livello di prestazione seguendo le tabelle fornite dal Codice. Ad ogni livello è associato un gruppo di materiali nel quale devono rientrare tutti i materiali usati nell'ambito considerato.

I livelli di prestazione assegnabili sono i seguenti:

¹ Decreto del Presidente della Repubblica n°151, Gazzetta Ufficiale, 01/08/2011.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Il contributo all'incendio dei materiali non è valutato
II	I materiali contribuiscono in modo significativo all'incendio
III	I materiali contribuiscono in modo moderato all'incendio
IV	I materiali contribuiscono in modo quasi trascurabile all'incendio
Per <i>contributo all'incendio</i> si intende l'energia rilasciata dai materiali che influenza la crescita e lo sviluppo dell'incendio in condizioni pre e post incendio generalizzato (flashover) secondo EN 13501-1.	

Tabella 1: Livelli di prestazione per la S1¹

Per assegnare un livello di prestazione si seguono i criteri di attribuzione indicati nelle tabelle successive. Questi si basano sul profilo di rischio vita individuato nelle fasi di progettazione precedenti. Più alto è il rischio vita, più alto è il livello di prestazione assegnato e più devono essere performanti i materiali che possono essere presenti all'interno degli ambiti. Viene fatta una distinzione nei criteri di attribuzione per le vie d'esodo, cioè i locali dell'attività dove è previsto il passaggio degli occupanti in fase di evacuazione dell'edificio. Queste hanno dei criteri di assegnazione più stringenti per assicurare una protezione aggiuntiva data l'importanza dell'evacuazione. Come si vede nelle tabelle seguenti le attività dove gli occupanti ricevono cure mediche rientrano nei livelli di prestazione più elevati in quanto gli occupanti spesso sono degenti o non autosufficienti rendendo l'esodo molto complicato.

I criteri di attribuzione sono rispettivamente per i compartimenti:

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Locali non ricompresi negli altri criteri di attribuzione.
II	Locali di compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in B2, B3, Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, E1, E2, E3.
III	Locali di compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in D1, D2.
IV	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.

Tabella 2: Criteri di attribuzione della S1 per locali²

e per le vie d'esodo:

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Vie d'esodo [1] non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
II	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in B1.
III	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in B2, B3, Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, E1, E2, E3.
IV	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in D1, D2.
[1] Limitatamente a vie d'esodo verticali, percorsi d'esodo (corridoi, atri, filtri, ...) e spazi calmi.	

Tabella 3: Criteri di attribuzione della S1 per le vie d'esodo³

¹ Tab S.1-1, *Codice di prevenzione incendi*, 15/08/2015.

² Tab S.1-3, *Codice di prevenzione incendi*, 15/08/2015.

³ Tab S.1-2, *Codice di prevenzione incendi*, 15/08/2015.

Nel caso della reazione al fuoco le soluzioni conformi prevedono l'utilizzo di materiali appartenenti ad una specifica classe di reazione al fuoco all'interno dell'ambito considerato. Rispettivamente per ogni livello di prestazione si ha:

Livello di prestazione	Gruppi di materiali
I	[nr]
II	GM3
III	GM2
IV	GM1

Tabella 4: Accostamento dei livelli ai gruppi di materiali ¹

Per ogni livello di prestazione sono ammesse soluzioni alternative a patto di dimostrare il raggiungimento dello stesso. Il codice suggerisce di dimostrare di poter garantire la salvaguardia degli occupanti e dei beni presenti studiando degli scenari d'incendio ad hoc con materiali di prestazioni inferiori a quelle previste studiando così il caso peggiore. Per i rivestimenti si fa un'eccezione e vengono ammessi materiali appartenenti al gruppo GM4 fino al 5% della superficie lorda della via d'esodo o del locale considerato. In alcuni casi non viene richiesta la verifica della reazione al fuoco per rendere meno stringente la progettazione.

Non viene richiesta per:

- materiali stoccati, esposti o parte del processo produttivo dell'attività
- elementi strutturali portanti verificati per la resistenza al fuoco
- materiali protetti con separazioni di resistenza almeno K 30 o EI 30

I rivestimenti di elementi portanti invece devono essere verificati.

Le classificazioni di reazione al fuoco vigenti in Italia fino al 2022, con esclusione dei prodotti soggetti al Regolamento Europeo n.305/2011, sono le seguenti:

- classe 0 (zero) per i materiali non combustibili;
- classi 1 (la più severa) - 2 - 3 - 4 e 5 per i materiali combustibili (eccetto i mobili imbottiti);
- classi 1.IM (la più severa) - 2.IM e 3.IM per i mobili imbottiti.

L'ambito in cui si può operare, limitatamente allo scenario italiano, è duplice. Le prove possono essere eseguite:

- soltanto ai fini della classificazione (ambito volontario);
- ai fini della certificazione ed eventuale successiva omologazione in relazione alle attività di prevenzione incendi soggette al controllo dei Vigili del Fuoco (ambito cogente).

Classificazione dei materiali in gruppi

Nelle seguenti tabelle vengono indicati i gruppi di materiali suddetti per i rispettivi campi di applicazione. Per ogni gruppo si possono trovare le minime classi di reazione al fuoco italiane di cui al DM 26/06/1984 ed europee di cui al DM 10/03/2005. La differenza principale sta nel fatto che la classificazione europea può essere attribuita solamente ai materiali da costruzione per cui l'unificazione in gruppi ha lo scopo di associare i gradi di reazione di prodotti da costruzione e materiali che faranno parte del compartimento considerato. I materiali

¹ Paragrafo S.1.4, *Codice di prevenzione incendi*, 15/08/2015.

incombustibili, quindi appartenenti al GM0, rientrano nelle classi 0 italiana e A1 europea. I materiali appartenenti al gruppo GM4 sono tutti quelli non ricompresi negli altri gruppi. Nelle tabelle seguenti si possono trovare rispettivamente le classificazioni per mobilio e tessuti, materiali destinati all'isolamento ed infine materiali utilizzati negli impianti comunemente presenti nelle attività soggette.

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Mobili imbottiti (poltrone, divani, divani letto, materassi, <i>sommier</i> , guanciali, <i>topper</i> , cuscini, sedie imbottite)	1 IM		1 IM		2 IM	
<i>Bedding</i> (coperte, copriletti, coprimaterassi)						
Mobili fissati e non agli elementi strutturali (sedie e sedili non imbottiti)		[na]		[na]		[na]
Tendoni per tensostrutture, strutture pressostatiche e tunnel mobili	1		1		2	
Sipari, drappaggi, tendaggi						
Materiale scenico, scenari fissi e mobili (quinte, velari, tendaggi e simili)						
[na] Non applicabile						

Tabella 5: Classificazione in gruppi per arredamento, scenografie, tendoni per coperture ¹

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Rivestimenti a soffitto [1]						
Controsoffitti, materiali di copertura [2], pannelli di copertura [2], lastre di copertura [2]	0	A2-s1,d0				
Pavimentazioni sopraelevate (superficie nascosta)			1	B-s2,d0	2	C-s2,d0
Rivestimenti a parete [1]	1	B-s1,d0				
Partizioni interne, pareti, pareti sospese						
Rivestimenti a pavimento [1]						
Pavimentazioni sopraelevate (superficie calpestabile)	1	B _{fi} -s1	1	C _{fi} -s1	2	C _{fi} -s2
[1] Qualora trattati con prodotti vernicianti ignifughi, questi ultimi devono avere la corrispondente classificazione indicata ed essere idonei all'impiego previsto.						
[2] Si intendono tutti i materiali utilizzati nell'intero pacchetto costituente la copertura, non soltanto i materiali esposti che costituiscono l'ultimo strato esterno.						

Tabella 6: Classificazione in gruppi di materiali per rivestimento e completamento ²

¹ Tab S.1-5, Codice di prevenzione incendi, 15/08/2015.

² Tab S.1-6, Codice di prevenzione incendi, 15/08/2015.

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Isolanti protetti [1]	2	C-s2,d0	3	D-s2,d2	4	E
Isolanti lineari protetti [1], [3]		C _L -s2,d0		D _L -s2,d2		E _L
Isolanti in vista [2], [4]	0, 0-1	A2-s1,d0	1, 0-1	B-s2,d0	1, 1-1	B-s3,d0
Isolanti lineari in vista [2], [3], [4]		A2 _L -s1,d0		B _L -s3,d0		B _L -s3,d0

[1] Protetti con materiali non metallici del gruppo GM0 oppure prodotti di classe di resistenza al fuoco K 10 e classe minima di reazione al fuoco B-s1,d0.
[2] Non protetti come indicato nella nota [1] della presente tabella
[3] Classificazione riferita a prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico di condutture di diametro massimo comprensivo dell'isolamento di 300 mm
[4] Eventuale doppia classificazione italiana (componente esterno che ricopre su tutte le facce esposte alle fiamme il componente isolante - componente isolante a sé stante) riferita a *materiale isolante in vista* realizzato come prodotto a più strati di cui almeno uno sia componente isolante; quest'ultimo non esposto direttamente alle fiamme

Tabella 7: Classificazione in gruppi di materiali per l'isolamento ¹

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Condotte di ventilazione e riscaldamento	0	A2-s1,d0	1	B-s2,d0	1	B-s3,d0
Condotte di ventilazione e riscaldamento preisolate [1]	0-1	B-s2,d0	0-1	B-s2,d0	1-1	B-s3,d0
Raccordi e giunti per condotte di ventilazione e riscaldamento (L ≤ 1,5 m)	1	B-s1,d0	1	B-s2,d0	2	C-s3,d0
Canalizzazioni per cavi per energia, controllo e comunicazioni [2] [4] [5]	0	[na]	1	[na]	1	[na]
Cavi per energia, controllo e comunicazioni [2] [3] [6]	[na]	B2 _{ca} -s1a,d0,a1	[na]	C _{ca} -s1b,d0,a2	[na]	C _{ca} -s3,d1,a3

[na] Non applicabile.
[1] Eventuale doppia classificazione italiana riferita a *condotta preisolata* con componente isolante non esposto direttamente alle fiamme; la prima classe è riferita alla condotta nel suo complesso (nel caso di superfici esterne non combustibili che offrano adeguate garanzie di stabilità e continuità anche nel tempo, la classe attribuita alla condotta nel suo complesso è 0), la seconda classe è riferita al componente isolante. La singola classe europea B-s2,d0 è ammessa solo se il componente isolante non è esposto direttamente alle fiamme per la presenza di uno strato di materiale incombustibile o di classe A1 che lo ricopre su tutte le facce, ivi inclusi i punti di interruzione longitudinali e trasversali della condotta.
[2] Prestazione di reazione al fuoco richiesta solo quando le canalizzazioni, i cavi elettrici o i cavi di segnale non sono incassati in materiali incombustibili.
[3] La classificazione aggiuntiva relativa al gocciolamento *d0* può essere declassata a *d1* in presenza di IRAI di livello di prestazione III oppure qualora la *condizione d'uso finale* dei cavi sia tale da impedire fisicamente il gocciolamento (es. posa a pavimento, posa in canalizzazioni non forate, posa su controsoffitti non forati, ...).
[4] La classe 0 può essere declassata a 1 in presenza di IRAI di livello di prestazione III.
[5] la classe 1 non è richiesta per le canalizzazioni che soddisfano le prove di comportamento al fuoco previste dalle norme di prodotto armonizzate secondo la direttiva Bassa tensione (Direttiva 2014/35/UE).
[6] In sostituzione dei cavi C_{ca}-s3,d1,a3 possono essere installati cavi E_{ca} in presenza di IRAI di livello di prestazione III oppure in caso di posa singola.

Tabella 8: Classificazione in gruppo di materiali per impianti ²

Il codice da indicazioni specifiche per i rivestimenti delle facciate in quanto questi non devono favorire la propagazione dell'incendio sia che provenga dall'interno che dall'esterno dell'edificio attraverso le aperture presenti

¹ Tab S.1-7, *Codice di prevenzione incendi*, 15/08/2015.

² Tab S.1-8, *Codice di prevenzione incendi*, 15/08/2015.

Strategia S.2 Resistenza al fuoco

La seconda strategia antincendio che si va ad applicare in fase di progettazione è la resistenza al fuoco. Lo scopo di questa misura è quello di verificare la resistenza degli elementi strutturali per garantirne la capacità portante in un intervallo di tempo necessario. Inoltre, per questo intervallo deve essere anche garantita la compartimentazione dei locali, cioè l'insieme di soluzioni che concorrono a limitare la propagazione dell'incendio tra locali adiacenti. Le prestazioni strutturali richieste crescono notevolmente tra i livelli, partendo da resistenza minima per garantire il solo esodo degli occupanti fino a richiedere il completo funzionamento della costruzione, rilevante soprattutto nelle attività con un forte interesse strategico come ad esempio ospedali, torri di controllo, etc.

Strategia S.3 Compartimentazione

La terza strategia antincendio riguarda la compartimentazione dei locali dell'attività oggetto della progettazione. Compartimentare un locale significa attuare delle misure affinché risulti limitata la propagazione dell'incendio tra locali adiacenti appartenenti alla stessa attività oppure appartenenti ad altre attività con diverso responsabile. Viene implementata attraverso la realizzazione di compartimenti antincendio oppure mantenendo delle distanze di sicurezza verso bersagli di un eventuale incendio all'interno dell'attività. Per isolare la diffusione del fumo proveniente dalla combustione invece vengono realizzati filtri a prova di fumo.

Strategia S.4 Esodo

Una delle strategie più importanti è l'esodo, misura che ha lo scopo di rendere possibile l'evacuazione degli occupanti in modo che possano raggiungere un luogo sicuro prima che l'incendio superi la fase di flashover e renda impossibile l'evacuazione. Viene ritenuta luogo sicuro la pubblica via e spazi adiacenti ad essa caratterizzati da limitato irraggiamento.

L'esodo viene svolto attraverso le seguenti modalità:

- esodo simultaneo
- esodo per fasi
- esodo orizzontale progressivo
- protezione sul posto

In particolare l'esodo per fasi viene spesso applicato in edifici di ampie dimensioni, sia verticali che orizzontali, mentre l'esodo orizzontale progressivo nei reparti di degenza degli ospedali.

Strategia S.5 Gestione della sicurezza antincendio

Tutte le questioni organizzative e gestionali dell'attività di prevenzione incendi e gestione dell'emergenza vengono trattate dalla quinta strategia antincendio, la gestione della sicurezza antincendio, abbreviata in GSA. Principalmente lo scopo è quello di individuare e definire le misure di prevenzione degli incendi nella prima fase della valutazione del rischio e che in generale corrispondono a disposizioni di carattere organizzativo e regolate principalmente dal buon senso degli occupanti. Ad esempio mantenere adeguati livelli di pulizia e di ordine negli ambienti in modo da ridurre probabilità di innesco e velocità di propagazione. Altri accorgimenti possono essere l'attenzione a ridurre il carico d'incendio dei locali e sostituire i

materiali combustibili presenti con altri più performanti con classi di reazione al fuoco migliori. Una corretta gestione delle lavorazioni e delle manutenzioni assicura un'ulteriore diminuzione delle probabilità d'innescò, in più facendo formazione e informazione e limitando gli accessi gli occupanti presenti sono preparati e consci dei pericoli presenti. Di pari passo con l'informazione anche segnaletica e istruzioni concorrono a limitare i rischi che corrono gli occupanti.

Strategia S.6 Controllo dell'incendio

La sesta strategia antincendio ha lo scopo di studiare e scegliere i migliori metodi ed impianti da installare nell'attività con l'obiettivo di proteggere l'opera ed i suoi occupanti dagli incendi. Nello specifico i principali compiti dei presidi antincendio sono:

- a. la protezione nei confronti di un principio di incendio;
- b. la protezione manuale o automatica, finalizzata all'inibizione o al controllo dell'incendio;
- c. la protezione mediante completa estinzione di un incendio.

Quindi gli scopi della misura S6 possono essere spegnere un innescò, rallentare un incendio per favorire l'esodo oppure lo spegnimento completo dell'incendio, sia in tutta l'attività che solamente in porzioni critiche della stessa. Installare dei presidi antincendio è sempre obbligatorio, assumendo sempre più importanza con l'aumentare del rischio. I presidi possono essere estintori, rete di idranti o naspi, impianti manuali ed automatici. Gli estinguenti possono variare notevolmente in base alle classi di incendio a cui è soggetta l'attività considerata.

Strategia S.7 Rivelazione ed allarme

Lo scopo della rivelazione ed allarme incendi è quello di attivare le misure protettive e gestionali presenti nell'attività nel più breve tempo possibile, per questo vengono progettati ed installati in modo da sorvegliare ogni ambito dell'attività per individuare efficacemente i principi d'incendio. Anche in questo caso con l'aumentare dei rischi aumenta anche la rilevanza di questo tipo di impianti, passando dalla semplice sorveglianza dei locali da parte degli occupanti ad impianti automatici con sistemi di diffusione sonora d'allarme.

Strategia S.8 Controllo di fumi e calore

L'ottava misura antincendio ha lo scopo di progettare una corretta ed adeguata installazione di impianti e soluzioni per il controllo dei fumi e del calore, principale minaccia per l'esodo degli occupanti che vengono ostacolati durante l'evacuazione dalla scarsa visibilità data dal fumo e dagli effetti che i prodotti dell'incendio hanno sul corpo. L'obiettivo è quindi quello di controllare, evacuare o smaltire i prodotti della combustione.

Questo si ottiene attraverso la realizzazione di:

- a. *aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza;*
- b. *sistemi di ventilazione orizzontale forzata del fumo e del calore (SVOF)*
- c. *sistemi per l'evacuazione di fumo e calore (SEFC).*

Strategia S.9 Operatività antincendio

L'operatività antincendio è la misura che definisce gli aspetti della progettazione che possono interferire con gli interventi di soccorso dei vigili del fuoco e li regola in modo da garantire un efficace accesso dei soccorritori.

Strategia S.10 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio

La decima misura antincendio ha come obiettivo la gestione degli impianti presenti nelle attività soggette, in modo che questi non vadano ad alimentare o diffondere principi d'incendio ed a non ostacolare l'efficacia di protezioni attive o passive e nemmeno esodo e soccorso degli occupanti.

La progettazione antincendio segue quindi questo schema di soluzioni attuando misure ed installando componenti omologati tramite apposite prove regolate da normative specifiche. Questo vale sia per protezioni attive e protezioni passive, come per esempio la reazione al fuoco per i materiali destinati all'utilizzo all'interno delle attività soggette e i sistemi sprinkler che rappresentano una delle possibili soluzioni per quanto riguarda la misura S6 del controllo dell'incendio. nonostante non si parli fin da subito di normative era importante trattare il codice nel primo capitolo della tesi, in modo da capire in che misura i componenti omologati vengono considerati durante la fase di progetto procedendo poi a ritroso per scoprire come questi vengono omologati. Ai fini della trattazione le strategie dalla 2 alla 10 non vengono argomentate in quanto il loro contenuto esula dagli obiettivi della tesi. La strategia introduce i concetti chiave che verranno poi affrontati, cioè il concetto stesso di reazione al fuoco e la classificazione dei materiali che compongono le attività o che costituiscono fonte d'innesco e propagazione per un incendio. Prima di passare allo studio dell'evoluzione normativa avvenuta nel corso degli ultimi decenni è importante evidenziare come si sviluppa un incendio, quali sono le sue fasi e in che modo la reazione al fuoco influisce sulla propagazione delle fiamme e come agisce in favore della sicurezza degli occupanti.

2. L'incendio e la reazione al fuoco

La reazione al fuoco fa parte delle misure di protezione passiva previste dal Codice di Prevenzione Incendi, questo vuol dire che non è necessario l'intervento dell'uomo o di un sistema per attivarla nelle condizioni di incendio. Essa va a delineare quali sono i requisiti che devono avere i materiali presenti nella struttura e quindi regola la durata delle fasi dell'incendio precedenti al flash-over, ovvero le fasi di ignizione e di prima propagazione.

Fasi di un incendio

Un incendio può essere suddiviso in 3 fasi principali:

- propagazione
- incendio stazionario
- decadimento

In fase di progetto è necessario stimare l'andamento di un possibile incendio nel compartimento di riferimento attraverso modelli e calcoli che descrivano al meglio l'energia rilasciata dalle fiamme dall'innescò allo spegnimento. Questa stima si realizza con il tracciamento della curva dell'RHR cioè dell'Rate of Heat Release che indica l'andamento nel tempo del rilascio di energia. Alla base dei calcoli c'è il carico d'incendio specifico del compartimento, cioè la quantità di ogni materiale combustibile presente al suo interno che potrebbe alimentare le fiamme.

Le fasi in cui viene suddiviso l'incendio possono essere rappresentate sulla curva dell'RHR come segue:

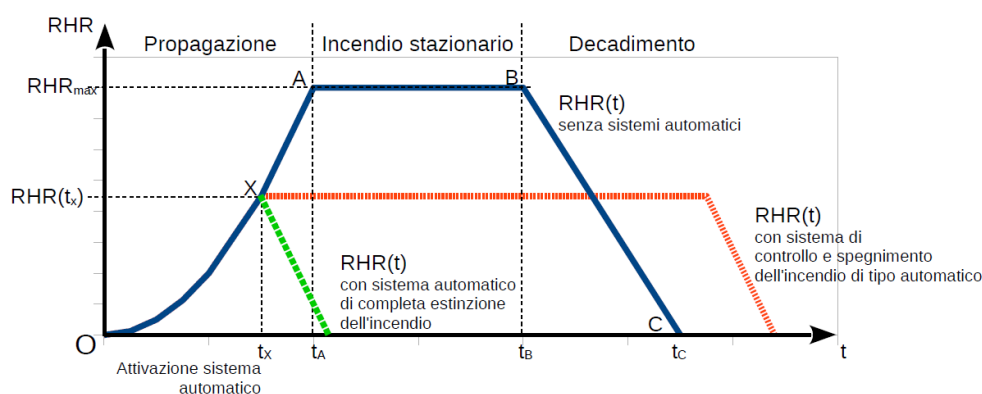


Figura 1: Andamento dell'incendio con l'intervento di sistemi di controllo ¹

Come si può vedere dall'immagine nella fase di propagazione il rilascio di energia aumenta nel tempo perché più la fiamma si propaga più sono gli elementi presenti nel compartimento che prendono parte alla combustione, andando ad alimentare l'incendio. L'RHR continua ad aumentare fino a raggiungere la fase di incendio stazionario dove l'incendio sta rilasciando il valore massimo di energia e non può essere tenuto sotto controllo. Infine, una volta raggiunto un limitato quantitativo di combustibile, l'energia rilasciata inizia a calare fino a completa

¹ Illustrazione M.2-1, Codice di prevenzione incendi, 15/08/2015.

combustione dei materiali presenti e quindi in assenza combustibile le fiamme si spengono, quest'ultima fase viene detta di decadimento. Nel punto X indicato sulla curva avviene l'attivazione del sistema automatico installato nel compartimento di riferimento, l'andamento della curva viene notevolmente influenzato se l'attivazione va a buon fine. Se si tratta di un sistema di completa estinzione dell'incendio si otterrà appunto l'estinzione delle fiamme e quindi la fine del pericolo, mentre se si tratta di un sistema di controllo dell'incendio si otterrà quanto meno una diminuzione del calore rilasciato, andando però a prolungare la curva nel tempo perché il combustibile verrà interamente bruciato ma più lentamente. Durante la fase di propagazione si possono individuare due sottofasi dette di ignizione e di prima propagazione. La fase di ignizione corrisponde all'innesco dell'incendio, quando va a formarsi il triangolo del fuoco e viene generata una fiamma che potrà diffondersi più o meno rapidamente, nella fase di prima propagazione, a seconda dei materiali che sono stati usati, mentre la fase di seconda propagazione coincide con la diffusione di fiamme agli oggetti adiacenti alla zona di innesco, fase che precede il flash-over.

Triangolo del fuoco

Il triangolo del fuoco è la rappresentazione schematica di una fiamma e dei suoi componenti. I tre elementi che devono essere presenti contemporaneamente affinché una fiamma possa generarsi e continuare ad ardere sono combustibile, comburente ed innesco. Il combustibile può essere solido, liquido o gassoso ed è la sostanza che si ossida e si degrada alimentando la fiamma, il comburente è l'elemento che permette l'ossidazione del combustibile attraverso la propria scomposizione e combinazione con il combustibile stesso e l'innesco corrisponde ad una fonte di calore sufficientemente calorica e persistente nel tempo da far avviare la reazione di ossidazione incontrollata e quindi l'incendio. L'incendio derivante dalla combinazione di questi tre elementi è più o meno efficiente a seconda delle proporzioni tra gli elementi stessi, in quanto per una data quantità di combustibile è necessaria una quantità specifica di aria per avere una combustione ottimale ed il massimo rilascio di energia (ventilazione), altrimenti si parla di combustione incompleta o diluizione. Un effetto comune di una cattiva combustione è la produzione di monossido di carbonio nelle stufe a legna. Infatti la combustione produce non solo calore ma anche fumi e prodotti tossici, altri pericoli che sono da tenere in considerazione in fase progettuale. La compresenza di combustibile e comburente quindi deve stare all'interno di determinati rapporti che vengono chiamati limiti di infiammabilità. Per ogni sostanza esistono limiti di infiammabilità superiori e inferiori e rispettivamente al di sopra e al di sotto di questi limiti non è possibile avere un innesco e la conseguente combustione. Non tutti gli inneschi sono efficaci, anche se all'interno del range di infiammabilità.

L'efficacia dipende anche da:

- natura del combustibile
- temperatura di ignizione del combustibile e inerzia termica
- pezzatura del combustibile
- contenuto di umidità

Controllo dell'incendio

Una volta innescato l'incendio viene controllato e regolato diversamente a seconda delle sue condizioni. Se si tratta di un incendio all'aperto viene controllato solamente dal combustibile perché ha un'elevata quantità di aria a disposizione e continua a bruciare finché viene alimentato da nuovo combustibile. All'interno di un compartimento invece si ha un incendio confinato con limitata aria a disposizione, quindi, viene controllato non solo dal combustibile ma anche dalla ventilazione dell'ambiente.

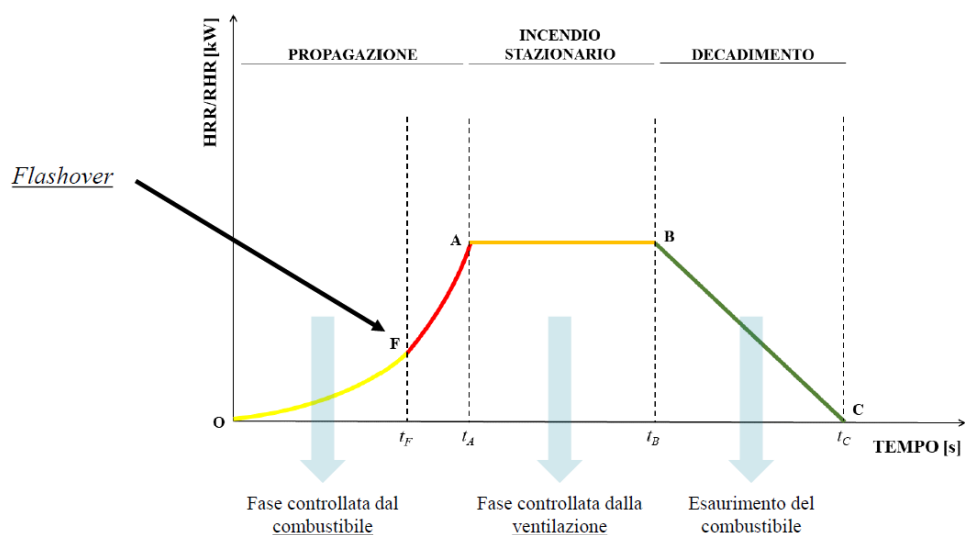


Figura 2: Fasi di un incendio

All'interno di un compartimento le fasi dell'incendio vengono influenzate da fattori diversi. La fase di propagazione viene controllata dal combustibile presente, in quanto in una stanza solitamente è presente molta aria rispetto al mobilio quindi non ci sono problemi di ventilazione. Nella fase di incendio stazionario invece è la ventilazione che incide maggiormente sulla combustione perché tutto il combustibile sta partecipando alla reazione che procede solamente se ha sufficiente aria a cui attingere. Infine l'incendio una volta esauriti tutti i materiali presenti è destinato a spegnersi. Se i sistemi di spegnimento non hanno successo l'incendio prosegue verso la fase stazionaria. In condizioni di scarsa ventilazione possono verificarsi effetti tardivi come flash-over e back-draft.

Flash-over

Il flash-over è un particolare fenomeno di combustione che caratterizza gli incendi in spazi confinati. L'incendio di anche una sola parte del compartimento genera fumi caldi che tendono a concentrarsi in uno strato di fumo molto denso e tossico, con una temperatura superiore ai 600°C. All'aumentare dello strato di fumo la quantità di aria disponibile per la combustione cala drasticamente, andando ad aumentare la temperatura dell'ambiente e di conseguenza la pressione essendo all'interno di un ambiente confinato. Sotto queste condizioni di pressione e temperatura gli oggetti che non stanno ancora bruciando rilasciano gas di pirolisi (decomposizione termochimica generata da elevato calore e in assenza di ossidazione) a causa dell'irraggiamento prodotto dal fumo. Una volta saturata la stanza e nel range di infiammabilità avviene l'autocombustione dei gas che si incendiano contemporaneamente generando un fenomeno simil-esplosivo e innalzando notevolmente la quantità di calore prodotto.

dall'incendio. Condizioni necessarie per lo sviluppo di questo fenomeno sono quindi sufficienti combustibile e ventilazione, la partecipazione di tutte le superfici al rilascio di gas di pirolisi ed una temperatura di 600°C nel compartimento. Le conseguenze sono l'accelerazione della velocità di combustione, un elevato rilascio di calore e temperatura e di una gran quantità di prodotti della combustione

Back-draft

Se la ventilazione durante un flash-over è totalmente assente i gas di pirolisi continuano ad accumularsi fino alla saturazione dell'ambiente. Se nel compartimento viene introdotto nuovamente del comburente i gas si incendiano contemporaneamente per autocombustione e la fiamma segue il flusso di comburente entrante dando luogo all'effetto detto ritorno di fiamma.

Calcolo RHR nelle tre fasi

Nelle tre fasi dell'incendio il valore nel tempo dell'RHR segue diverse relazioni perché nel tempo cambiano la quantità di elementi che partecipano all'incendio, la temperatura, la ventilazione che arieggia il locale, la quantità di combustibile rimanente.

Durante la fase di propagazione la potenza termica rilasciata è calcolata come segue:

$$RHR(t) = 1000 \left(\frac{t}{t_\alpha} \right)^2$$

Dove t è il tempo e t_α il tempo necessario perché l'incendio rilasci 1000 kW di potenza.

Durante la fase di incendio stazionario invece la potenza termica tende a stabilizzarsi ad un valore di RHR_{max} il cui valore varia a seconda del fattore che controlla l'incendio. Se l'incendio è controllato dal combustibile, quindi quando è presente un'abbondante ventilazione, l' RHR_{max} assume valore:

$$RHR_{max} = RHR_f \cdot A_f$$

Dove:

- RHR_f è la potenza termica per unità di superficie, ricavabile dall'Eurocodice 1 per alcune attività
- A_f superficie lorda compartimento con carico d'incendio uniformemente distribuito

Se l'incendio è controllato dalla ventilazione, situazione comune negli edifici trattati, l' RHR_{max} viene ridotto a seconda del comburente presente dell'ambiente secondo la relazione:

$$RHR_{max} = 0,10 \cdot m \cdot H_u \cdot A_v \cdot \sqrt{h_{eq}}$$

Dove:

- m fattore di partecipazione alla combustione
- H_u potere calorifico del legno, 17500 kJ/kg
- A_v superficie aperture verticali compartimento
- h_{eq} altezza equivalente aperture verticali, pari a

$$h_{eq} = \frac{\sum_i A_{v,i} \cdot h_i}{\sum_i A_{v,i}}$$

Con:

- $a_{v,i}$ superficie i-esima apertura
- h_i altezza i-esima apertura

Ora è possibile calcolare gli istanti di tempo iniziale e finale, t_A e t_B della fase stazionaria:

$$t_A = \sqrt{RHR_{max} \frac{t_\alpha^2}{1000}}$$

Se l'energia inizialmente disponibile è sufficiente per superare la fase di propagazione, cioè se: $70\%q_f A_f \geq \frac{1}{3} \frac{1000}{t_\alpha^2} t_A^3$ allora l'RHR raggiunge il valore massimo e l'istante finale assume valore:

$$t_B = t_A + \frac{70\%q_f A_f - \frac{1}{3} \frac{1000}{t_\alpha^2} t_A^3}{RHR_{max}}$$

La fase di decadimento si conclude nell'istante t_C dove la potenza rilasciata dall'incendio è nulla

$$t_C = t_B + \frac{2 \cdot 30\%q_f A_f}{RHR_{max}}$$

E procede con un andamento lineare decrescente della potenza generata dall'incendio

$$RHR(t) = RHR_{max} \frac{t_C - t}{t_C - t_B}$$

Esistono dei modelli e dei metodi per il calcolo dell'RHR necessario per il verificarsi di un flash-over. Per esempio viene riportato il metodo di Thomas:

$$RHR_F = 7,8A_T + 378A_{v,eq}h_{v,eq}^{0,5}$$

Dove:

- RHR_F valore minimo di potenza rilasciata per il verificarsi del flash-over
- $A_r = A_{compartimento} - A_{v,eq}$
- $A_{v,eq} = W_{v,eq} h_{v,eq}$ apertura di ventilazione equivalente
- $W_{v,eq} = \frac{\sum_i W_{vent,i} \cdot h_{vent,i}^{1,5}}{h_{v,eq}^{1,5}}$ larghezza di ventilazione equivalente
- $H_{v,eq}$ differenza tra altezza più alta ed altezza più bassa di tutte le aperture di ventilazione

Valori tipici di RHR_F sono riportati nelle tabelle seguenti, rispettivamente per tipologie di edificio e materiali comuni che possono essere contenuti nei compartimenti:

Tipologia attività	Sviluppo atteso dell'incendio	RHR _f [kW/m ²]
Edificio per uffici	Medio	250
Centro commerciale	Rapido	250
Camera di ospedale	Medio	250
Camera di albergo	Medio	250
Biblioteca	Rapido	500
Classe scolastica	Medio	250
Cinema e teatri	Rapido	500
Appartamento	Medio	250

Figura 3: Tipologia di edificio e relativo RHR_f¹

Materiale	RHR _f [kW/m ²]	t _{α,medio} [s]	α [kW/s ²]
Pallets 1.20x1.20x0.14 m (altezza 0.46 m)	1248	150-310	0.0444-0.0104
Pallets 1.20x1.20x0.14 m (altezza 1.52 m)	3745	90-190	0.1234-0.0277
Pallets 1.20x1.20x0.14 m (altezza 4.88 m)	10215	75-105	0.1777-0.0907
Scatole in cartone impilate (4.57 m)	2270	57	0.3077
Bidoni spazzatura in PE impilati (per 4.57 m)	2837	52	0.3698
Bottiglie in PE impacchettate	6242	80	0.1562
Contenitori in PS impacchettati	13620	52	0.3698
Bottiglie in PVC impacchettate	3405	9	12.3465
Pannelli isolanti in schiuma rigida impilati (altezza 4.57)	1929	8	15.625

App. E, punto E.4 Eurocodice 1.

Figura 4: RHR_f, t_{α,medio} e α per diversi materiali stoccati²

La curva RHR ricavata non sempre rappresenta accuratamente il caso reale, quindi il progettista può scegliere, se lecito, di adottare metodi più complessi o che approfondiscono maggiormente la partecipazione dei materiali, valutando ad esempio anche gli inneschi per irraggiamento dei materiali presenti.

¹ Punto E.4, Eurocodice 1

² Punto E.4, Eurocodice 1

Modifiche alla curva RHR

La curva può essere influenzata da:

- Aggiunta di combustibile

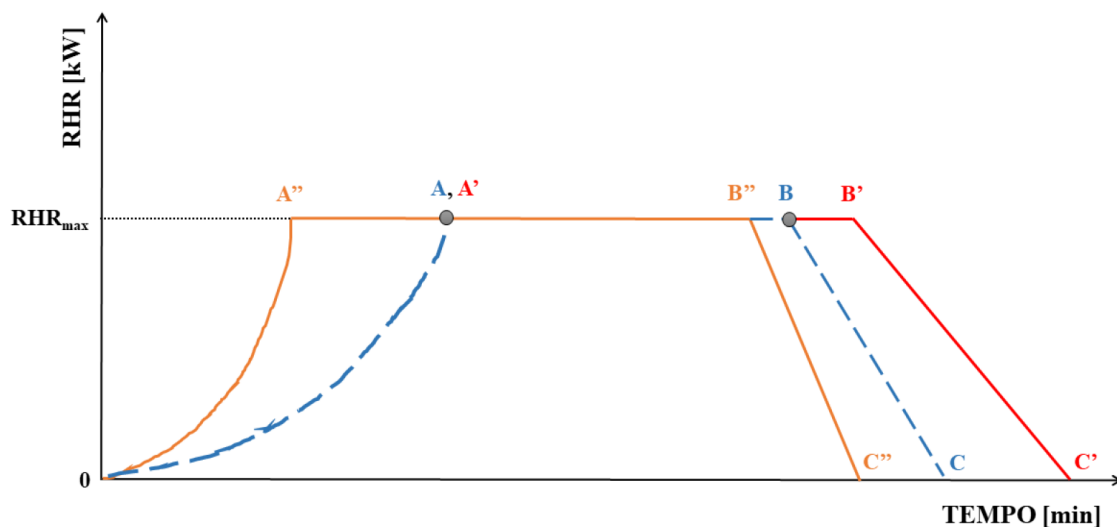


Figura 5: Effetto dell'aggiunta di combustibile ad un incendio

Con l'aumento di combustibile si vanno a prolungare i tempi delle varie fasi dell'incendio, ottenendo una propagazione ed un decadimento più lenti. La potenza massima rimane invariata in quanto influenzata dalla ventilazione del locale.

- Aumento della disponibilità di ventilazione

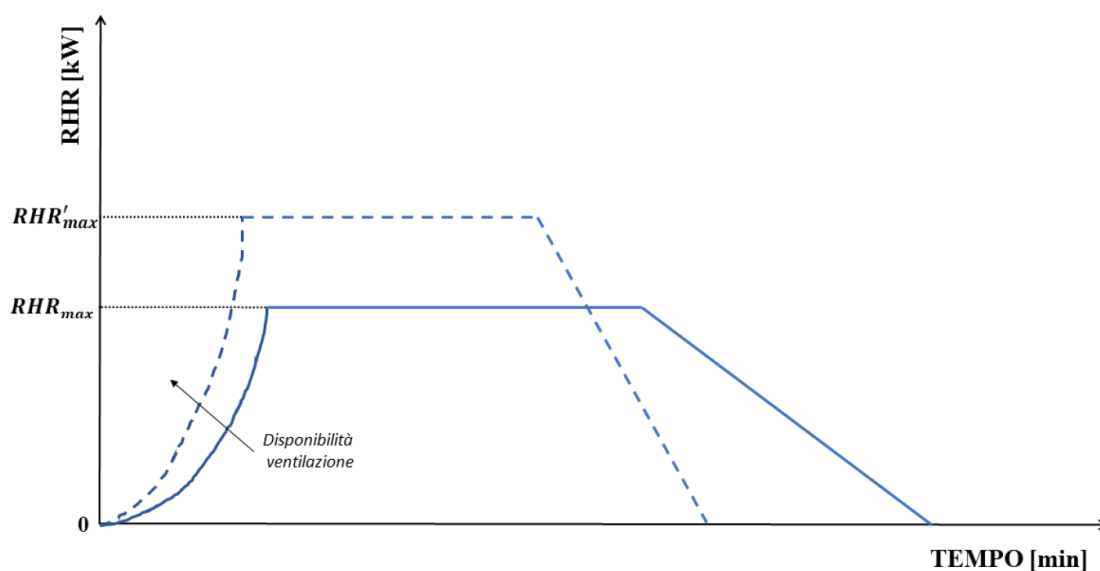


Figura 6: Effetto della ventilazione sull'incendio

In questo caso aumenta invece la potenza massima rilasciata in quanto maggiore ventilazione comporta una combustione più veloce ed un aumento della temperatura, comportando una diminuzione della durata dell'incendio a parità di combustibile.

- Intervento dei sistemi di controllo dell'incendio

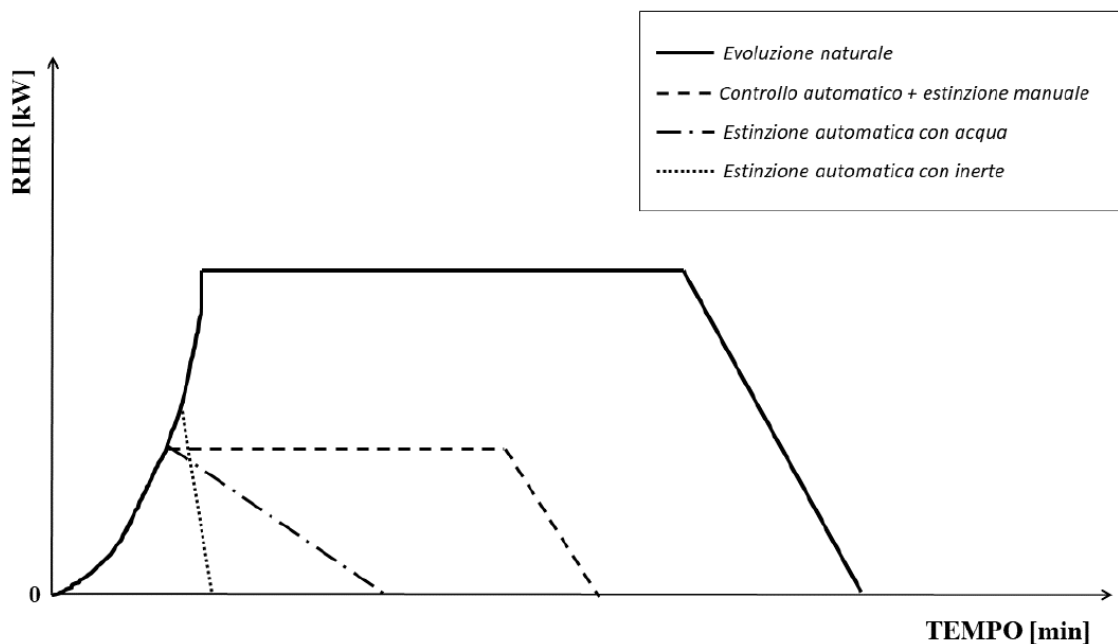


Figura 7: Effetto dell'intervento dei sistemi di controllo dell'incendio

Se l'intervento dei sistemi di controllo ed estinzione ha successo l'effetto sulla curva è notevole e diverso a seconda della tipologia di impianto o sistema che viene utilizzato. La temperatura dei gas di combustione negli incendi con ventilazione naturale assume il valore:

$$T_g = T_{amb} + 6,85 \left[\frac{RHR^2}{\sqrt{\frac{\lambda \rho c_p}{t} \cdot A_v \cdot (A_t - A_v) \cdot \sqrt{h_{eq}}}} \right]^{0,33}$$

Dove:

- $T_g[K]$ temperatura media dei gas di combustione
- $T_{amb}[K]$ temperatura ambiente
- $\lambda[kW/(mK)]$ conduttività termica delle pareti
- $\rho[kg/m^3]$ densità delle pareti
- $c_p[kJ/(kgK)]$ calore specifico a pressione costante delle pareti
- $t[s]$ tempo in corrispondenza del quale si valuta T_g
- $A_v[m^2]$ superficie complessiva delle aperture
- $A_t[m^2]$ superficie totale delle pareti
- $h_{eq}[m]$ media ponderata delle altezze delle varie aperture

Il calcolo della temperatura del locale può essere utile sia per valutare la vivibilità dell'ambiente considerato ed in più per prevedere quando si attiveranno i sistemi di protezione antincendio installati nell'edificio. Questo è valido durante la fase di propagazione in quanto sono ancora presenti occupanti da proteggere ed è ancora possibile fermare la propagazione. Durante la fase

di incendio stazionario invece il calcolo della massima temperatura ha lo scopo di valutare la resistenza al fuoco degli elementi strutturali, quindi per la definizione delle curve nominali e naturali d'incendio. Le curve nominali d'incendio vanno applicate ai componenti strutturali durante l'intervallo di esposizione, fase nella quale devono essere assicurate le prestazioni di resistenza della struttura. Solitamente ha un andamento molto più ripido della curva naturale d'incendio perché non include le fasi di ignizione, propagazione e decadimento dell'incendio. A loro volta le curve naturali d'incendio vanno applicate all'intera durata dell'incendio, finché non c'è un ritorno del sistema alle condizioni di temperatura ambiente. Per ottenere le curve naturali bisogna appoggiarsi a modelli numerici semplificati o avanzati.

Vengono riportate alcune curve nominali

- curva nominale standard

$$T_g [^{\circ}C] = 345 \cdot \log_{10}(8t + 1) + 20$$

- curva nominale degli idrocarburi

$$T_g [^{\circ}C] = 1080 \cdot (1 - 0,325e^{-0,167t} - 0,675e^{-2,5t}) + 20$$

- curva nominale di esposizione ad incendio esterno

$$T_g [^{\circ}C] = 660 \cdot (1 - 0,687e^{-0,32t} - 0,313e^{-3,8t}) + 20$$

Dove t è espresso in minuti

Durata della fase d'esodo

Solitamente una volta raggiunto il flash-over non è più possibile tutelare gli occupanti ancora presenti nell'edificio, quindi in fase di progettazione si cerca di estendere il più possibile il tempo per evacuare l'attività. L'esodo può essere collocato temporalmente tra l'istante di innesco dell'incendio e l'inizio della fase di flash-over.

Una volta definiti questi due istanti, tra loro è possibile individuare delle sotto fasi dell'esodo chiamate:

- RSET, Required Safe Escape Time, ovvero il minimo tempo necessario per l'evacuazione di tutti gli occupanti
- ASET, Available Safe Escape Time, ovvero l'RSET con un margine di sicurezza aggiuntivo
- Tempo di evacuazione
- Tempo di allarme
- Tempo di rivelazione

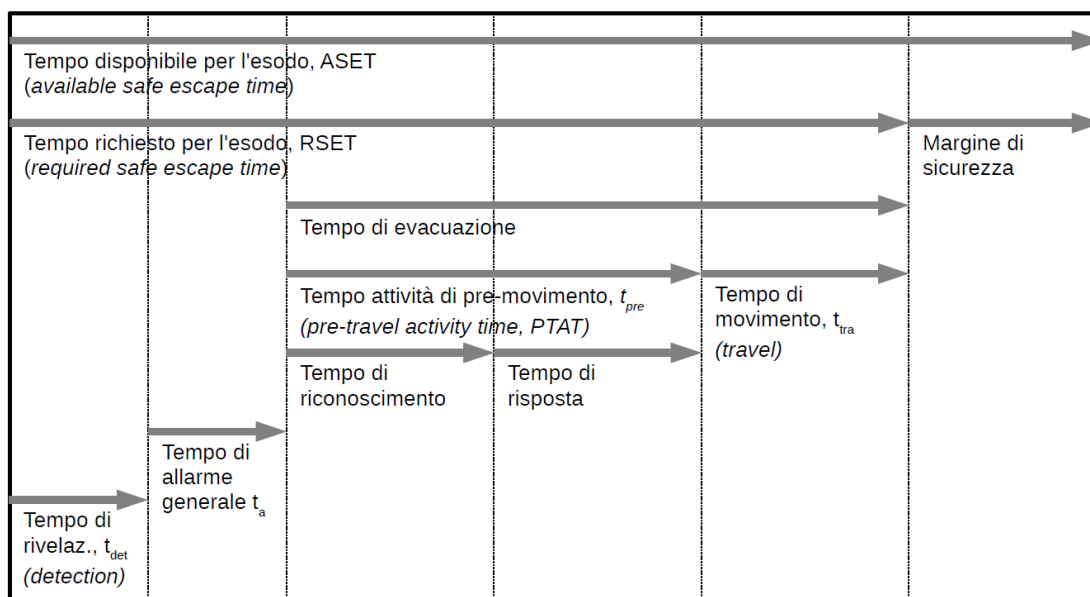


Figura 8: Confronto tra ASET ed RSET¹

I tempi di rivelazione ed allarme dipendono principalmente dalle soluzioni adottate, solitamente coincidono con i tempi richiesti dai rivelatori per riconoscere un principio d'incendio ed il tempo di risposta del sistema di allarme.

Il tempo di evacuazione può essere diviso in tre fasi:

- tempo di riconoscimento, necessario per riconoscere l'allarme
- tempo di risposta, occupato dalle prime reazioni degli occupanti, spesso raccogliere i propri averi
- tempo di movimento, l'effettivo spostamento verso luogo sicuro

Al fine di garantire un esodo sicuro è importante fornire tutto il tempo possibile agli occupanti prima di essere incapacitati, quindi prima un incendio viene rivelato, prima è possibile il riconoscimento dello stesso e l'allontanamento dal pericolo per le persone.

Una volta rivelato è possibile guadagnare ulteriore tempo grazie alla reazione al fuoco dei materiali perché migliori sono le caratteristiche dei materiali utilizzati più si va a prolungare le prime fasi dell'incendio ritardando così l'inizio della fase di incendio pienamente sviluppato. Dopo aver introdotto il concetto di reazione al fuoco attraverso l'analisi del Codice è stato necessario studiare il comportamento dell'incendio dalle prime fasi fino alla sua estinzione confrontando le varie casistiche possibili, sia di evoluzione naturale che in condizioni specifiche o di controllo da parte dei sistemi di controllo. Si è vista l'influenza che i materiali hanno sull'incendio e di conseguenza quanto sia importante l'utilizzo dei materiali adatti alle varie situazioni. Inoltre sono stati evidenziati i vantaggi effettivi che porta a livello temporale, influenzando enormemente la possibilità di portare in salvo quante più persone possibili. A questo punto entriamo nel merito della trattazione, il cui scopo è quello di evidenziare i problemi di classificazione sorti con l'emanazione di nuovi decreti che entrano in conflitto con quelli già vigenti e che vengono abrogati. Nei capitoli seguenti vedremo come nasce il concetto di omologazione per la reazione al fuoco, come si evolve nel tempo e che con l'emanazione del

¹ Illustrazione M.3-1, Codice di prevenzione incendi, 15/08/2015

DM 26/10/2022 entrano in conflitto le classificazioni di prodotti da costruzione e no. Questo succede perché prodotti già omologati con le classi italiane vedono la loro classificazione abrogata e sostituita solamente dalle classi europee, andando anche ad abrogare i gruppi di materiali che unificavano alcune classi italiane ed europee con le stesse prestazioni. Successivamente verrà analizzata l'evoluzione della prova di non combustibilità, il cui scopo è quello di verificare che il campione oggetto della prova non partecipi allo sviluppo dell'incendio e che possa quindi essere omologato tra i prodotti incombustibili appartenenti all'ormai abrogata classe 0 italiana. Il metodo di prova nasce con l'ISO/DIS 1182.2 la cui sigla indica che è stata sviluppata e definita dall'International Standard Organization inizialmente come disegno di norma (Draft of International Standard). Il metodo viene adottato dal CSE, Centro Studi ed Esperienze, laboratorio di prova dei Vigili del Fuoco, pioniere nelle attività di test e omologazione dei prodotti. Diventa poi ISO 1182:1983 e subisce varie modifiche, sostituzioni e di conseguenza recepimenti da parte di EN ed UNI. Le varie edizioni che si sono susseguite sono ISO 1182:1990, ISO 1182:2002, ISO 1182:2010 ed infine ISO 1182:2020. Con lo scopo di non rallentare la trattazione analizzeremo solamente la prima e l'ultima versione della norma, in quanto le differenze non sono sostanziali ed è sufficiente confrontare queste due versioni. Infine verrà confrontata l'evoluzione dei criteri di attribuzione delle classi di reazione al fuoco con l'emanazione di alcuni decreti e direttive che hanno lo scopo di unificare l'omologazione all'interno del territorio di divulgazione.

3. La Reazione al fuoco nelle legislazioni italiana ed europea

Storicamente in Italia si è iniziato a parlare di reazione al fuoco in campo normativo già dal 1983 quando con il DM del 30 novembre vengono date delle definizioni nel campo della prevenzione incendi, tra cui quella della reazione al fuoco che venne definita al punto 1.10 come:

*1.10. Reazione al fuoco: Grado di partecipazione di un materiale combustibile al fuoco al quale è sottoposto. In relazione a ciò i materiali sono assegnati (circolare n. 12 del 17 maggio 1980 del Ministero dell'interno) alle classi 0, 1, 2, 3, 4, 5 con l'aumentare della loro partecipazione alla combustione; quelli di classe 0 sono non combustibili.*¹

Nel 1984 il DM del 26 giugno introduce la prima classificazione di reazione al fuoco e predispone una procedura di omologazione per i materiali. Le classi introdotte sono quelle in uso ancora oggi partendo dalla classe 0 per gli incombustibili fino alla classe 5, materiali con alto grado di partecipazione. La procedura di omologazione introdotta prevede che un materiale prima della sua immissione sul mercato debba essere sottoposto a specifiche prove di reazione al fuoco dalle quali redigere un rapporto di prova che attesti le prestazioni e verifichi la classe dichiarata dal produttore. Una volta ottenuto il certificato di prova è possibile applicare il marchio di conformità al materiale che deve contenere nome o logo del fabbricante, anno/lotto di produzione, classe di reazione al fuoco ed estremi dell'omologazione. L'omologazione ha validità di 5 anni con la possibilità di rinnovarla alla scadenza e se i campioni del prodotto risultano identici alla campionatura di omologazione è possibile estendere l'omologazione senza ripetere le prove. È necessaria un'omologazione per ogni prodotto che l'azienda produttrice immette sul mercato, è però possibile integrare più prodotti in una singola omologazione ad esclusione dei prodotti imbottiti.

Per ottenere il rilascio dell'atto di Omologazione occorre presentare, per ogni richiesta, la seguente documentazione:

- Istanza in bollo
- Originale o copia autenticata in bollo del Certificato di Reazione al Fuoco (rilasciato da un laboratorio autorizzato)
- Marca da bollo

Mentre per il Rinnovo di un atto già rilasciato occorre presentare la seguente documentazione:

- Istanza in bollo
- Originale dell'atto di Omologazione
- Marca da bollo

I metodi di prova per la determinazione della classe di reazione al fuoco dei materiali sono elencati e descritti negli allegati al decreto. Venne deciso che la tossicità e l'opacità dei prodotti

¹ Decreto del Ministero dell'Interno, Gazzetta ufficiale, 30/11/1983.

della combustione sarebbero state oggetto di studio nel futuro.¹ Anche il campionamento e la preparazione del materiale alla prova sono soggetti a standardizzazione attraverso la UNI 9176 (seconda edizione -gennaio 1998). L'interpretazione dei risultati delle prove viene regolata dalle UNI 9177 (ottobre 1987), UNI 9175 (ottobre 1987) e UNI 9175/FA1 (luglio 1994).

Nel 1985 attraverso un DM del ministero dell'interno venne redatta una lista dei materiali di classe 0 per i quali non è necessaria l'omologazione. I criteri per l'attribuzione della classe 0 di reazione al fuoco sulla base dei risultati ottenuti dalle prove effettuate secondo la norma UNI ISO 1182 (dicembre 1995) sono i seguenti:

- l'incremento medio di temperatura della termocoppia del forno come calcolato al punto 8.1.2 della norma UNI ISO 1182 (dicembre 1995) non deve superare i 50 °C;
- la durata media di fiamma persistente come calcolata al punto 8.2.2 della norma UNI ISO 1182 (dicembre 1995) non deve superare i 20 secondi;
- la perdita di massa media non deve superare il 50% della massa originale media dopo il raffreddamento.

Gli allegati al DM del 1984 sono relativi ai metodi di prova stabiliti per vari materiali/studi, nello specifico:

- A1.1 Metodo ISO/DIS 1182.2 - Prova di non combustibilità
- A1.2 Metodo CSE RF 1/75/A - Reazione al fuoco dei materiali sospesi e suscettibili di essere investiti da una piccola fiamma su entrambe le facce
- A1.3 Metodo CSE RF 2/75/A - Reazione al fuoco dei materiali che possono essere investiti da una piccola fiamma su una sola faccia
- A1.4 Metodo CSE RF 3/77 - Reazione al fuoco dei materiali sottoposti all'azione di una fiamma d'innescio in presenza di calore radiante
- A1.5 Metodo CSE RF 4/83 - Reazione al fuoco di mobili imbottiti sottoposti all'azione di una piccola fiamma
- A1.6 Metodi di preparazione dei materiali per l'accertamento delle caratteristiche di reazione al fuoco a seguito delle operazioni di manutenzione
- A2.1 – Materiali e relativi metodi di prova
- A2.2 – Metodi di prova per materiali isolanti
- A3.1 – Tabella di classificazione dei materiali in base ai metodi di prova ISO/DIS 1182.2, CSE RF 1/75/A, CSE RF 3/77

I materiali di classe 0 secondo il decreto 14-01-1985 sono:

- materiali da costruzione, compatti o espansi a base di ossidi metallici (ossido di calcio, magnesio, silicio, alluminio ed altri) o di composti inorganici (carbonati, solfati, silicati di calcio ed altri) privi di leganti organici;
- materiali isolanti a base di fibre minerali (di roccia, di vetro, ceramiche ed altre) privi di leganti organici;
- materiali costituiti da metalli con o senza finitura superficiale a base inorganica.

Ai mobili imbottiti sono assegnate le classi 1.IM (la migliore), 2.IM e 3.IM; il mobile imbottito non viene classificato se non raggiunge neanche la classe 3.IM.

¹ Decreto del Ministero dell'Interno, Gazzetta Ufficiale, 26/06/1984.

Il DM del 3 settembre 2001 modifica ed integra il DM del 1984, principalmente ritoccando alcune definizioni e passaggi nella procedura di certificazione e negli accertamenti ed abrogando gran parte degli allegati, mantenendo gli allegati A2.1, A2.2.¹

La storia della reazione al fuoco nell'unione europea inizia più tardi con la direttiva 89/106/CEE che ha lo scopo di armonizzare tutte le disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli stati membri che trattano i prodotti da costruzione. Con l'entrata in vigore della direttiva viene richiesto l'attestato di conformità per i prodotti in circolazione sul mercato, che devono essere sottoposti a controllo qualità dal fabbricante stesso e da organismi di controllo circa le prestazioni degli stessi, inoltre richiede una corretta e giustificata apposizione del marchio CE. Ogni stato membro ha l'obbligo di comunicare alla commissione europea la lista di organismi di certificazione riconosciuti, a loro volta devono rispondere ad una serie di requisiti elencati negli allegati.

Gli allegati alla normativa sono i seguenti:

- Allegato I – Requisiti essenziali, dove vengono elencati i requisiti che deve avere un prodotto da costruzione, dalla resistenza meccanica fino alla protezione contro il rumore e al risparmio energetico
- Allegato II – Procedura per il benessere tecnico europeo, che può essere rilasciato da specifici enti
- Allegato III - Attestato di conformità con le specificazioni tecniche, che elenca metodi sistemi ed organismi interessati dall'attestato, nonché specifiche disposizioni per l'apposizione del marchio CE
- Allegato IV – Riconoscimento di laboratori di prova e degli organismi di ispezione e di certificazione, che delinea quali sono i requisiti minimi di laboratori, organismi di ispezione ed organismi di certificazione

Le condizioni minime imposte a questi ultimi sono:

- disponibilità di personale nonché mezzi e attrezzature necessari;
- competenza tecnica e integrità professionale del personale;
- indipendenza, per quanto riguarda l'esecuzione delle prove, la redazione dei rapporti, il rilascio dei certificati e l'esecuzione della sorveglianza di cui alla presente direttiva, dei quadri e del personale tecnico rispetto a tutte le categorie professionali, gruppi o persone direttamente o indirettamente interessate al settore dei materiali da costruzione;
- rispetto del segreto professionale da parte del personale;
- sottoscrizione di un'assicurazione di responsabilità civile a meno che tale responsabilità non sia coperta dallo Stato in virtù del diritto nazionale .

Il rispetto delle condizioni di disponibilità di personale e attrezzature e di competenza ed integrità professionale del personale viene verificato periodicamente dalle competenti autorità degli Stati membri attraverso visite tecniche e valutazioni sul posto.² L'emanazione del DM del 15 marzo 2005 porta ad una comparazione delle classi di reazione al fuoco tra le due normative, almeno per quanto riguarda i prodotti da costruzione definiti dalla direttiva 89/106/CEE come qualsiasi prodotto fabbricato al fine di essere permanentemente incorporato in opere da

¹ Decreto del Ministero dell'Interno, Gazzetta Ufficiale, 03/09/2001.

² Direttiva 89/106/CEE, Consiglio dell'Unione Europea, 21/12/1988.

costruzione.¹ Le classi vengono suddivise a seconda dell'impiego del prodotto, ossia tra prodotti destinati alla realizzazione di pavimenti, pareti o soffitti.

Vengono così costruite le seguenti tabelle riassuntive:

	Classe italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A2 _{FL-s1}), (A2 _{FL-s2}), (B _{FL-s1}), (B _{FL-s2}), (C _{FL-s1})
II	Classe 2	(C _{FL-s2}), (D _{FL-s1})
III	Classe 3	(D _{FL-s2})

Tabella 9: Classi di materiali per impiego a pavimento

	Classe italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s3,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0), (B-s1,d1), (B-s2,d1)
II	Classe 2	(A2-s1,d2), (A2-s2,d2), (A2-s3,d2), (B-s3,d0), (B-s3,d1), (B-s1,d2), (B-s2,d2), (B-s3,d2), (C-s1,d0), (C-s2,d0), (C-s1,d1), (C-s2,d1)
III	Classe 3	(C-s3,d0), (C-s3,d1), (C-s1,d2), (C-s2,d2), (C-s3,d2), (D-s1,d0), (D-s2,d0), (D-s1,d1), (D-s2,d1)

Tabella 10: Classi di materiali per impiego a parete

	Classe italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s3,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0), (B-s3,d0)
II	Classe 2	(B-s1,d1), (B-s2,d1), (B-s3,d1), (C-s1,d0), (C-s2,d0), (C-s3,d0)
III	Classe 3	(C-s1,d1), (C-s2,d1), (C-s3,d1), (D-s1,d0), (D-s2,d0)

Tabella 11: Classi di materiali per impiego a soffitto

Per quanto riguarda i prodotti incombustibili le classi corrispettive della classe 0 italiana sono A1, A1FL e A1L rispettivamente per impiego a parete e soffitto, a pavimento e per installazioni prevalentemente lineari. La classe F raccoglie tutti quei prodotti che non sono classificati ai fini della reazione al fuoco e suddivisa allo stesso modo, F per l'impiego a parete e soffitto, FFL per l'impiego a pavimento e FL per il prevalente sviluppo lineare. A questo punto il decreto entra nello specifico per quanto riguarda i prodotti installati lungo vie d'esodo, negli altri ambienti, prodotti isolanti installati in vie d'esodo, prodotti isolanti installati in altri ambienti e prodotti per installazioni tecniche a prevalente sviluppo lineare.

Lungo le vie d'esodo vengono elencate le specifiche classi di reazione al fuoco che è possibile impiegare, in particolare:

1. impiego a pavimento: A2_{FL-s1}; B_{FL-s1}; C_{FL-s1};
2. impiego a parete: A2-s1,d0; A2-s2,d0; A2-s1,d1; B-s1,d0; B-s2,d0; B-s1,d1;
3. impiego a soffitto: A2-s1,d0; A2-s2,d0; B-s1,d0; B-s2,d0.

Viene infine regolata la posa in opera dei prodotti stessi che deve essere effettuata nello stesso modo che durante le prove, tenendo conto delle norme EN 13501-1 e UNI EN 13238 che rendono possibile l'estensione del risultato di classificazione. A sua volta il DM del 10 marzo 2005 funge da armonizzazione della decisione 2000/147/CE che regola più nello specifico le

¹ Decreto del Ministero dell'Interno, Gazzetta Ufficiale, 15/03/2005.

singole classi in termini di criteri di classificazione e metodi di prova da seguire, ampliandola con informazioni aggiuntive. La simbologia viene implementata con nuovi pittogrammi utili per definire i criteri di classificazione indicati nelle tabelle contenute nel decreto. Al loro interno, infatti, per ogni classe si trovano le relative norme che regolano i metodi di prova riconosciuti dagli organismi notificati ed i relativi criteri di classificazione.^{1 2} Viene anche fornito un elenco dei materiali che non devono essere sottoposti alle prove di reazione al fuoco e che appartengono automaticamente alle classi A1 e A1FL e di materiali e relative classi a seconda della posa in opera. Nel 2007 vengono emanati i decreti del 16 febbraio e del 9 marzo relativi alla resistenza al fuoco dei prodotti da costruzione e recanti indicazioni riguardo alla classificazione di tali elementi ed alla realizzazione di edifici in acciaio. Vengono introdotte ed elencate le classi REI per differenti elementi costruttivi. Molto importante è la simbologia introdotta, utile per definire quali protezioni offre un dato elemento costruttivo:

R	Capacità portante	P o PH	Continuità di corrente o capacità di segnalazione
E	Tenuta	G	Resistenza all'incendio della fuliggine
I	Isolamento	K	Capacità di protezione al fuoco
W	Irraggiamento	D	Durata della stabilità a temperatura costante
M	Azione meccanica	DH	Durata della stabilità lungo la curva standard tempo-temperatura
C	Dispositivo automatico di chiusura	F	Funzionalità degli evacuatori motorizzati di fumo e calore
S	Tenuta al fumo	B	Funzionalità degli evacuatori naturali di fumo e calore

Tabella 12: Classi di protezione degli elementi

Alle sigle viene associato un valore in minuti che indica per quanto tempo viene garantita la funzione di protezione indicata in caso di incendio.

Il decreto del 15 marzo 2005 viene modificato e integrato dai decreti del 25 ottobre 2007 e del 27 febbraio 2009, che eliminano alcune classi di reazione al fuoco da quelle elencate nelle tabelle di confronto e modificano alcuni degli allegati che regolano norme di riferimento e criteri di classificazione.^{3 4}

Nel 2011 con il DPR 151 vengono elencate le attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco, definendo così quali attività sono più a rischio e necessitano di particolari attenzioni in fase di progetto e di vita utile.⁵

Il 3 agosto del 2015 viene emanato il Codice di Prevenzione Incendi già ampiamente trattato nei capitoli precedenti, diventando il testo unico per la progettazione della prevenzione contro gli incendi negli edifici soggetti al controllo dei VVFF e comunque diventando una guida per gli edifici non sottoposti a questi controlli.⁶

Nel frattempo viene emanato il Regolamento UE 305/2011 che ha lo scopo di abrogare la direttiva 89/106/CEE e di armonizzare all'interno degli stati membri la circolazione sul mercato

¹ Decreto del Ministero dell'Interno, Gazzetta Ufficiale, 10/03/2005.

² Decisione 2000/147/CE, 08/02/2000.

³ Decreto, Gazzetta Ufficiale, 25/10/2007.

⁴ Decreto, Gazzetta Ufficiale, 27/02/2009.

⁵ Decreto del Presidente della Repubblica, Gazzetta Ufficiale, 01/08/2011.

⁶ Codice di prevenzione incendi, 15/08/2015.

dei prodotti da costruzione. Vengono date precise indicazioni circa la descrizione delle prestazioni che deve accompagnare il prodotto e l'apposizione della marcatura che identifica i prodotti conformi agli standard comunitari.^{1 2}

L'allegato V viene sostituito nel Regolamento Delegato 568/2014 dove viene definito il procedimento di verifica interna per i produttori circa la qualità e le prestazioni della produzione per valutare la costanza delle caratteristiche dichiarate.³

A sua volta viene modificata la procedura per redigere la dichiarazione di prestazione dei prodotti dal Regolamento Delegato 574/2014.⁴

Infine viene modificata la classificazione di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione con il Regolamento Delegato 364/2016 e viene abrogata la decisione 2000/147/CEE.^{5 6}

Nel 2018 e 2019 vengono emanate la Comunicazione 2018/C 092/06 e la Decisione 451/2019 che rispettivamente abrogano la Direttiva 89/106/CEE e fanno un resoconto di quali norme di riferimento sono vigenti e ne esprimono la data di scadenza, sia per prodotti da costruzione che per sistemi e dispositivi di protezione contro gli incendi.^{7 8}

Successivamente al CPI in Italia viene emanata la circolare 1 del 24/02/2016 che va a meglio definire i criteri di rilascio delle omologazioni di reazione al fuoco per nuovi prodotti immessi sul mercato in quanto l'omologazione viene rilasciata ai sensi del DM 26/06/1984 e nel corso degli anni i prodotti imbottiti hanno subito un'evoluzione tecnica e un cambio di materiali che hanno reso più difficile l'interpretazione dei criteri in uso.⁹

È utile ripercorrere l'evoluzione della reazione al fuoco per scoprire quali sono state le basi del concetto di reazione al fuoco e cosa è stato cambiato e migliorato nel corso del tempo grazie all'avanzare della tecnica e ad una migliore consapevolezza degli effetti provocati da un incendio. Come si vede le legislazioni italiana ed europea nel tempo si sono intrecciate attraverso direttive e regolamenti però allo stesso tempo quella europea non tratta i materiali imbottiti. Inoltre evolvendosi in momenti diversi vanno a generarsi delle differenze a livello di classificazione. Queste differenze sono state colmate dalla creazione dei gruppi di materiali che associano le due classificazioni, semplificando la circolazione dei prodotti sul mercato, sia per i materiali da costruzione che da arredamento in quanto vanno ad associare le classi e non i prodotti. I problemi sono sorti con l'emanazione del DM 26/10/2022 che ha abrogato la classificazione italiana. I prodotti da costruzione mantengono comunque la classificazione europea, tuttavia, questo non vale per gli arredi che rimangono così non classificati.

Nei capitoli seguenti verranno elencate alcune normative che riguardano la reazione al fuoco e verranno studiate più approfonditamente quelle riguardanti la prova di non combustibilità, rimasta pressoché invariata nel tempo.

¹ Regolamento UE 305/2011, Parlamento Europeo, 04/04/2011.

² Direttiva 89/106/CEE, Consiglio dell'Unione Europea, 21/12/1988.

³ Regolamento Delegato 568/2014, Parlamento Europeo, 18/02/2014.

⁴ Regolamento Delegato 574/2014, Parlamento Europeo, 21/02/2014.

⁵ Regolamento Delegato 364/2016, Parlamento Europeo, 01/07/2015.

⁶ Decisione 2000/147/CE, 08/02/2000.

⁷ Comunicazione C92, Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea, 09/03/2018.

⁸ Decisione 451/2019, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 19/03/2019.

⁹ Circolare 1 del Ministero dell'Interno, VVF, 24/02/2016.

4. Norme di omologazione per la reazione al fuoco

In seguito viene riportato un elenco contenente gran parte delle norme provenienti dai vari enti nazionali ed internazionali che trattano la reazione al fuoco o che sono necessarie per l'applicazione di altre norme presenti nell'elenco.

Le norme sono le seguenti:

CEN/TC 127

UNI EN 1021 – Mobili – Verifica dell'accendibilità dei mobili imbottiti

UNI EN ISO 1182 – Prove di reazione al fuoco dei prodotti – Prova di non combustibilità

UNI EN ISO 1716 – Prove di reazione al fuoco dei prodotti – Determinazione del potere calorifico superiore

UNI 8068 - Materiali polimerici cellulari rigidi - Determinazione della reazione al fuoco su provini orizzontali

UNI 8456 – Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su entrambe le facce – Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma

UNI 8457 - Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su una sola faccia – Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma

UNI 9174 – Reazione al fuoco dei prodotti sottoposti all'azione di una fiamma d'innescio in presenza di calore radiante

UNI 9175 – Reazione al fuoco di manufatti imbottiti sottoposti all'azione di una piccola fiamma – Metodo di prova e classificazione

UNI 9176 – Preparazione dei materiali per l'accertamento delle caratteristiche di reazione al fuoco

UNI 9177 – Classificazione di reazione al fuoco dei prodotti combustibili

UNI EN ISO 9239 – Prove di reazione al fuoco dei pavimenti

UNI 9796 – Reazione al fuoco dei prodotti vernicianti ignifughi apposti su materiali legnosi – Metodi di prova ai fini della classificazione

UNI 10707 – Materassi – Metodi di prova e requisiti

UNI EN ISO 11925 – Prove di reazione al fuoco - accendibilità dei prodotti sottoposti all'attacco diretto della fiamma

UNI EN 13238 – Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione – Procedimenti di condizionamento e regole generali per la scelta dei substrati

UNI EN 13501 – Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione

UNI EN 13823 – Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione – Prodotti da costruzione esclusi i pavimenti esposti ad un attacco termico prodotto da un singolo oggetto in combustione

UNI EN ISO 13943 – Sicurezza in caso di incendio - Vocabolario

UNI CEN/TS 15447 – Montaggio e fissaggio nelle prove di reazione al fuoco nell'ambito della Direttiva "Prodotti da costruzione"

UNI EN 15715 – Isolanti termici – Istruzioni per il montaggio e il fissaggio nelle prove di reazione al fuoco – Prodotti ottenuti in fabbrica

UNI EN 16724 – Isolanti termici per edilizia – Istruzioni per il montaggio e il fissaggio nelle prove di reazione al fuoco di sistemi compositi di isolamento termico per l'esterno

UNI EN 16733 – Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione – Determinazione della propensione di un prodotto da costruzione ad essere sottoposto a fuoco covante continuo

UNI EN 16755 – Durabilità della prestazione di reazione al fuoco – Classi dei prodotti di legno trattati con ritardante di fiamma per applicazioni finali in interno ed esterno

UNI EN 17667 – Metodo di prova – Determinazione della resistenza termica di articoli tessili imbottiti e simili mediante apparecchi a piastre riscaldanti con protezione

METODI DI PROVA ITALIANI

CLASSE 0 (ZERO)

Prova di non combustibilità: UNI ISO 1182

CLASSI 1, 2, 3, 4 e 5

a) Prova della piccola fiamma su entrambe le facce: UNI 8456

b) Prova della piccola fiamma su una faccia: UNI 8457

c) Prova della fiamma d'innescò con calore radiante: UNI 9174

d) Prodotti vernicianti ignifughi applicati su materiali legnosi: UNI 9796

Per classificare un materiale (UNI 9177), la prova c) dev'essere abbinata alla prova a) o alla prova b).

La UNI 9796 richiama le norme UNI 8457 e UNI 9174 come metodi di prova.

CLASSI 1.IM, 2.IM e 3.IM

Prova della piccola fiamma su mobili imbottiti: UNI 9175

PARAMETRI VALUTATI

UNI ISO 1182

- Aumento della temperatura

- Durata delle fiamme

- Perdita di massa

UNI 8456 e UNI 8457

- Tempo di post-combustione

- Tempo di post-incandescenza

- Zona danneggiata

- Gocciolamento

UNI 9174

- Velocità media di propagazione della fiamma

- Tempo di post-incandescenza

- Zona danneggiata

- Gocciolamento

UNI 9175

- Tempo di post-combustione

- Tempo di post-incandescenza

I prodotti rientranti nel campo di applicazione del Regolamento Europeo n. 305/2011 "Prodotti da costruzione" sono testati secondo le specifiche norme europee e classificati secondo la classificazione europea. Nei prossimi capitoli verranno evidenziate le norme che nel tempo indicavano quali erano i metodi di prova da seguire e quali le classi in cui rientravano i prodotti omologati.

5. Evoluzione dei riferimenti normativi nella legislazione italiana per l'omologazione dei prodotti

Ora andremo a descrivere più precisamente i cambiamenti avvenuti in campo legislativo e normativo che hanno maggior rilevanza per le omologazioni di reazione al fuoco.

DM 26 giugno 1984

Ai fini della nostra trattazione i decreti più importanti sono il DM 26 giugno 1984 che introduce il concetto di reazione al fuoco e definisce requisiti e metodi di prova per la classificazione. Inizialmente le prove non erano descritte da vere e proprie normative ma erano definite dai metodi sviluppati e adottati dal Centro Studi ed Esperienze, un laboratorio interno al Vigili del Fuoco con sede a Roma che aveva lo scopo di studiare il comportamento dei materiali e l'evoluzione degli incendi. Le procedure per le prove, descritte in seguito, possono essere reperite nel supplemento ordinario n°234 del 25 agosto 1984 all'interno degli allegati.

I metodi di prova sono:

- ISO/DIS 1182 – Prova di non combustibilità
- CSE RF 1/75/A – Reazione al fuoco dei materiali sospesi e suscettibili di essere investiti da una piccola fiamma su entrambe le facce
- CSE RF 2/75/A – Reazione al fuoco dei materiali che possono essere investiti da una piccola fiamma su una sola faccia
- CSE RF 3/77 – Reazione al fuoco dei materiali sottoposti all'azione di una fiamma d'innescio in presenza di calore radiante
- CSE RF 4/83 – Reazione al fuoco di mobili imbottiti sottoposti all'azione di una piccola fiamma

Inoltre il decreto forniva specifiche disposizioni per la preparazione dei campioni tessili da sottoporre ai metodi di prove CSE RF 1/75/A e CSE RF 3/77 e l'elenco dei materiali e dei relativi metodi di prova da applicare per l'omologazione degli stessi:

A) ELEMENTI STRUTTURALI

- A.1 Elementi di chiusura verticali, esterni, interni, portanti, non portanti. - ISO/DIS 1182.2 - CSE RF 2/75/A - CSE RF 3/77
- A.2 Pilastrini (Come A.1)
- A.3 Travi (Come A.1)
- A.4 Scale (Come A.1)
- A.5 Solai (Come A.1)
- A.6 Coperture (Come A.1)
- A.7 Strutture pressostatiche e tendoni - CSE RF 1/75/A - CSE RF 3/77.

B) MATERIALI DI COMPLETAMENTO

- B.1 Materiali di completamento degli elementi di chiusura verticali, interni, esterni, portanti, non portanti
 - B.1.1 Rivestimenti (Come A.1)
 - B.1.2 Serramenti (Come A.1)
 - B.1.3 Isolanti (Come A.1)
- B.2 Materiali di completamento di pilastri e travi
 - B.2.1 Rivestimenti (Come A.1)
 - B.2.2 Isolanti (Come A.1)
- B.3 Materiali di completamento delle scale
 - B.3.1 Rivestimenti scale (Come A.1)
 - B.3.2 Rivestimenti vano scale (Come A.1)
 - B.3.3 Parapetti (Come A.1)
- B.4 Materiali di completamento dei solai
 - B.4.1 Pavimenti (Come A.1)
 - B.4.2 Soffitti (Come A.1)
 - B.4.3 Controsoffitti (Come A.1)
 - B.4.4 Isolanti (Come A.1)
- B.5 Materiali di completamento delle coperture
 - B.5.1 Impermeabilizzanti (Come A.1)
 - B.5.2 Isolanti (Come A.1)
 - B.5.3 Lucernari (Come A.1)

C) INSTALLAZIONI TECNICHE

- C.1 Tubazioni di scarico (Come A.1)
- C.2 Condotte di ventilazione e riscaldamento (Come A.1)
- C.3 Canalizzazioni per cavi ISO DIS 1182.2 - CSE 1/75/A; 3/77
- C.4 Apparecchi sanitari (Come A.1)
- C.5 Isolamenti di tubazioni e di serbatoi (Come A.1)
- C.6 Cabina ascensori e montacarichi, porte di piano e di cabina (Come A.1)
- C.7 Nastri trasportatori e scale mobili (Come A.1)

D) MATERIALI DI ARREDAMENTO

- D.1 Sipari, drappaggi, tendaggi (Come A.7)
- D.2 Mobili imbottiti, materassi - CSE RF 4/83
- D.3 Mobili fissati agli elementi strutturali (Come A.1)

E) MATERIALE SCENICO

ISO/DIS 1182.2 - CSE RF 1/75/A - CSE RF 2/75/A - CSE 3/77 - (In dipendenza della messa in opera del materiale)

Figura 9: Elenco delle prove di omologazione per tipiche installazioni negli edifici ¹

Infine vengono descritti i metodi di prova per i materiali isolanti e viene fornita la tabella di classificazione dei materiali a seconda dei risultati ottenuti nelle prove:

¹ Decreto del Ministero dell'Interno, Gazzetta Ufficiale, 26/06/1984.

METODI DI PROVA (CSE)	CONDIZIONI DA SODDISFARE	CLASSE
Non combustibilità ISO DIS 1182.2	Condizioni descritte Dall'ISO DIS 1182.2	0
CSE RF 3 _____	Categoria 1 }	1
CSE RF 1 o CSE RF 2 _____	Categoria 1 }	
CSE RF 3 _____	Categoria { 2 } o { 1 }	2
CSE RF 1 o CSE RF 2 _____	Categoria { 1 } o { 2 }	
CSE RF 3 _____	Categoria { 3 } o { 2 } o { 1 } o { 3 } o { 2 }	3
CSE RF 1 o CSE RF 2 _____	Categoria { 2 } o { 3 } o { 3 } o { 1 } o { 2 }	
CSE RF 3 _____	Categoria { 4 } o { 3 } o { 3 } o { 4 } o { 2 } o { 4 } o { 1 } o { 4 }	4
CSE RF 1 o CSE RF 2 _____	Categoria { 3 } o { 4 } o { 3 } o { 2 } o { 4 } o { 1 } o { 4 }	
CSE RF 3 _____	Categoria 4 }	5
CSE RF 1 o CSE RF 2 _____	Categoria 4 }	

Tabella 13: Classificazione dei materiali in base ai metodi di prova ISO DIS 1182.2, CSE RF 2/75/A, CSE RF 3/77

DM 3 settembre 2001

Successivamente con l'emanazione del DM 3 settembre 2001 si ha la modifica di molti degli articoli che componevano il Dm 26/06/1984. Le modifiche più corpose riguardano la modifica dei metodi di prova e dei criteri di classificazione che venivano definiti ed elencati dal precedente DM. Inoltre viene ampliata la definizione di produttore considerando anche i produttori con sede legale in UE e soprattutto viene permessa l'omologazione dei prodotti da parte di laboratori di prova legalmente riconosciuti dal Ministero dell'Interno i quali devono conservare il materiale campione per 5 anni dopo il rilascio dell'omologazione. Vengono riconosciuti come validi i metodi di prova elaborati dall'UNI sulla base dei precedenti sviluppati dal CSE, standardizzando così l'omologazione all'interno del territorio italiano.

I metodi di prova riconosciuti sono descritti dalle norme seguenti e sostituiscono i rispettivi metodi di prova precedenti:

- UNI 1182 – Prove al fuoco – Prodotti edilizi – Prove di non combustibilità
- UNI 8456 – Materiali combustibili suscettibili di essere investiti dalla piccola fiamma su entrambe le facce. Reazione al fuoco mediante l'applicazione di una piccola fiamma
- UNI 8457 – Materiali combustibili suscettibili di essere investiti dalla piccola fiamma su una sola faccia. Reazione al fuoco mediante l'applicazione di una piccola fiamma
- UNI 9174 – Reazione al fuoco dei materiali sottoposti all'azione di una fiamma d'innesco in presenza di calore radiante
- UNI 9175 – Reazione al fuoco di mobili imbottiti sottoposti all'azione di una piccola fiamma
- UNI 9177 – Criteri per la determinazione della classe di reazione al fuoco dei materiali combustibili

Vengono infatti abrogati gli allegati al DM 26 giugno 1984 e di conseguenza i metodi di prova stessi.

La classificazione dei prodotti secondo la UNI 9177 segue la tabella seguente:

Metodo di prova	Condizioni da soddisfare	Classe
-UNI 9174 -UNI 8456 o UNI 8457	-Categoria {I} -Categoria {I}	1
-UNI 9174 -UNI 8456 o UNI 8457	-Categoria {II} ovvero {I} -Categoria {I} {II}	2
-UNI 9174 -UNI 8456 o UNI 8457	-Categoria {III} ovvero {II} ovvero {I} ovvero {III} ovvero {II} -Categoria {II} {III} {III} {I} {II}	3
-UNI 9174 -UNI 8456 o UNI 8457	-Categoria {IV} ovvero {III} ovvero {III} ovvero {IV} ovvero {II} ovvero {IV} ovvero {I} -Categoria {III} {IV} {III} {II} {IV} {I} {IV}	4
-UNI 9174 -UNI 8456 o UNI 8457	-Categoria {IV} -Categoria {IV}	5

Tabella 14: Attribuzione della classe di reazione al fuoco a seconda delle prestazioni ottenute durante le prove ¹

DM 26 ottobre 2022

Infine il DM del 26 ottobre 2022 va nuovamente a modificare la normativa riguardante l'omologazione di prodotti ed elementi da costruzione. La classificazione segue la EN 13501 divisa come segue:

- EN 13501-1 – Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco
- EN 13501-2 – Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco, esclusi i sistemi di ventilazione
- EN 13501-3 – Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi impiegati in impianti di fornitura servizi: condotte e serrande resistenti al fuoco
- EN 13501-4 – Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei componenti dei sistemi di controllo del fumo
- EN 13501-5 – Classificazione in base ai risultati delle prove di esposizione dei tetti a un fuoco esterno
- EN 13501-6 – Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco sui cavi di alimentazione, controllo e comunicazione

Viene modificata la tabella del DM 26 giugno 1984 recante i metodi di prova da seguire per omologare uno specifico elemento andando a specificare quale parte della normativa seguire per classificare l'elemento :

A) Elementi strutturali;

- A.1 - Elementi di chiusura verticali esterni e interni, portanti e non portanti (EN 13501-1);
- A.2 - Pilastri: (EN 13501-1);
- A.3 - Travi: (EN 13501-1);
- A.4 - Scale: (EN 13501-1);
- A.5 - Solai: (EN 13501-1);
- A.6 - Coperture: (EN 13501-1, EN 13501-5);
- A.7 - Strutture pressostatiche e tendoni: UNI 8456 (1987) - UNI 9174 (1987) e UNI 9174/A1 (1996);

¹ Decreto del Ministero dell'Interno, Gazzetta Ufficiale, 03/09/2001.

B) Materiali di completamento;

B.1 - Materiali di completamento degli elementi di chiusura verticali esterni e interni, portanti e non portanti;

B.1.1 - Rivestimenti: (EN 13501-1);

B.1.2 - Serramenti: (EN 13501-1);

B.1.3 - Isolanti: (EN 13501-1);

B.2 - Materiali di completamento di pilastri e travi;

B.2.1 - Rivestimenti: (EN 13501-1);

B.2.2 - Isolanti: (EN 13501-1);

B.3 - Materiali di completamento delle scale;

B.3.1 - Rivestimenti scale: (EN 13501-1);

B.3.2 - Rivestimenti vano scale: (EN 13501-1);

B.3.3 - Parapetti: (EN 13501-1);

B.4 - Materiali di completamento dei solai;

B.4.1 - Pavimenti: (EN 13501-1);

B.4.2 - Soffitti: (EN 13501-1);

B.4.3 - Controsoffitti: (EN 13501-1);

B.4.4 - Isolanti: (EN 13501-1);

B.5 - Materiali di completamento delle coperture;

B.5.1 - Impermeabilizzanti: (EN 13501-1);

B.5.2 - Isolanti: (EN 13501-1);

B.5.3 - Lucernari: (EN 13501-1);

C) Installazioni tecniche;

C.1 - Tubazioni di scarico: ISO/DIS 1181.2 / UNI 8457 (1987) e UNI 8457/A1 (1996) / UNI 9174 (1987) e UNI 9174/A1 (1996);

C.2 - Condotte di ventilazione e riscaldamento: (EN 13501-1);

C.3 - Canalizzazioni per vani: ISO DIS 1182.2 / UNI 8456 (1987) / UNI 9174 (1987) e UNI 9174/A1 (1996);

C.4 - Apparecchi sanitari: (EN 13501-1);

C.5 - Isolamenti di tubazioni e serbatoi: (EN 13501-1);

C.6 - Cabina ascensori e montacarichi, porte di piano e di cabina: (EN 13501-1);

C.7 - Nastri trasportatori e scale mobili: (EN 13501-1);

D) Materiali di arredamento;

D.1 - Sipari, drappaggi, tendaggi (Come A.7);

D.2 - Mobili imbottiti, materassi: UNI 9175 (1987) e UNI 9175/FA1 (1994);

D.3 - Mobili fissati agli elementi strutturali (Come C.1);

E) Materiale scenico;

ISO/DIS 1182.2 - UNI 8456 (1987) / UNI 8457 (1987) e UNI 8457/A1 (1996) / UNI 9174 (1987) e UNI 9174/A1 (1996) (In dipendenza dalla messa in opera del materiale).».

A sua volta la EN 13501 rimanda ad altri metodi di prova già base della classificazione.

Le modifiche introdotte non sono significative ed i metodi di prova rimangono pressoché invariati. La modifica più importante introdotta risulta essere l'abbandono della classificazione italiana adottando un unico sistema di classificazione. L'unico effetto è lasciare senza classificazione molti prodotti e senza la possibilità di omologarne di nuovi con le conseguenze sopracitate. ¹

¹ Decreto del Ministero dell'Interno, Gazzetta Ufficiale, 26/10/2022.

6. Evoluzione normativa: prova di non combustibilità

In questo capitolo evidenzieremo l'evoluzione normativa che regola la prova di non combustibilità dalla prima versione sviluppata dal CSE fino alla versione contenuta nella EN 13501, individuando i passaggi critici emersi nella classificazione dei prodotti

ISO/DIS 1182

Lo scopo del metodo è valutare la tendenza di un materiale da costruzione non rivestito ad emettere fiamme o calore superiore ad un valore stabilito nelle condizioni di prova.

L'apparecchiatura di prova è illustrata nell'immagine seguente:

Dimensioni in millimetri

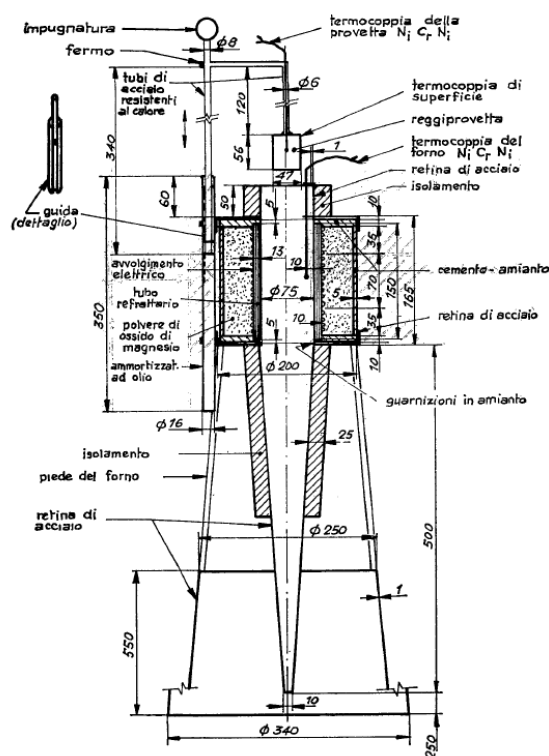


Fig. 1 — Apparecchio per prova di non combustibilità. Disposizione generale

Figura 10: Apparecchio per prova di non combustibilità, disposizione generale ¹

L'apparecchiatura, di cui la figura. 1 fornisce una illustrazione, consiste essenzialmente in:

- un tubo refrattario (il tubo circondato da resistenze riscaldanti e di un isolamento (questo insieme costituisce il forno t);
- un diffusore d'aria, alla base del tubo;
- uno schermo sulla parte superiore aperta del tubo;

¹ Fig. 1, Metodo ISO/DIS 1182.2, Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 234, 25/08/1984.

- un porta-provetta dotato di un dispositivo di introduzione che consenta l'abbassamento e l'innalzamento della provetta lungo l'asse del tubo;
- termocoppie:
 1. la termocoppia del forno;
 2. la termocoppia al centro della provetta (termocoppia centrale);
 3. la termocoppia di superficie della provetta (termocoppia di superficie);
- un registratore di temperatura;
- una base per il forno;
- degli schermi paravento.

Inoltre è necessario avere la possibilità di controllare la temperatura della parete interna del tubo per procedere alla taratura utilizzando uno dei seguenti apparecchi:

1. un dispositivo di rilevamento a termocoppia sotto guaina, oppure
2. un micro-pirometro ottico.

Il tubo è composto da un materiale alluminoso refrattario (massa volumica 2700 ± 500 Kg/mc) altezza 150 ± 1 mm, diametro interno 75 ± 1 mm, e spessore di parete 1 mm. Lo spessore all'esterno del tubo, compreso lo strato refrattario destinato a mantenere la resistenza elettrica, non deve superare i 13 mm. Il tubo deve essere dotato di uno o più avvolgimenti di resistenze elettriche tali che la temperatura del tubo risponda alle specifiche indicate successivamente. Il tubo deve essere ben isolato sulla sua circonferenza con polvere di ossido di magnesio di una massa volumica approssimativa di 300 Kg/mc contenuta in un recipiente di cemento amianto avente una massa volumica approssimativa di 900 Kg/mc. L'isolamento viene completato sia sotto che sopra a mezzo di un coperchio in lastra di amianto di uno spessore di 1 mm.

Il forno deve essere dotato di una base stabile tale che il fondo del forno stesso sia mantenuto fermamente almeno a 750 mm sopra il livello del suolo. Tale base è costruita in acciaio od in qualsiasi materiale appropriato che possa costituire una base ferma per il forno e per il diffusore d'aria. Durante lo svolgimento della prova, gli schermi paravento posti ad una altezza di circa 550 mm dal suolo vengono collocati intorno alla base.

Alla base del tubo viene posto un diffusore d'aria conico aperto alle sue estremità in conformità alla figura precedente. La giuntura tra il diffusore d'aria ed il tubo deve essere levigata e resa impermeabile all'aria in tutte le condizioni con un anello di amianto. Il diffusore deve avere una superficie interna levigata la cui metà superiore deve essere isolata sulla sua superficie esterna. Sotto il diffusore deve essere assicurato uno spazio di circa 250 mm che deve essere protetto dalle correnti di aria. Il diffusore deve avere 500 mm di lunghezza, il suo diametro interno alla sommità 75 mm che deve decrescere uniformemente fino a raggiungere alla base un diametro interno di 10 mm. Il diffusore deve essere costituito da un lamierino in acciaio, levigato all'interno, dello spessore di circa 1 mm. La metà superiore deve essere isolata all'esterno con uno strato di materiale fibroso isolante di uno spessore di 25 ± 2 mm.

Il porta-provetta deve essere dotato di un dispositivo che ne permetta l'abbassamento od il sollevamento, con precisione e senza colpi, lungo l'asse del tubo. Deve essere costruito in modo da assicurare che la provetta, quando è in posizione di prova, sia collocata in mezzo alla zona di temperatura controllata del forno e centrata in rapporto alla parete del tubo. Il porta-provetta, sensibilmente cilindrico, deve essere conforme alle dimensioni stabilite nelle figure, ed avere una massa compresa fra i 15 e 20 g. Esso deve poter contenere una provetta conforme alle

specifiche indicate in seguito. Il porta-provetta ed il dispositivo di introduzione devono essere concepiti in modo da permettere l'installazione di due termocoppie della provetta.

L'ossatura del porta-provetta deve essere costituita da fili di lega nickelcromo o in fili di acciaio resistenti al calore che devono essere sospesi alla estremità inferiore di un tubo di acciaio resistente al calore, di circa 6 mm di diametro esterno e 4 mm di diametro interno. Il fondo del porta-provetta deve essere formato da un fine graticcio di fili di acciaio resistente al calore; esso deve essere costruito in modo che la parte inferiore possa essere staccata dall'anello superiore per permettere l'introduzione della provetta. Il dispositivo di introduzione deve essere costituito da una asta metallica che si sposta liberamente all'interno scorrendo su una guida verticale montata sul lato del forno. Il tubo di acciaio resistente al calore al quale è sospeso il porta-provetta deve essere collegato all'asta scorrevole con una barra distanziatrice.

La termocoppia del forno deve essere installata in modo che la sua saldatura calda sia a $10 \pm 0,5$ mm dalla parete del tubo ed a mezza altezza dalla zona di temperatura controllata (vedere 6.3) determinata a partire dalle temperature della parete. La distanza corretta alla parete deve essere mantenuta con una guida soggetta allo schermo paravento. La termocoppia di superficie deve avere la sua saldatura calda in contatto con la provetta, a mezza altezza da quest'ultima all'inizio della prova, e deve essere installata in posizione diametralmente opposta a quella della termocoppia del forno (fig.3). La termocoppia della provetta deve essere fissata al porta-provetta in modo da potersi spostare verso l'alto e verso il basso con il porta-provetta ed essere collocata in modo che la sua saldatura calda sia al centro della provetta. Essa deve essere introdotta dall'alto attraverso un buco di 2 mm di diametro (vedere fig. 2), affinché la sua saldatura calda sia in contatto con il fondo del buco.

Al momento della prova, le saldature calde di tutte le termocoppie devono essere collocate sul medesimo piano orizzontale che deve corrispondere alla metà dell'altezza della zona di temperatura controllata.

Tutte le termocoppie devono essere di tipo isolato sotto guaina ed avere un diametro esterno di 1,0 o 1,5 mm e dei fili termoelettrici del diametro di circa 0,2 mm. Le loro saldature calde debbono essere isolate dalle loro guaine. Esse devono avere una costante temporale non superiore a 10 sec.

Nota: Solo le termocoppie del forno e di superficie vengono impiegate per fornire il dato sul quale viene effettuata la valutazione (vedere Cap. 8). La termocoppia della provetta è impiegata quando viene richiesta la misurazione della temperatura al centro della provetta, e ciò può considerarsi un dato complementare interessante sul comportamento delle provette.

Registratore di temperatura e misura della temperatura

Le temperature del forno e quelle delle termocoppie in superficie debbono essere registrate con un registratore continuo avente un campo di misurazione corrispondente ai cambiamenti di temperatura che si verificano nel corso della prova. Lo strumento di misura della temperatura deve avere una precisione di almeno lo 0,5%.

PROVETTE

Preparazione

Le provette devono essere le più rappresentative possibile delle proprietà medie del campione e debbono essere preparate nelle dimensioni indicate al punto 5.2. Se lo spessore del materiale

è inferiore a 50 mm, la provetta deve essere costituita di un numero di strati sufficiente per ottenere lo spessore richiesto in 5.2. Questi strati devono essere in posizione orizzontale e mantenuti fermamente insieme a mezzo di fili di acciaio fine, in maniera da ridurre al minimo i passaggi d'aria fra gli strati. La densità di queste provette deve essere rappresentativa della densità del materiale. Per i materiali composti di uno spessore tale da rendere impossibile la unione di più strati al fine di avere una provetta delle dimensioni di cui al punto 5.2, il campione deve essere preparato nello spessore richiesto, dimensionando lo spessore dei suoi vari componenti. Sia la parte superiore che quella inferiore devono essere costituite dalle facce finite del materiale. Se non è possibile seguire questa procedura per preparare la provetta, devono essere effettuate prove su ciascun componente individuale e di conseguenza se ne deve fare menzione nella relazione di prova.

Numero e dimensioni

Al fine di procedere alla prova, dovranno essere preparate, conformemente al punto 5.1, cinque provette cilindriche. Le dimensioni nominali e le tolleranze della provetta debbono essere le seguenti:

- diametro $45 \pm \frac{0}{2}$ mm
- altezza 50 ± 3 mm
- volume 80 ± 5 cm³

Condizionamento

Le provette debbono essere condizionate in una stufa ventilata mantenuta a $60^\circ \pm 5^\circ\text{C}$ per almeno 20 ore, poi raffreddate alla temperatura ambiente in un essiccatore fino al momento della prova. La massa di ciascuna provetta deve essere misurata prima della prova al forno.

REGOLAZIONE E CONTROLLO

Una prova di regolazione deve essere effettuata su un apparecchio nuovo o su ogni apparecchio esistente ove venga richiesto. Lo scopo di questa prova è di ottenere il grado di uniformità delle temperature richiesto per la parete del forno durante le prove e di determinarne l'apporto energetico necessario. Questa prova deve essere effettuata con il porta-provetta tolto dal forno. Con il forno in stato di equilibrio termico stabile, le misurazioni della temperatura di parete debbono essere effettuate utilizzando o un micropirometro ottico o un dispositivo di misura a termocoppia sotto guaina (vedere fig. 4). Procedere a tali misurazioni su tre assi verticali egualmente spaziate. La temperatura della parete nella zona centrale di 100 mm della parete del forno deve essere di $825 \pm 25^\circ\text{C}$. Quando questa esigenza è soddisfatta, misurare l'apporto energetico e prenderne nota in quanto apporto energetico di regolazione.

Si ottiene una zona di temperatura controllata sia con un avvolgimento più stretto delle resistenze alle due estremità del tubo riscaldato, sia con il montaggio alle estremità del tubo di resistenze separate, controllate indipendentemente dalla sezione centrale. Al fine di rendere minime le fluttuazioni di temperatura nel forno, è necessario impiegare un regolatore di tensione. Tra le manovre di regolazione, mantenere l'apporto energetico per ogni prova a 1% dell'apporto energetico di regolazione. Tra le prove, la temperatura misurata dalla termocoppia del forno permetterà di verificare, prima di procedere alla prova seguente, che la temperatura

della parete del forno è ritornata alla temperatura di equilibrio. Durante la prova non impiegare apparecchi di controllo termostatico automatico del forno.

MODALITÀ OPERATIVE

Apparecchiature

Prima di iniziare la prova, è necessario assicurarsi che l'insieme dell'apparecchiatura sia in buon ordine di efficienza, per esempio: stato del diffusore, funzionamento del dispositivo di introduzione e -installazione del porta-provetta nel forno. L'apparecchiatura deve essere al riparo da correnti d'aria o da chiarore intenso da sole o da luce artificiale. Il forno deve essere riscaldato e la sua temperatura stabilizzata alla temperatura media stabilita dalla prova di regolazione, in maniera che essa non vari più di $\pm 10^{\circ}\text{C}$ durante un minimo di 10 minuti prima dell'introduzione di una provetta.

Introduzione delle provette

La provetta deve essere posta nel porta-provetta descritto in 4.5 e introdotta nel forno in un tempo inferiore a 5 sec

Durata del riscaldamento

Il riscaldamento inizia al momento dell'introduzione della provetta nel forno e deve proseguire per 20 min.

Osservazioni da registrare

Le temperature rilevate per le tre termocoppie durante il periodo di riscaldamento debbono essere registrate; la apparizione eventuale e la durata massima di fiamme continuative devono essere annotate. Si assimilerà a fiamme continuative la presenza continua di fiamme del forno per 5 sec. o più. Il peso di ciascuna provetta sarà determinato dopo la prova.

Dopo raffreddamento a temperatura ambiente, pesare ciascuna provetta e prendere nota della sua massa. Quando parti carboniose, ceneri e altri residui si separano dalla provetta e cadono lungo il tubo durante o dopo la prova essi debbono essere recuperati e contati come facenti parte della massa non bruciata della provetta. Tuttavia, se un tale recupero non è possibile, si procederà ad una nuova prova prendendo le precauzioni necessarie per evitare queste perdite.

Si annoterà la natura di tutti i prodotti di decomposizione non recuperabili.

Annotare tutte le altre osservazioni relative al comportamento della provetta.

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

I seguenti risultati debbono essere annotati per ciascuno dei diversi aspetti della prova:

- Media delle cinque letture massimali della termocoppia del forno.
- Media delle cinque letture massimali della termocoppia di superficie.
- Somma delle durate delle fiamme continuative registrate conformemente a 7.4.1, per ciascuna delle prove nel corso delle quali sono state osservate fiamme sostenute, divisa per cinque per fornire una media della durata delle fiamme sostenute registrate.
- Media delle cinque letture massimali della termocoppia centrale.
- Media della perdita di massa delle cinque provette nel corso della prova.

RAPPORTO DI PROVA

Il rapporto di prova deve contenere le seguenti informazioni:

- a. nome del fabbricante o del fornitore del materiale;
- b. nome o identificazione del prodotto;
- c. descrizione del materiale;
- d. data di fornitura dei materiali e data delle prove;
- e. descrizione delle provette;
- f. metodo di prova;
- g. risultato delle prove richieste da -Cap. 8;
- h. nome del laboratorio di prova. ¹

In seguito vengono riportati gli schemi relativi alle apparecchiature di prova:

¹ Metodo ISO/DIS 1182.2, Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 234, 25/08/1984.

Dimensioni in millimetri

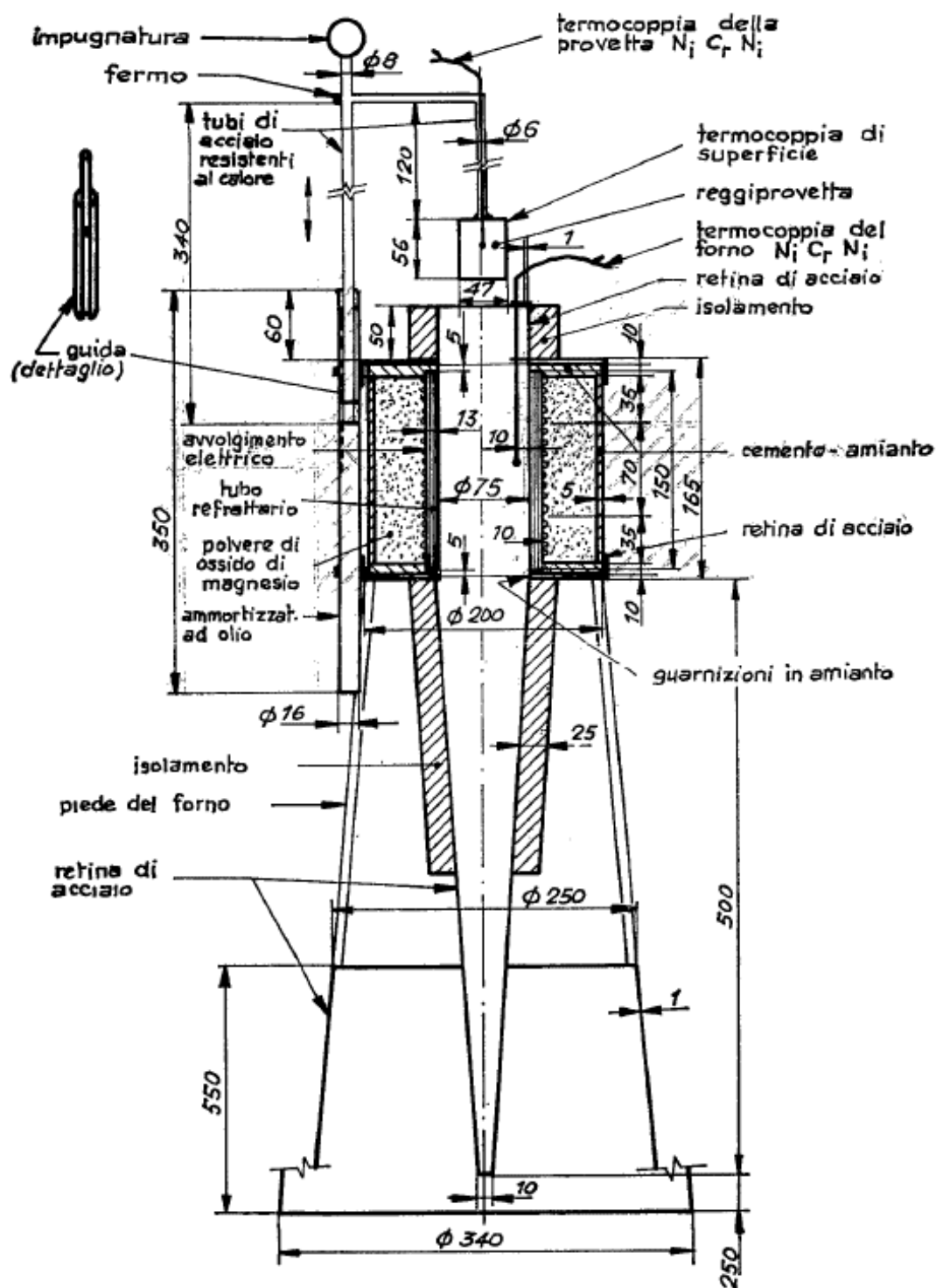


Figura 11: Apparecchio per prova di non combustibilità, disposizione generale. Ingrandimento

Dimensioni in millimetri

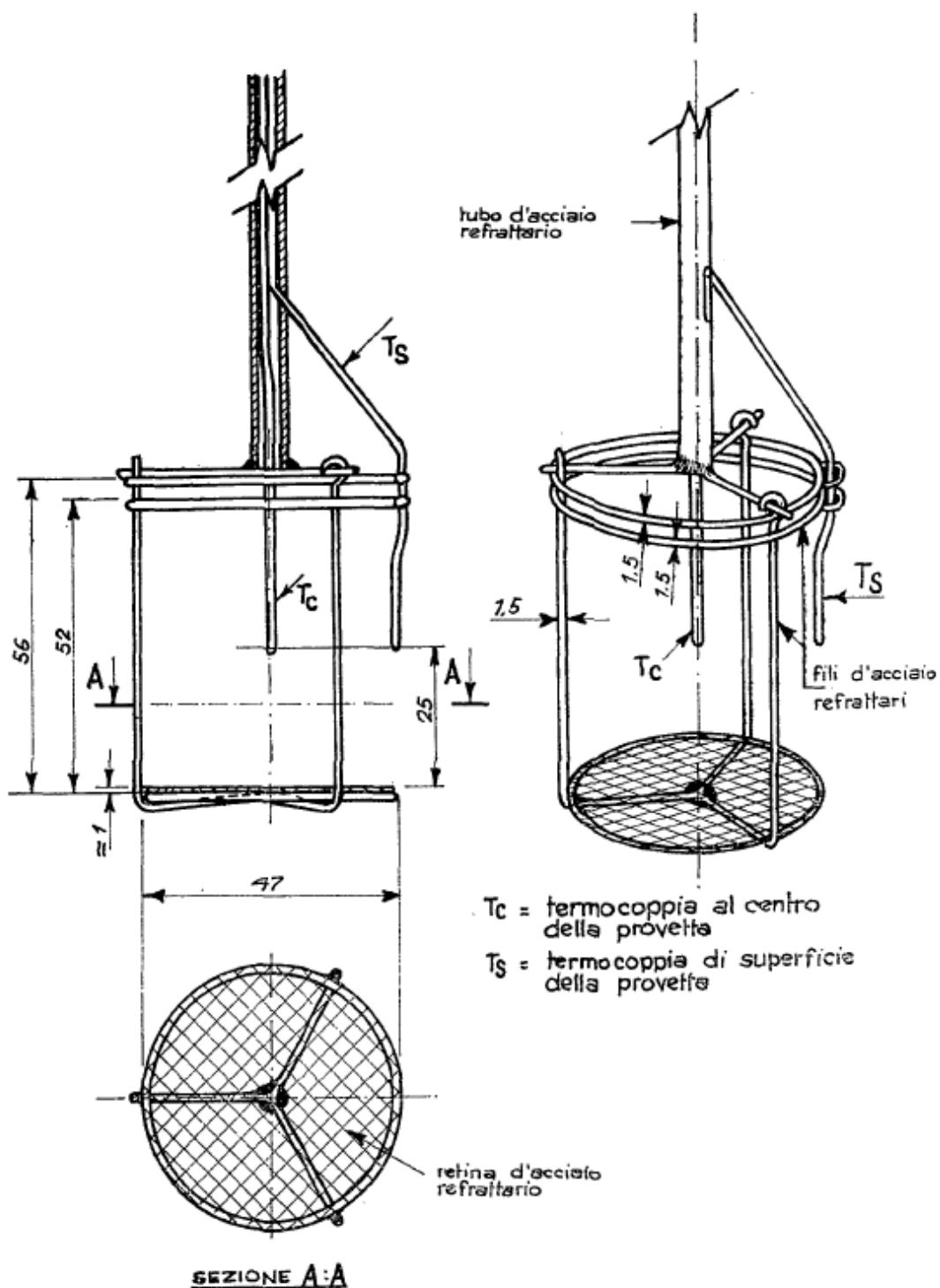


Fig. 3 — Esempio di un portaprovetta

Figura 13: Esempio di un porta provetta ¹

¹ Fig. 3, Metodo ISO/DIS 1182.2, Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 234, 25/08/1984.

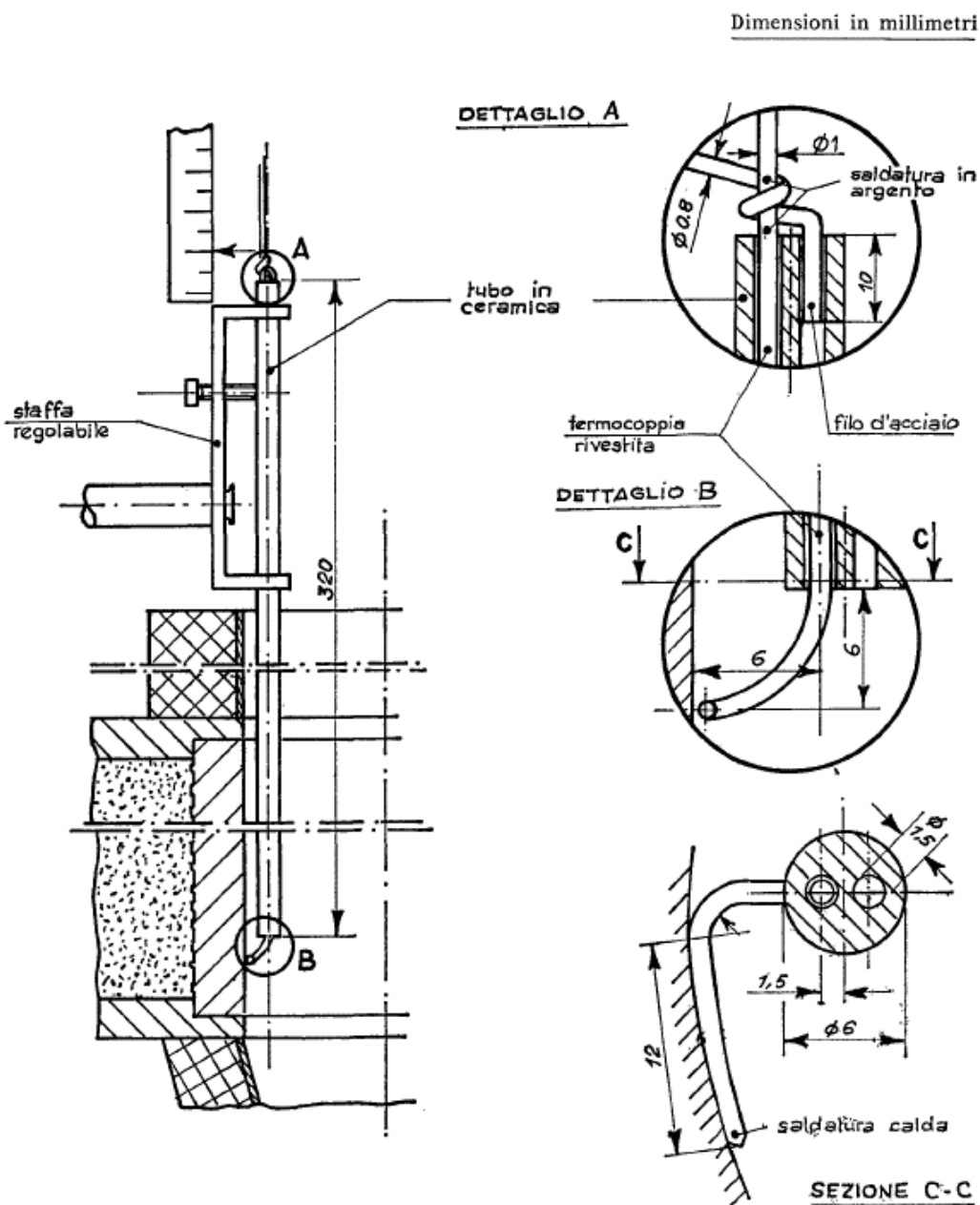


Figura 14: Dispositivo di stima per termocoppia rivestita ¹

Nota: durante l'utilizzazione di questa termocoppia prendersi cura di mantenere un contatto uniforme per una lunghezza di 12 mm fra guaina e la parete del forno. Questo risultato si raggiunge quando l'irraggiamento visibile su 12 mm è sensibilmente uniforme e prossimo a quello della parete del forno.

¹ Fig. 4, Metodo ISO/DIS 1182.2, Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 234, 25/08/1984.

UNI EN ISO 1182:2020

APPARECCHIATURA

4.1 Generalità

L'apparecchiatura di prova deve essere in grado di creare le condizioni indicate nel punto 7.1. Nell'appendice B è riportato un tipico modello di forno; si possono utilizzare altri modelli di forno.

Nota 1 *Tutte le dimensioni indicate nella descrizione dell'apparecchiatura di prova rappresentano valori nominali, salvo che non siano specificate delle tolleranze.*

L'apparecchiatura deve consistere in un forno composto essenzialmente da un tubo refrattario circondato da una bobina riscaldante e racchiuso all'interno di un involucro isolato. Alla base del forno deve essere fissato uno stabilizzatore del flusso dell'aria di forma conica, mentre alla sommità dello stesso deve essere applicato uno schermo paravento.

Il forno deve essere montato su un piano di appoggio e deve essere provvisto di un portaprovine di un dispositivo per l'inserimento del portaprovini all'interno del tubo del forno. Per la rilevazione delle temperature all'interno del forno e della temperatura delle pareti del forno devono essere montate le termocoppie come specificato nel punto 4.4. Per la rilevazione della temperatura del forno lungo il rispettivo asse centrale deve essere montato il sensore termico come specificato nel punto 4.5.

Nota 2 *Nell'appendice C sono riportati i dettagli delle termocoppie supplementari da utilizzare per rilevare la temperatura superficiale del provino e la temperatura nella zona centrale del provino.*

4.2 Forno, schermo paravento e piano di appoggio

Tubo del forno, realizzato con materiale refrattario di allumina, come specificato nel prospetto 1, con massa volumica pari a $(2\,800 \pm 300)$ kg/m³. Il tubo deve essere alto (150 ± 1) mm, avere diametro interno di (75 ± 1) mm e pareti di spessore (10 ± 1) mm.

Materiale	Composizione % (kg/massa in kg)
Allumina (Al ₂ O ₃)	>89
Silice e allumina (SiO ₂ , Al ₂ O ₃)	<98
Ossido di ferro (Fe ₂ O ₃)	<0,45
Biossido di titanio (TiO ₂)	<0,25
Ossido di manganese (Mn ₃ O ₄)	<0,1
Altri ossidi in tracce (ossidi di sodio, potassio, calcio e magnesio)	Il rimanente

Tabella 15: *Composizione del materiale refrattario del tubo del forno*¹

Il tubo del forno deve essere montato al centro di un involucro realizzato con materiale isolante, alto 150 mm e con pareti di spessore pari a 10 mm, e deve essere dotato di piastre superiori e inferiori incassate internamente per alloggiare le estremità del tubo del forno. Lo spazio anulare tra i tubi deve essere colmato con un idoneo materiale isolante.

Nota 1 *Un esempio di un tipico modello di tubo per forno è riportato nel punto B.2.*

¹ Prospetto 1, UNI EN ISO 1182:2020

Alla parte inferiore del forno deve essere fissato uno stabilizzatore del flusso dell'aria di forma conica e aperto alle estremità. Lo stabilizzatore deve avere una lunghezza di 500 mm e il rispettivo diametro interno deve ridursi in modo uniforme da 75 ± 1 mm nella parte superiore a $10 \pm 0,5$ mm nella parte inferiore. Lo stabilizzatore deve essere fabbricato in lamiera d'acciaio di spessore 1 mm, con finitura liscia al proprio interno. L'elemento di giunzione tra lo stabilizzatore e il forno deve essere un adattamento stretto, a tenuta d'aria, con finitura interna liscia. La metà superiore dello stabilizzatore deve essere isolata esternamente con un idoneo materiale isolante.

Nota 2 *Un esempio di materiale isolante idoneo è riportato nel punto B.3.*

4.2.2 **Schermo paravento**, realizzato con lo stesso materiale del cono stabilizzatore e disposto sulla sommità del forno. Esso deve essere alto 50 mm e avere diametro interno di (75 ± 1) mm. Lo schermo paravento e il rispettivo elemento di giunzione alla sommità del forno devono avere una finitura interna liscia, mentre l'esterno deve essere isolato con un idoneo materiale isolante.

Nota *Un esempio di materiale isolante idoneo è riportato nel punto B.4.*

Plano di appoggio, solido e orizzontale, su cui si monta il gruppo costituito da forno, cono stabilizzatore e schermo paravento. Al piano di appoggio devono essere fissati una base e uno schermo paravento al fine di ridurre le correnti d'aria che circolano alla base del cono stabilizzatore. Lo schermo paravento deve essere alto 550 mm e la parte inferiore del cono stabilizzatore deve essere a una altezza di 250 mm dalla piastra di base.

4.3 **Portaprovini e dispositivo di inserimento**

4.3.1 **Portaprovini**, come indicato nella figura 1 e realizzato in nichel/cromo oppure in ferro d'acciaio resistente al calore. Nella parte inferiore del portaprovini deve essere inserita una rete metallica fine realizzata in acciaio resistente al calore. La massa del portaprovini deve essere pari a (15 ± 2) g.

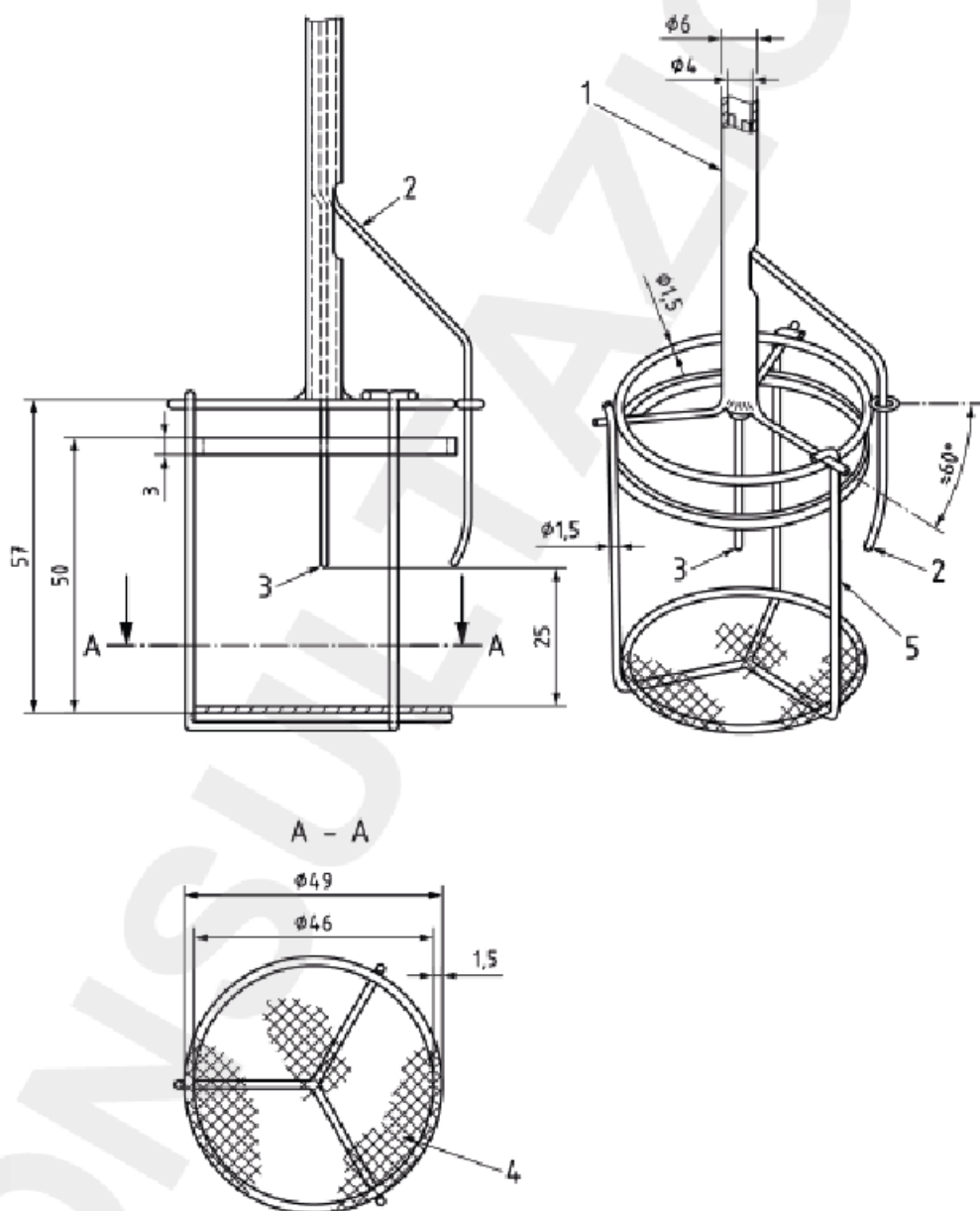
Col passare del tempo i portaprovini possono essere soggetti alla perdita di peso. La massa del portaprovini deve essere verificata regolarmente.

figura. 1 Portaprovino

Legenda

- 1 Tubo in acciaio inossidabile
- 2 Termocoppia da posizionare sulla superficie del provino
- 3 Termocoppia da posizionare al centro del provino
- 4 Apertura maglia 0,9 mm diametro del filo 0,4 mm
- 5 Barra portaprovino verticale

Dimensioni in millimetri

Figura 15: Portaprovino ¹

Il portaprovino deve poter essere sospeso all'estremità inferiore di un tubo in acciaio inossidabile, avente diametro esterno pari a 6 mm e foro pari a 4 mm.

4.3.2 **Dispositivo di inserimento**, in grado di abbassare il portaprovino in modo preciso lungo l'asse del tubo del forno in modo fluido e accorto, affinché il centro geometrico del provino sia

¹ Figura 1, UNI EN ISO 1182:2020

rigorosamente posizionato sul centro geometrico del forno durante la prova. Il dispositivo di inserimento deve essere composto da un'asta metallica scorrevole in grado di muoversi liberamente lungo una guida verticale montata sul lato del forno.

Il portaprovino per materiali di riempimento sfusi deve essere cilindrico e avere le stesse dimensioni esterne del provino (vedere punto 5.1), e inoltre deve essere realizzato in rete metallica fine di acciaio resistente al calore simile alla rete metallica impiegata nella parte inferiore del normale portaprovino indicato nel punto 4.3.1. Il portaprovino deve essere provvisto di un'estremità aperta nella parte superiore. La massa del portaprovino non deve essere maggiore di 30 g.

4.4 Termocoppie, con diametro del filo di 0,3 mm e diametro esterno di 1,5 mm. Il giunto caldo deve essere isolato e non collegato a terra. Le termocoppie devono essere di tipo K o di tipo N. Devono avere classe di tolleranza 1, in conformità alla IEC 60584-1. Il materiale della guaina deve essere acciaio inossidabile o una lega a base di nichel. Tutte le nuove termocoppie devono essere invecchiate artificialmente prima dell'uso per ridurne la riflettività.

Nota Un metodo adeguato per indurre l'invecchiamento consiste nell'esecuzione di una prova per 1 h senza inserire alcun provino.

Le due termocoppie del forno, TC1 e TC2, devono essere posizionate in modo tale che ciascun giunto caldo si trovi a una distanza di $(10 \pm 0,5)$ mm dalla parete del tubo e all'altezza corrispondente al centro geometrico del tubo del forno (vedere figura 2). Nell'immagine superiore di figura 2 le due termocoppie del forno (8 e 9 in legenda) sono inserite in questo piano per indicare le grandezze, vale a dire le distanze dalla parete del forno e dalla superficie del provino, anche se in realtà non si trovano su questo piano. La posizione delle termocoppie del forno, l'una rispetto all'altra e rispetto alla termocoppia superficiale, è visibile nel disegno inferiore di figura 2. La termocoppia deve essere mantenuta nella posizione corretta con l'aiuto di una guida fissata allo schermo paravento.

La posizione delle termocoppie deve essere regolata utilizzando la guida di posizionamento illustrata in figura 3. La lunghezza della termocoppia del forno all'esterno della guida deve essere (40 ± 5) mm.

Le termocoppie del forno devono essere tarate a un valore iniziale di 750 °C. Qualsiasi termine di correzione ricevuto in fase di taratura deve essere aggiunto all'uscita.

Le termocoppie del forno devono essere sostituite dopo 200 cicli di prova.

I dettagli riferiti a eventuali termocoppie supplementari necessarie e il rispettivo posizionamento sono riportati in appendice C. L'uso di queste due termocoppie è facoltativo.

4.5 Sensore termico, composto da una termocoppia del tipo specificato nel punto 4.4, saldata a un cilindro di rame di diametro $(10 \pm 0,2)$ mm e altezza $(15 \pm 0,2)$ mm. Il giunto caldo deve trovarsi in corrispondenza del centro geometrico del cilindro di rame.

4.6 Termocoppia a contatto, costituita da una termocoppia del tipo specificato nel punto 4.4. La termocoppia deve essere curva, secondo la figura 4

figura 2

Posizione relativa di forno, provino e termocoppie**Legenda**

- 1 Termocoppie inguainate
- 2 Termocoppia da posizionare al centro del provino
- 3 Termocoppia da posizionare sulla superficie del provino
- 4 Foro con diametro pari a 2 mm
- 5 Parete del forno
- 6 Mezza altezza della zona a temperatura costante
- 7 Contatto tra termocoppia e materiale
- 8 Termocoppia del forno 1
- 9 Termocoppia del forno 2

Dimensioni in millimetri

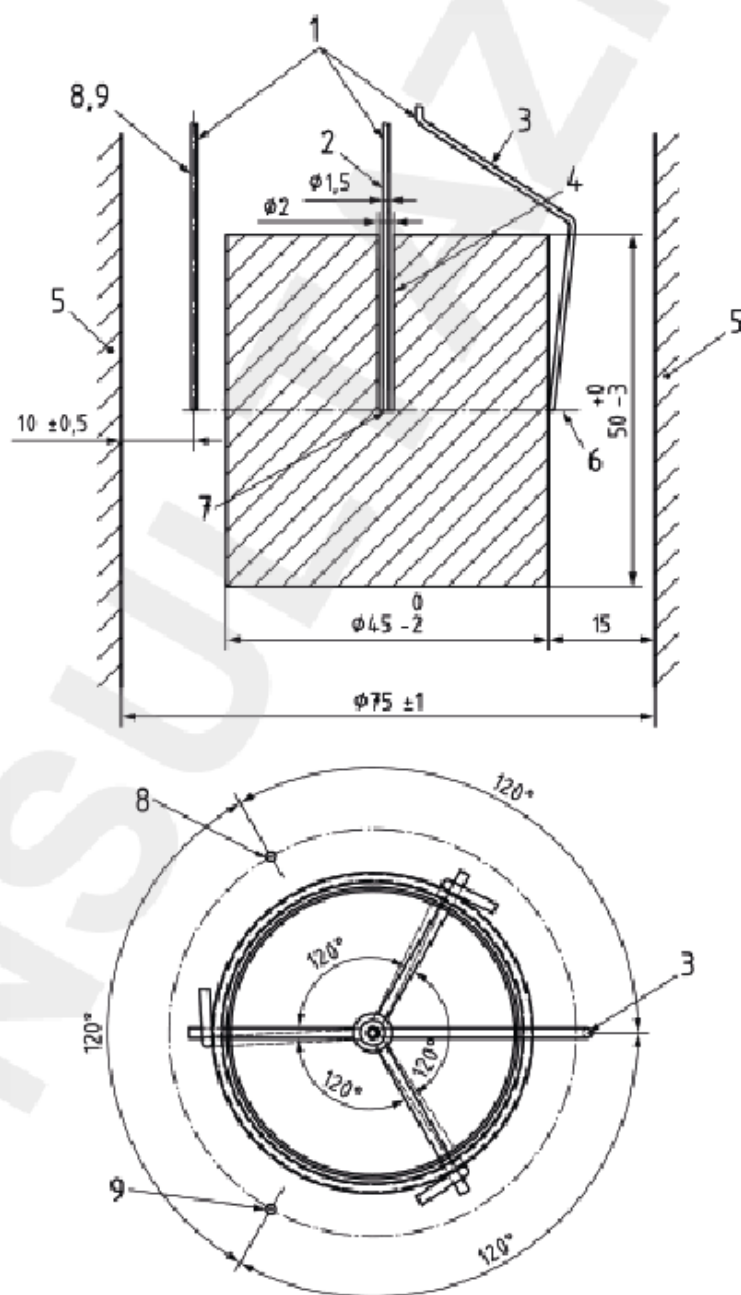
Figura 16: Posizione relativa di forno, provino e termocoppie ¹

Figura 3 Tipico esempio di guida di posizionamento

Legenda

1 Impugnatura in legno

2 Saldatura

Dimensioni in millimetri

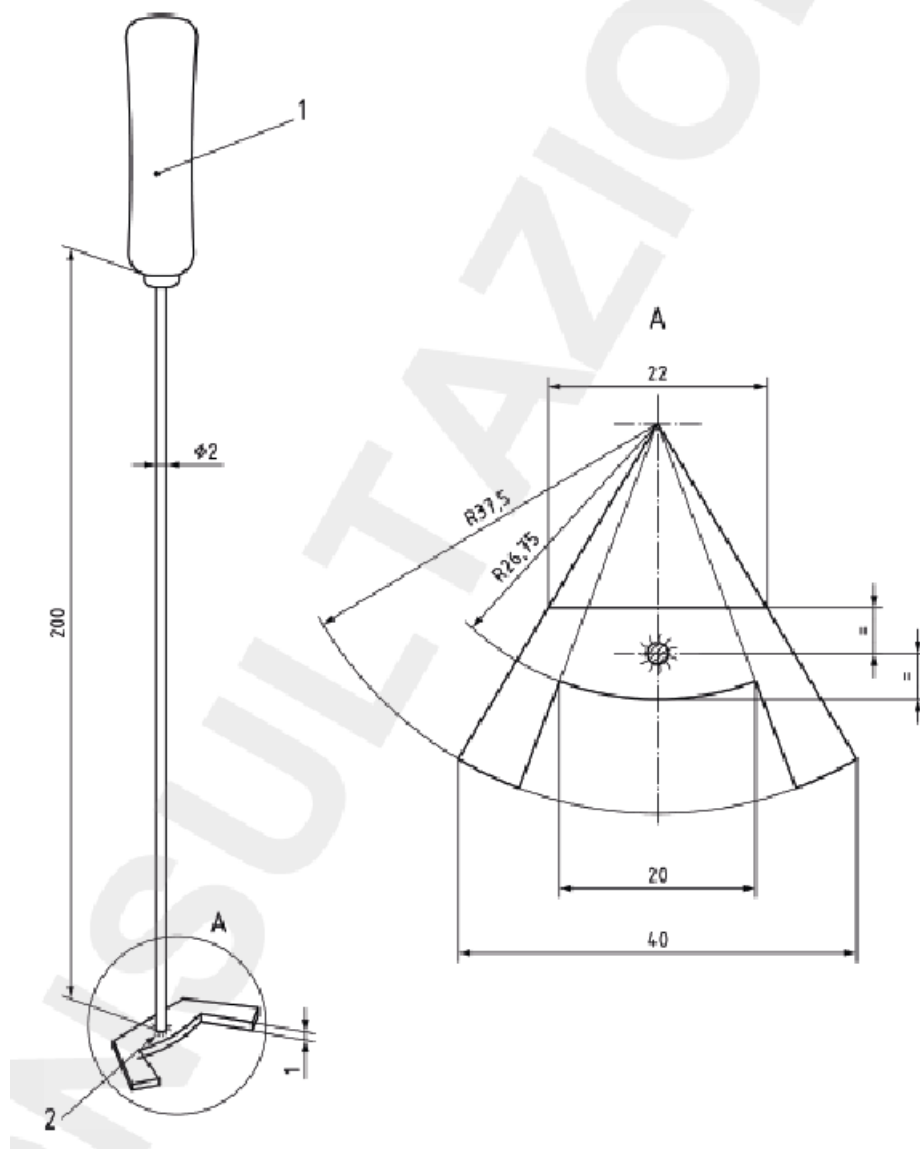


Figura 17: Tipico esempio di guida di posizionamento ²

¹ Figura 2, UNI EN ISO 1182:2020

² Figura 3, UNI EN ISO 1182:2020

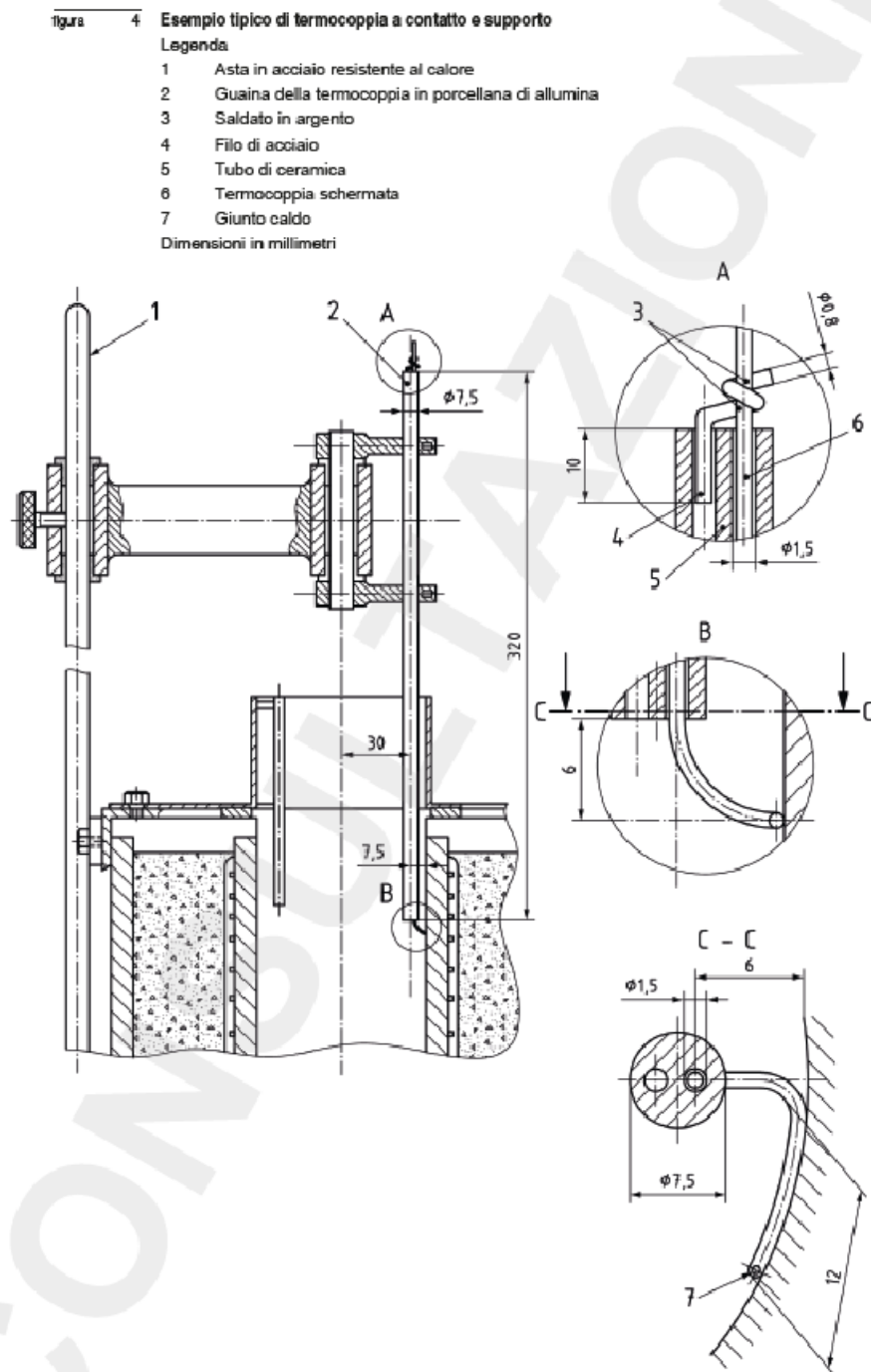


Figura 18: Esempio tipico di termocoppia a contatto e supporto ¹

4.7 **Specchio**, fornito sopra l'apparecchiatura in posizione tale da non influenzare la prova, serve per agevolare l'osservazione della fiamma persistente e per la sicurezza dell'operatore.

Nota Si ritiene adeguato l'impiego di uno specchio quadrato di 300 mm con una inclinazione di 30° rispetto al piano orizzontale, collocato 1m sopra il forno.

¹ Figura 4, UNI EN ISO 1182:2020

Bilancia, dotata di un grado di accuratezza di 0,01 g.

Stabilizzatore di tensione, automatico monofase, con potenza non minore di 1,5 kVA. Deve essere in grado di mantenere l'accuratezza della tensione in uscita entro $\pm 1\%$ del valore nominale da zero a pieno carico.

Trasformatore variabile, capace di gestire almeno 1,5 kVA e di regolare la tensione in uscita da zero a un valore massimo uguale a quello della tensione in ingresso.

Dispositivo per Il monitoraggio dell'alimentazione elettrica, composto da un amperometro e un voltmetro o un wattmetro, consente una rapida regolazione del forno a una temperatura simile a quella di esercizio. Ciascuno di questi strumenti deve essere in grado di misurare i livelli di potenza elettrica indicati nel punto 7.2.3.

Regolatore di potenza, da usare come alternativa allo stabilizzatore di tensione, al trasformatore variabile e al dispositivo per il monitoraggio dell'alimentazione elettrica indicati nei punti 4.9, 4.10 e 4.11. Il regolatore deve essere del tipo con accensione ad angolo di fase e deve essere collegato a una unità di tiristore in grado di fornire 1,5 kVA. La tensione massima non deve essere maggiore di 100 V, mentre il limite di corrente deve essere regolato per dare una "potenza del 100 %" equivalente alla potenza massima della bobina del riscaldatore. La stabilità del regolatore di potenza deve essere circa 1,0% e la ripetibilità del setpoint deve essere $\pm 1,0\%$. L'uscita di potenza deve essere lineare nella gamma di setpoint.

Indicatore e registratore della temperatura, in grado di misurare l'uscita dalla termocoppia al più prossimo 1 °C o l'equivalente in millivolt. Deve essere in grado di produrre una registrazione permanente del valore in questione a intervalli non maggiori di 1 s.

Nota Uno strumento adeguato è un dispositivo digitale o un registratore grafico multiscala con un intervallo di esercizio di deflessione a intera scala pari a 10mV, con uno "zero" di circa 700 °C.

Cronometro, in grado di registrare il tempo trascorso al secondo più prossimo e accuratezza nell'intervallo tra 1 s e 1 h.

Essiccatore, per conservare i provini condizionati (vedere punto 6).

PROVINO

Generalità

Il provino deve essere prelevato da un campione sufficientemente grande da essere rappresentativo del prodotto.

I provini devono essere cilindrici e ciascuno deve avere un diametro di $(45^{0.2})$ mm e un'altezza di $(50^{0.3})$ mm.

Preparazione

Se lo spessore del materiale è diverso da $(50^{0,3})$ mm i provini con altezza pari a $(50^{0,3})$ mm devono essere realizzati utilizzando un numero sufficiente di strati di materiale oppure regolando lo spessore del materiale.

Gli strati devono essere disposti in posizione orizzontale sul portaprovino e devono essere tenuti insieme in modo saldo, senza essere sottoposti a particolare compressione, per mezzo di due fili d'acciaio sottili, del diametro massimo di 0,5 mm, al fine di evitare vuoti d'aria tra gli strati. I provini di materiali di riempimento sfusi devono essere rappresentativi nell'aspetto, nella massa volumica, ecc. a quelli effettivamente impiegati.

In caso di provino composto da più strati, la massa volumica complessiva dovrebbe essere il più prossima possibile a quella del prodotto fornito dal fabbricante.

Se esiste la possibilità che il componente oggetto della prova si sfilacci, le fibre sciolte devono essere rimosse prima della prova. Tuttavia, le dimensioni finali del provino devono essere in conformità al presente documento.

Nei casi in cui si utilizzino adesivi o altri prodotti applicati in forma liquida con spessori tali da poter essere classificati come componenti sostanziali si deve seguire il procedimento di seguito. Un singolo provino iniziale solido deve essere realizzato mediante colatura in un tubo di plastica del diametro corretto o adeguato. Il provino iniziale deve essere sottoposto a prova.

Nota L'ottenimento del diametro previsto del provino può richiedere alcune correzioni in caso di ritiro (procedere secondo l'approccio per prove ed errori).

Se il provino iniziale si comporta normalmente durante la prova, i restanti provini devono essere realizzati con questo stesso metodo e sottoposti a prova.

Se il provino iniziale si comporta in modo anomalo (per esempio si scaglia o presenta rilasci esplosivi dovuti a sacche d'aria), si deve applicare il metodo di preparazione del provino come descritto nel punto 5.2.3.4.

Nota Se il provino manifesta un comportamento combustibile o intumescente tale da causare il possibile danneggiamento dell'attrezzatura di prova, la prova dovrebbe essere interrotta.

È possibile svolgere una prova preliminare per verificare l'assenza di questo comportamento. Una prova preliminare adeguata consiste nel riscaldare un provino all'interno di un forno a muffola.

Se non è possibile applicare il metodo che prevede la colatura di provini solidi, tutti e cinque i provini devono essere ricavati mediante il taglio di dischi a partire da fogli di adesivo a base liquida (o altro prodotto applicato in forma liquida) colati in base allo spessore massimo previsto durante l'uso.

Quando si preparano provini di questo tipo provvisti di un foro sull'asse centrale per misurare la temperatura all'interno del provino stesso (vedere appendice C), può svilupparsi gas infiammabile all'interno del foro con conseguente formazione di fiamme.

Quando si sottopongono a prova adesivi a base liquida o altri prodotti applicati in forma liquida, le prove in conformità al presente documento dovrebbero essere condotte senza alcuna ulteriore misura facoltativa della temperatura.

Numero

Cinque provini devono essere sottoposti a prova, seguendo il procedimento indicato nel punto 7.4.

Nota È possibile sottoporre a prova ulteriori provini, secondo quanto previsto per qualsiasi sistema di classificazione.

CONDIZIONAMENTO

I provini devono essere condizionati come specificato nella EN 13238. Successivamente, devono essere asciugati all'interno di un forno ventilato mantenuto a $(60 \pm 5) ^\circ\text{C}$, per un periodo compreso tra 20 h e 24 h, e raffreddati a temperatura ambiente in un essiccatore prima della prova. La massa di ogni provino deve essere determinata con accuratezza di 0,01 g prima della prova.

PROCEDIMENTO DI PROVA

7.1 Ambiente di prova

L'apparecchiatura non deve essere esposta a correnti d'aria, a nessuna sorta di forte luce solare o di illuminazione artificiale diretta che possa avere ripercussioni avverse sull'osservazione della fiamma all'interno del forno. Le aree circostanti dovrebbero essere predisposte in modo tale da non interferire con l'osservazione.

La temperatura ambiente non deve subire variazioni maggiori di $5 ^\circ\text{C}$ durante una prova.

7.2 Procedimento di predisposizione

Portaprovino

Togliere il portaprovino (vedere punto 4.3) e il rispettivo supporto dal forno

Termocoppia

Collocare le due termocoppie del forno come specificato nel punto 4.4 ed eventualmente posizionare le termocoppie supplementari come specificato nel punto 4.4 e nell'appendice C. Collegare tutte le termocoppie all'indicatore di temperatura (vedere punto 4.13) utilizzando cavi di compensazione.

Alimentazione di energia elettrica

Collegare l'elemento riscaldante del forno allo stabilizzatore di tensione (vedere punto 4.9), al trasformatore variabile (vedere punto 4.10) e al dispositivo di monitoraggio dell'alimentazione elettrica (vedere punto 4.11) o al regolatore di potenza (vedere punto 4.12), come illustrato in figura 5. Il controllo termostatico automatico del forno non deve essere usato durante le prove. L'elemento riscaldante assorbe normalmente una corrente che varia tra 9 A e 10 A a circa 100 V in condizioni di regime. Per non sovraccaricare l'avvolgimento, si raccomanda che la corrente massima non sia maggiore di 11 A.

Se il tubo del forno è nuovo, si consiglia di sottoporlo a un riscaldamento lento all'inizio. È stata individuata una procedura adeguata per aumentare la temperatura del forno secondo incrementi di circa $200 ^\circ\text{C}$, consentendo 2 h di riscaldamento per ciascun incremento di temperatura.

figura 5 Disposizione dell'apparecchiatura e delle attrezzature supplementari

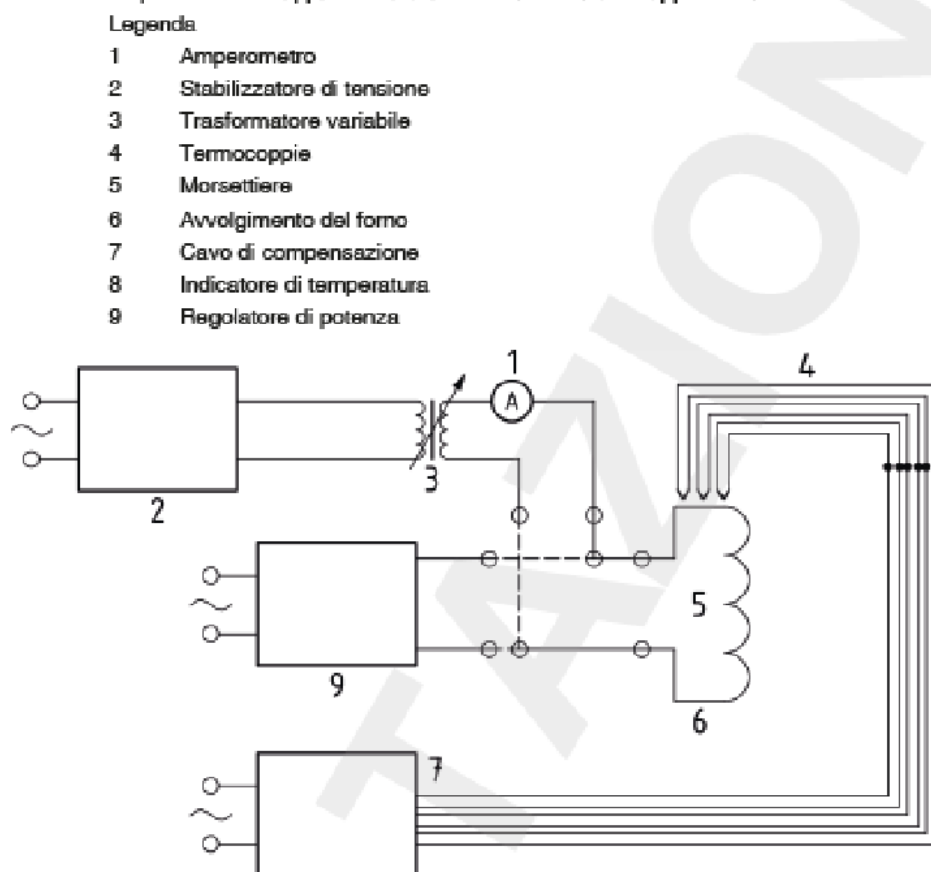


Figura 19: Disposizione dell'apparecchiatura e delle attrezzature supplementari ¹

Stabilizzazione del forno

Regolare l'alimentazione del forno in modo che entrambe le temperature del forno (T_1 e T_2) {vedere punto 4.4} si stabilizzano per almeno 10 min a $(750 \pm 5) ^\circ\text{C}$. La deriva individuale (regressione lineare) di T_1 e T_2 non deve essere maggiore di $2 ^\circ\text{C}$ durante i 10 min, mentre scostamento massimo di T_1 dalla temperatura media di T_1 e lo scostamento massimo di T_2 dalla temperatura media di T_2 non devono essere maggiori di 10°C in 10 min (vedere appendice D). Rilevare le temperature in continuo.

Procedimento di taratura

Temperatura della parete del forno

Non appena le temperature del tomo si stabilizzano, come indicato nel punto 7.2.4, misurare la temperatura sulla parete del forno servendosi di una termocoppia a contatto del tipo indicato nel punto 4.6 e dell'indicatore di temperatura indicato nel punto 4.13. Effettuare le misurazioni sui tre assi verticali della parete del forno, in modo che le distanze tra ciascuno degli assi siano uguali e ogni punto di misurazione sia ruotato di 60° rispetto alla termocoppia del forno più vicina. Registrare le temperature su ciascun asse nella posizione corrispondente al punto di mezza altezza del tubo del forno e in posizioni che siano 30 mm al di sopra e 30 mm al di sotto del punto di mezza altezza.

¹ Figura 5, UNI EN ISO 1182:2020

Utilizzare dispositivo di scansione della termocoppia con la termocoppia e i tubi isolanti descritti nella figura 4. Si dovrebbe prestare particolare attenzione al contatto tra la termocoppia e la parete del tomo che, se scadente, può portare a letture della temperatura basse. In ogni punto di misurazione, la temperatura registrata dalla termocoppia deve essere stabile prima di rilevare la lettura della temperatura.

Si ottengono nove letture di temperatura, $T_{i,j}$ (i = asse da 1 a 3; j = livello da "a" a "c" per +30 mm, 0 mm e -30 mm), come indicato nel prospetto 2.

Asse verticale	Livello		
	a _i a 30 mm	b _i a 0 mm	c _i a -30 mm
1 (a 0°C)	$T_{1,a}$	$T_{1,b}$	$T_{1,c}$
2 (a 120°C)	$T_{2,a}$	$T_{2,b}$	$T_{2,c}$
3 (a 240°C)	$T_{3,a}$	$T_{3,b}$	$T_{3,c}$

Figura 20: Posizione delle letture della temperatura sulla parete del forno ¹

Calcolare e registrare la media aritmetica delle nove letture della temperatura registrate nel punto 7.3.1.1 come temperatura media della parete del forno, T_{avg} [vedere formula (1)].

$$T_{avg} = \frac{T_{1,a} + T_{1,b} + T_{1,c} + T_{2,a} + T_{2,b} + T_{2,c} + T_{3,a} + T_{3,b} + T_{3,c}}{9}$$

Calcolare le medie aritmetiche delle letture della temperatura sui tre assi, registrate nel punto 7.3.1.1, come temperature medie della parete del forno sui tre assi verticali [vedere formule da (2) a (4)]

$$T_{avg,axis1} = \frac{T_{1,a} + T_{1,b} + T_{1,c}}{3}$$

$$T_{avg,axis2} = \frac{T_{2,a} + T_{2,b} + T_{2,c}}{3}$$

$$T_{avg,axis3} = \frac{T_{3,a} + T_{3,b} + T_{3,c}}{3}$$

Calcolare il valore percentuale assoluto degli scostamenti della temperatura sui tre assi dalla temperatura media della parete del forno [vedere formule da (5) a (7)].

$$T_{dev,axis1} = 100 \times \left| \frac{T_{avg} - T_{avg,axis1}}{T_{avg}} \right|$$

$$T_{dev,axis2} = 100 \times \left| \frac{T_{avg} - T_{avg,axis2}}{T_{avg}} \right|$$

$$T_{dev,axis3} = 100 \times \left| \frac{T_{avg} - T_{avg,axis3}}{T_{avg}} \right|$$

¹ Prospetto 2, UNI EN ISO 1182:2020

Calcolare e registrare scostamento medio (media aritmetica) della temperatura media su ciascuno dei tre assi e della temperatura media della parete del forno [vedere formula (8)].

$$T_{avg,dev,axis} = \frac{T_{dev,axis1} + T_{dev,axis2} + T_{dev,axis3}}{3}$$

Calcolare le medie aritmetiche delle letture della temperatura sui tre livelli, registrate nel punto 7.3.1, come temperature medie della parete del forno sui tre livelli [vedere formule da (9) a (11)]

$$T_{avg,levela} = \frac{T_{1,a} + T_{2,a} + T_{3,a}}{3}$$

$$T_{avg,levelb} = \frac{T_{1,b} + T_{2,b} + T_{3,b}}{3}$$

$$T_{avg,levelc} = \frac{T_{1,c} + T_{2,c} + T_{3,c}}{3}$$

Calcolare il valore percentuale assoluto degli scostamenti della temperatura sui tre livelli dalla temperatura media della parete del forno [vedere formule da (12) a (14)].

$$T_{dev,levela} = 100 \times \left| \frac{T_{avg} - T_{avg,levela}}{T_{avg}} \right|$$

$$T_{dev,levelb} = 100 \times \left| \frac{T_{avg} - T_{avg,levelb}}{T_{avg}} \right|$$

$$T_{dev,levelc} = 100 \times \left| \frac{T_{avg} - T_{avg,levelc}}{T_{avg}} \right|$$

Calcolare e registrare scostamento medio (media aritmetica) della temperatura media su ciascuno dei tre livelli e della temperatura media della parete del forno [vedere formula (15)].

$$T_{avg,dev,level} = \frac{T_{dev,levela} + T_{dev,levelb} + T_{dev,levelc}}{3}$$

Lo scostamento medio della temperatura sui tre assi verticali dalla temperatura media della parete del forno $T_{avg,dev,axis}$ [vedere formula (8)], deve essere minore dello 0,5%.

Lo scostamento medio della temperatura sui tre livelli dalla temperatura media della parete del forno $T_{avg,dev,level}$ [vedere formula (15)], deve essere minore del 1,5%.

La temperatura media della parete al livello (+30mm), $T_{avg,levela}$ [vedere formula (9)], deve essere minore della temperatura media della parete al livello (-30mm), $T_{avg,levelc}$ [vedere formula(11)]

Temperatura del forno

Non appena le temperature del forno si stabilizzano, come indicato al punto 7.2.4, e non appena la temperatura della parete del forno equivale a quanto indicato nel punto 7.3.1, misurare la temperatura del forno lungo il suo asse centrale utilizzando il sensore termico di cui al punto 4.5 e l'indicatore di temperatura di cui al punto 4.13. Il procedimento seguente deve essere realizzato servendosi di un dispositivo di posizionamento adeguato a individuare con precisione il sensore termico. Il riferimento per il posizionamento verticale deve essere la superficie superiore del cilindro di rame del sensore termico, quando è montato nel forno.

Registrare la temperatura del forno lungo il suo asse centrale nella posizione corrispondente al punto di mezza altezza del tubo del forno.

Da questa posizione, spostare il sensore termico verso il basso, procedendo con spostamenti di massimo 10 mm per volta, fino a raggiungere il fondo del tubo del forno e registrare la temperatura in ciascuna posizione dopo la rispettiva stabilizzazione.

Spostare il sensore termico dalla posizione più bassa, muovendosi verso l'alto con spostamenti di massimo 10 mm per volta, fino a raggiungere la parte superiore del forno e registrare la temperatura in ciascuna posizione dopo la rispettiva stabilizzazione.

Partendo dalla sommità del forno, spostare il sensore termico verso il basso, con spostamenti di 10 mm per volta, fino a raggiungere il punto intermedio del forno e registrare la temperatura in ciascuna posizione dopo la rispettiva stabilizzazione.

Si dovrebbe lasciare che la temperatura si stabilizzi per 5 min in corrispondenza di ogni punto di misurazione.

Per ogni posizione, si registrano due temperature: una durante lo spostamento verso l'alto, l'altra durante lo spostamento verso il basso. Riportare la media aritmetica delle suddette registrazioni della temperatura insieme alla distanza.

La temperatura media calcolata ad ogni livello utilizzato deve ricadere all'interno dei limiti specificati di seguito (vedere figura 6):

$$T_{min} = 541,653 + (5,901 \times h_{forno}) - (0,067 \times h_{forno}^2) + (3,375 \times 10^{-4} \times h_{forno}^3) - (8,553 \times 10^{-7} \times h_{forno}^4)$$

$$T_{max} = 614,167 + (5,347 \times h_{forno}) - (0,08138 \times h_{forno}^2) + (5,826 \times 10^{-4} \times h_{forno}^3) - (1,772 \times 10^{-6} \times h_{forno}^4)$$

Dove:

h_{forno} è l'altezza del forno in mm

$h_{forno} = 0$ mm corrisponde al fondo del forno

Nota Le formule (16) e (17) sono formule approssimative di adeguamento ai valori di temperatura presenti nel prospetto 3.

I valori della figura 6 sono ripostati nel prospetto 3.

figura 6 Profilo di temperatura del forno lungo il suo asse centrale misurato con il sensore termico

Legenda

- X Temperatura, T (°C)
 Y Altezza del forno, h_{forno} (mm)
 1 Sommità del forno
 2 Limite inferiore, T_{min}
 3 Limite superiore, T_{max}
 4 Fondo del forno

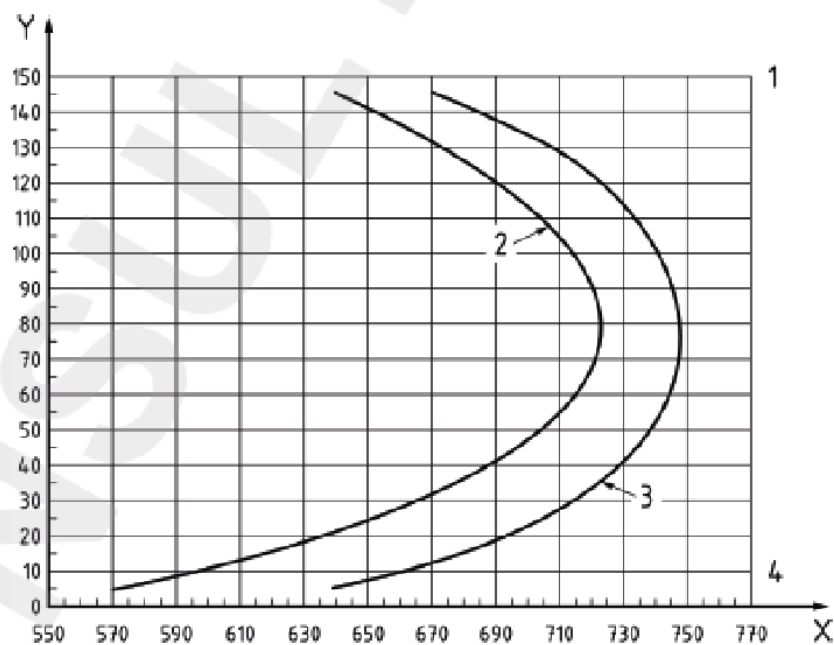


Figura 21: Profilo di temperatura del forno lungo il suo asse centrale misurato con il sensore termico ¹

Altezza del forno h_{forno} mm	T_{min} °C	T_{max} °C
145	639	671
135	664	698
125	683	716
115	698	729
105	709	737
95	717	743
85	722	746
75	723	747
65	720	746
55	712	743
45	699	736
35	679	724
25	652	705
15	616	678
5	570	639

¹ Figura 6, UNI EN ISO 1182:2020

Tabella 16: Valori riferiti al profilo di temperatura del forno ¹

Frequenza del procedimento

I procedimenti indicati nei punti 7.3.1 e 7.3.2 devono essere eseguiti se il forno è nuovo in caso di sostituzione del tubo del forno, dell'avvolgimento, dell'isolamento o dell'alimentazione.

Procedimento di prova di riferimento

Stabilizzare il forno, come descritto nel punto 7.2.4.

Se il registratore utilizzato non permette il calcolo in tempo reale, la stabilizzazione della temperatura deve essere controllata in un momento successivo. Se le condizioni indicate nel punto 7.2.4 non sono soddisfatte, la prova deve essere ripetuta.

Prima di iniziare la prova, assicurarsi che l'attrezzatura nel suo complesso sia in buone condizioni di esercizio, verificare per esempio che lo stabilizzatore sia pulito, il dispositivo per l'inserimento del provino funzioni senza problemi e il portaprovino occupi esattamente la posizione prevista all'interno del forno.

Inserire un provino preparato e condizionato come specificato nel punto 6, all'interno del portaprovino (punto 4.3) sospeso al rispettivo supporto.

Collocare il portaprovino all'interno del forno nella posizione indicata nel punto 4.3.2, impiegando non più di 5 s per questa operazione. Assicurarsi di posizionare il portaprovino all'interno del forno nel modo più accurato possibile, poiché lievi differenze nella posizione del portaprovino potrebbero modificare l'esposizione del provino alla temperatura.

Avviare il cronometro (punto 4.14) subito dopo aver inserito il provino nel forno.

Per tutta la durata della prova registrare la temperatura rilevata dalle termocoppie del forno (punto 4.4) ed, eventualmente (vedere appendice C), la temperatura rilevata dalla termocoppia di superficie e dalla termocoppia centrale (punto 4.4). La temperatura rilevata dalle due termocoppie del forno deve essere rettificata secondo la taratura (vedere punto 4.4).

Eseguire la prova per un periodo di 30 min.

Se, dopo il suddetto periodo (30 min), le termocoppie hanno raggiunto l'equilibrio di temperatura finale, che si ottiene quando la deriva della temperatura (regressione lineare) rilevata dalle termocoppie del forno non è maggiore di 2 °C su un periodo di 10 min, la prova deve essere interrotta. Se, invece, le termocoppie non hanno raggiunto l'equilibrio di temperatura finale entro 30 min, continuare la prova, verificando successivamente l'equilibrio di temperatura finale a intervalli di 5 min. Interrompere la prova non appena l'equilibrio è stabilito dalle termocoppie o dopo 60 min, provvedendo ad annotare la durata della prova. Quindi, rimuovere il provino dal forno. La prova termina allo scadere dell'ultimo intervallo di 5 min oppure dopo 60 min (vedere appendice D).

Se il registratore utilizzato non permette il calcolo in tempo reale, le registrazioni finali devono essere controllate dopo la prova. Se i requisiti di cui sopra non sono soddisfatti, la prova deve essere ripetuta.

Se si utilizzano termocoppie supplementari (al centro e sulla superficie del provino), la prova deve essere interrotta quando si raggiunge l'equilibrio di temperatura finale su tutte le termocoppie utilizzate o dopo 60 min.

¹ Prospetto 3, UNI EN ISO 1182:2020

7.4.8 Se una qualsiasi termocoppia mostra un aumento della temperatura maggiore di 200 K rispetto alla temperatura iniziale [come specificato nel punto 7.5.3 a)], è possibile rimuovere il campione per evitare danni all'attrezzatura.

7.4.9 Dopo averlo raffreddato in un essiccatore fino a raggiungere la temperatura ambiente, pesare il provino. Recuperare l'eventuale carbone, cenere o altri detriti che si siano staccati dal provino cadendo nel tubo, sia durante che dopo la prova, e considerarli come parte integrante del provino non consumato.

7.4.10 Sottoporre tutti e cinque i provini a prova, come indicato nei punti da 7.4.1 a 7.4.9.

Osservazioni durante la prova

Registrare la massa, espressa in grammi, di ciascun provino sottoposto a prova secondo il punto 7.4 prima e dopo la prova, e annotare qualsiasi osservazione relativa al comportamento del provino durante la prova.

Annotare l'eventuale presenza di fiamme persistenti e registrare la durata di tali fiamme in secondi. Annotare la presenza di eventuali zone con gas luminoso di colore blu costante.

Registrare le seguenti temperature, espresse in gradi Celsius, rilevate dal e termocoppie del forno:

- a) le temperature iniziali del forno, $T_{1,i}$ e $T_{2,i}$, che rappresentano le temperature medie negli ultimi 10 min del periodo di stabilizzazione, come definito nel punto 7.2.4;
- b) le temperature massime del forno, $T_{1,max}$ e $T_{2,max}$, che sono valori discreti alla massima temperatura raggiunta in qualsiasi punto durante l'intero periodo di prova;
- c) le temperature finali del forno, $T_{1,f}$ e $T_{2,f}$, che rappresentano la temperatura media nell'ultimo minuto del periodo di prova, come definito nel punto 7.4.7.

Nell'appendice D sono riportati esempi di registrazioni della temperatura.

Se si usano termocoppie supplementari, registrare le temperature, come descritto nell'appendice C.

ESPRESSIONE DEI RISULTATI

Perdita di massa

Calcolare e registrare la perdita di massa, in percentuale, subita da ciascuno dei cinque provini, espressa come valore percentuale della massa iniziale del provino, rilevata come specificato nel punto 7.5.1.

Fiamma

Calcolare e registrare la durata totale della fiamma persistente, in secondi, per ciascuno dei cinque provini, rilevata come specificato nel punto 7.5.2.

Aumento della temperatura

Calcolare e registrare l'aumento di temperatura di ciascuna temperatura del forno,

$$\Delta T_1 = T_{1,max} - T_{1,f}$$

$$\Delta T_2 = T_{2,max} - T_{2,f}$$

in gradi Celsius, per ciascuno dei cinque provini, come specificato nel punto 7.5.3.

Calcolare e registrare l'aumento medio di temperatura

$$\Delta T = \frac{\Delta T_1 + \Delta T_2}{2}$$

in gradi Celsius, per ciascuno dei cinque provini come specificato nel punto 7.5.3.

RAPPORTO DIPROVA

Il rapporto di prova deve contenere come minimo le informazioni seguenti. Deve essere fatta una distinzione chiara tra i dati forniti dal committente e quelli determinati dalla prova:

- a) riferimento al presente documento, ovvero ISO 1182;
- b) eventuali scostamenti rispetto al metodo di prova;
- c) nome e indirizzo del laboratorio di prova;
- d) data e numero di identificazione del rapporto;
- e) nome e indirizzo del committente;
- f) nome e indirizzo del fabbricante/fornitore, se noto;
- g) data di arrivo del campione;
- h) identificazione del prodotto;
- i) descrizione del procedimento di campionamento, se pertinente;
- j) descrizione generale del prodotto sottoposto a prova, ivi compresi la massa volumica, la massa per unità di superficie e lo spessore, oltre alle indicazioni su come realizzare il prodotto;
- k) dettagli di condizionamento;
- l) data della prova;
- m) risultati della taratura, espressi in conformità ai punti 7.3.1 e 7.3.2;
- n) risultati delle prove, espressi in conformità al punto 8 e anche al punto C.5, se sono utilizzate termocoppie supplementari; ΔT_s e ΔT_c devono essere riportati, ma solo a titolo informativo;
- o) osservazioni fatte durante la prova;
- p) seguente dichiarazione: "I risultati di prova indicano il comportamento dei provini di prodotto nelle specifiche condizioni di prova; non sono da intendersi come gli unici criteri per la valutazione del potenziale rischio di contributo all'incendio del prodotto nelle condizioni di utilizzo".¹

Come si è potuto vedere il metodo e l'apparecchiatura sono molto simili quindi l'omologazione dei prodotti potrebbe essere ritenuta valida nonostante l'emanazione del nuovo decreto. Andremo ad analizzare i criteri che suddividono i prodotti in base ai risultati delle prove all'interno delle classi di reazione al fuoco.

¹ UNI EN ISO 1182:2020, International Standard Organization, 2020.

7. Criteri di classificazione dei prodotti per la prova di non combustibilità

Criteri DM 26/06/1984

Inizialmente i criteri di assegnazione della classe 0 erano definiti all'interno dello stesso metodo di prova, quindi ISO/DIS 1182.2 al punto 10, che dice:

I materiali per i quali:

- *la media dell'insieme delle cinque letture massimali della termocoppia del forno non supera 50°C;*
- *la media delle cinque letture massimali della termocoppia di superficie non supera la temperatura iniziale del forno di più di 50°C*
- *la durata media calcolata di fiamme continue non supera i 20 sec.;*
- *la perdita di massa media non supera il 50% della massa media originale;*

*sono definiti non combustibili ed attribuiti alla classe 0.*¹

Criteri DM 03/09/2001

Con l'emanazione del DM 03/09/2001 insieme ai metodi di prova cambiano anche i criteri di attribuzione che assegnano la classe 0 ai materiali sottoposti ad omologazione. Il DM recita all'articolo 4:

L'art. 5 "Classificazione dei materiali" del decreto del Ministro dell'interno 26 giugno 1984 è sostituito dal seguente: I criteri per la determinazione della classe di reazione al fuoco dei materiali combustibili sulla base dei risultati ottenuti dalle prove effettuate sono riportati nelle norme UNI 9177 (ottobre 1987), TINI 9175 (ottobre 1987) e TINI 9175/FA1 (luglio 1994).

I criteri per l'attribuzione della classe 0 di reazione al fuoco sulla base dei risultati ottenuti dalle prove effettuate secondo la norma UNI ISO 1182 (dicembre 1995) sono i seguenti: l'incremento medio di temperatura della termocoppia del forno come calcolato al punto 8.1.2 della norma UNI ISO 1182 (dicembre 1995) non deve superare i 50°C; la durata media di fiamma persistente come calcolata al punto 8.2.2 della norma UNI ISO 1182 (dicembre 1995) non deve superare i 20 secondi; la perdita di massa media non deve superare il 50% della massa originale media dopo il raffreddamento.

I criteri di classificazione rimangono pressoché gli stessi, non viene più valutata la temperatura della termocoppia di superficie.²

¹ Decreto del Ministero dell'Interno, Gazzetta Ufficiale, 26/06/1984.

² Pagina 2, Decreto del Ministero dell'Interno, Gazzetta Ufficiale, 03/09/2001.

Criteri DM 26/10/2022 (EN 13501-1-Prospetti in appendice)

All'interno del DM 26/10/2022 per quanto riguarda i criteri di assegnazione della classe si fa riferimento al Regolamento Delegato UE 2016/364 al cui interno sono contenute alcune tabelle che indicano i criteri di assegnazione suddivisi per tipo di elemento o prodotto, per ogni classe e per metodo di prova. Le tabelle vengono riportate all'interno della EN 13501-1, indicata nel DM come la norma di riferimento per i metodi di prova di molti degli elementi elencati, facendo poi a sua volta riferimento alla EN ISO 1182 per classi A1 e A2, che sostituiscono la classe 0 italiana. Infine vengono anche modificate le tabelle relative ai gruppi di materiali contenute nel capitolo S1 del Codice di Prevenzione Incendi, andando ad eliminare qualsiasi riferimento alle classi italiane precedentemente accomunate alle classi europee nei Gruppi di Materiali. ¹

Consultando il prospetto 1 della EN 13501-1, corrispondente alla tabella 1 del Regolamento Delegato 2016/364, si trova che per i prodotti da costruzione, esclusi pavimenti e prodotti di forma lineare, i criteri di classificazione per la classe A1 del metodo di prova descritto nella EN ISO 1182 sono: ²

$$\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}; \text{ e}$$

$$\Delta m \leq 50 \text{ } \%; \text{ e}$$

$$t_f = 0$$

dove

ΔT = aumento della temperatura

Δm = perdita di massa

t_f = durata dell'incendio

Vengono quindi ridotte la differenza di temperatura ammissibile e la durata delle fiamme che passa da 20 a 0 secondi.

L'approfondimento sulla normativa ISO 1182 ha evidenziato come metodo di prova ed apparecchiature non cambiano in modo sostanziale, principalmente vengono ritoccati aspetti tecnici come gestione dei campioni e posizione delle termocoppie all'interno del forno. Allo stesso modo i criteri di classificazione vengono mantenuti e solamente ritoccati, aspetti che fortunatamente non vanno a complicare il problema dell'abrogazione delle classi italiane di reazione al fuoco.

¹ Decreto del Ministero dell'Interno, Gazzetta Ufficiale, 26/10/2022.

² Prospetti in appendice, EN 13501-1

Conclusioni

In conclusione la reazione al fuoco, nonostante si tratti di una misura di protezione passiva, ha un'influenza notevole sull'incendio, rendendola di fatto una misura importante di prevenzione. Rallentando il propagarsi delle fiamme aiuta gli occupanti durante l'esodo e aiuta i soccorritori durante le operazioni di salvataggio. È necessario omologare i prodotti per poter raggiungere i livelli di protezione desiderati e indicati all'interno del CPI. Un prodotto omologato presenta il marchio CE quindi è facilmente riconoscibile e si evita di utilizzare prodotti che presentano livelli qualitativi inferiori. Queste conclusioni sono il risultato di un percorso evolutivo che si è sviluppato in un notevole arco di tempo a partire dal 1984 per arrivare ai nostri giorni. Il fatto però che i metodi di prova e le definizioni non abbiano subito particolari modifiche lungo questo arco temporale indica la qualità e l'impegno dimostrato fin dall'inizio dello sviluppo di queste tematiche. Un percorso evolutivo comune a livello nazionale e internazionale, che ha portato alla creazione di più classificazioni di reazione al fuoco, comprendenti più o meno categorie di materiali e prodotti. Queste vengono poi unite in gruppi per creare un legame tra i livelli di diverse classificazioni avendo così un paragone prestazionale sia verticalmente che orizzontalmente. Procedendo con l'armonizzazione, tuttavia, si è ottenuto l'effetto opposto. L'armonizzazione delle classi europee all'interno del territorio italiano ha eclissato le classi riconosciute a livello nazionale, lasciando molti prodotti, soprattutto quelli delle classi IM, con classi ormai non riconosciute e senza valore.

L'elaborato ha cercato di evidenziare questo problema. I risultati ottenuti potrebbero essere confermati svolgendo un'analisi sperimentale con l'applicazione delle norme e confrontando i risultati delle prove secondo i diversi criteri. In questo modo si vedrebbe come le classi europee non sono applicabili a tutte le tipologie di prodotto e che i livelli di prestazione non coincidono perfettamente con quelli precedentemente ottenuti attraverso le stesse prove ma con classificazione in gruppi di materiali.

Bibliografia e sitografia

- [1] *Metodo ISO/DIS 1182.2*, Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 234, 25/08/1984.
- [2] *Decreto del Ministero dell'Interno*, Gazzetta Ufficiale, 26/06/1984.
- [3] *Decreto del Ministero dell'Interno*, Gazzetta Ufficiale, 03/09/2001.
- [4] *UNI EN ISO 1182:2020*, International Standard Organization, 2020.
- [5] *Codice di prevenzione incendi*, 15/08/2015.
- [6] *Decreto del Ministero dell'Interno*, Gazzetta ufficiale, 30/11/1983.
- [7] *Direttiva 89/106/CEE*, Consiglio dell'Unione Europea, 21/12/1988.
- [8] *Decreto del Ministero dell'Interno*, Gazzetta Ufficiale, 15/03/2005.
- [9] *Decreto del Ministero dell'Interno*, Gazzetta Ufficiale, 10/03/2005.
- [10] *Decisione 2000/147/CE*, 08/02/2000.
- [11] *Decreto*, Gazzetta Ufficiale, 25/10/2007.
- [12] *Decreto*, Gazzetta Ufficiale, 27/02/2009.
- [13] *Decreto del Presidente della Repubblica*, Gazzetta Ufficiale, 01/08/2011.
- [14] *Regolamento UE 305/2011*, Parlamento Europeo, 04/04/2011.
- [15] *Regolamento Delegato 568/2014*, Parlamento Europeo, 18/02/2014.
- [16] *Regolamento Delegato 574/2014*, Parlamento Europeo, 21/02/2014.
- [17] *Regolamento Delegato 364/2016*, Parlamento Europeo, 01/07/2015.
- [18] *Comunicazione C92*, Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea, 09/03/2018.
- [19] *Decisione 451/2019*, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 19/03/2019.
- [20] *Circolare 1 del Ministero dell'Interno*, VVF, 24/02/2016.
- [21] *Decreto del Presidente della Repubblica n°151*, Gazzetta Ufficiale, 01/08/2011.
- [22] *Regolamento europeo n.305/2011*, Parlamento Europeo, 2011.
- [23] <https://catas.com/uploads/media/concettigeneralireazionefuoco.pdf>.
- [24] http://www.vigilfuoco.it/allegati/PI/DisposizioniGeneraliPI/COORD_DM_10_03_2005-DM_15_03_2005_REAZIONE_FUOCO.pdf.
- [25] *Supplemento Ordinario n° 234*, Gazzetta Ufficiale, 25/08/1984.
- [26] *Decreto del Ministero dell'Interno n.251*, Gazzetta Ufficiale, 26/10/2022.
- [27] <https://www.ambientesicurezzaweb.it/classi-di-reazione-al-fuoco-le-modifiche-per-i-materiali-da-costruzione/>.
- [28] <https://www.ordineingegneriarezzo.it/download/818-ReazioneFuoco.pdf>.
- [29] <http://www.vigilfuoco.it/asp/page.aspx?IdPage=4234>.
- [30] http://web.tiscali.it/Moreni_Enzo/norme/articoli/484H26GI900.html.