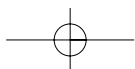
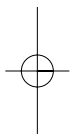


LA PORTA

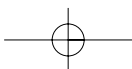
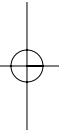
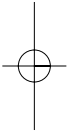


LA PORTA

Capitolo

4

Porte speciali
con particolari
prestazioni di
resistenza al
fuoco



La presente sezione è stata redatta dal LA.P.I., Laboratorio Prevenzione Incendi, da 20 anni attivo come laboratorio di prova nel campo della prevenzione incendi, della reazione al fuoco e da ora anche in quello della resistenza.

Il LA.P.I. è in grado di studiare il comportamento dei materiali, sia nella fase di innesco dell'incendio, valutando la loro capacità a sviluppare le fiamme e quindi ad impedirne la nascita, che nella fase di incendio sviluppato (post flash over) nella quale assume fondamentale importanza il contenere le fiamme all'interno delle varie compartimentazioni per consentire l'esodo delle persone. Viene quindi valutata la capacità dei materiali di "resistere" alle fiamme, di isolare i locali incendiati a protezione di quelli ancora integri.

E' dunque possibile realizzare uno studio completo sulla nascita e sullo sviluppo dell'incendio, con lo scopo finale di consentire l'utilizzo di materiali sempre più idonei alla sicurezza dei locali nei quali vengono installati.

In quest'ottica assume fondamentale importanza la porta resistente al fuoco, in quanto è il veicolo tramite il quale le persone all'interno di un edificio o di una qualsiasi struttura raggiungono le vie di esodo e alla fine quello che viene denominato il luogo tranquillo nel quale non vi è più alcun pericolo per la loro incolumità.

I capitoli che seguono non hanno la pretesa di insegnare come realizzare una "ideale" porta a tenuta di fiamme o fumo, ma mettono a disposizione quello che è il campo di applicazione diretta di un laboratorio di prove al fuoco con l'intenzione di dare indicazioni su quello che sono i parametri prestazionali richiesti dalle varie normative vigenti e quindi una direzione verso la quale sviluppare i propri prodotti.

Daremo una rapida panoramica della normativa italiana vigente e degli standard europei che si stanno sviluppando, con l'obiettivo di creare un riferimento normativo europeo che consenta di realizzare un prodotto conforme ai vari mercati allineati verso una sua definizione univoca.

Alla fine è riportato il contributo di un noto laboratorio ed ente di certificazione inglese, il Warrington Fire Research Group, con il quale abbiamo steso un rapido profilo di una porta tagliafuoco ideale, semplicemente portando la nostra esperienza nel campo delle prove.

Il contributo offerto dalla Warrington Fire Research Group è inserito in queste brevi note in quanto è nata da poco una joint venture fra il laboratorio LA.P.I. e il WFRG,

dalla quale nascerà una società, la Warrington LAPI Fire (WLF) per la Resistenza al Fuoco. Essa si occuperà di gestire, oltre alle prove di laboratorio anche tutto l'ambito di certificazione per la nuova direttiva europea sui prodotti da costruzione.

Infatti, ad oggi ogni nazione applica dei metodi di prova e dei criteri di classificazione differenti fra di loro. Questo comporta che un prodotto testato ed omologato in Italia non può essere venduto in un altro stato senza che prima non esegua i test previsti nella nazione di destinazione e ne abbia ricevuto la relativa omologazione. Tale circostanza, sembra inutile sottolinearlo, rappresenta un aggravio notevole di costi per le aziende che intendono esportare all'estero i loro prodotti.

La direttiva comunitaria, una volta recepita, consentirà la marcatura CE dei prodotti e il loro libero movimento; perché ciò avvenga siamo in attesa che ogni nazione recepisca i regolamenti, fissi i criteri di equivalenza con la normativa vigente e crei un periodo di coesistenza delle normative, oltre il quale sarà applicabile esclusivamente quella europea. Dare dei tempi di realizzazione è molto difficile, certo è che per quanto riguarda le porte tagliafuoco si è vista una certa accelerazione, circostanza che fa sperare in un'apertura del mercato in tempi relativamente brevi.

4.1 La legislazione italiana per le chiusure tagliafuoco

La legislazione in materia di chiusure tagliafuoco è molto ampia. Si può far riferimento principalmente, al decreto base del 14.12.93 (DM 14/12/93 "norme tecniche e procedure per la classificazione resistenza al fuoco" - G.U. 303, 28/12/93), che richiede la classificazione di resistenza al fuoco di porte ed altri elementi di chiusura tramite la norma UNI 9723 e la relativa omologazione. L'omologazione ha validità quinquennale e, alla scadenza, può essere rinnovata per altri cinque anni dal produttore.

Classi di resistenza richieste dalla vigente legislazione

La classe di resistenza al fuoco di un elemento di chiusura si esprime con il simbolo REI seguito da un tempo espresso in minuti, che esprime il valore temporale

entro il quale l'elemento conserva le sue caratteristiche di stabilità strutturale (R), di tenuta al passaggio di fiamma (E) e/o di isolamento termico (I).

Le classi di resistenza possibili sono definite dalla norma UNI 9723 ed utilizzate in base alla destinazione d'uso secondo quanto richiesto nei relativi documenti legislativi, con riferimento ai differenti utilizzi.

Esse sono stabilite in base al risultato peggiore ottenuto dalla prova al fuoco. Sono indicate dai simboli REI e/o RE seguiti da un tempo, espresso in minuti, arrotondato per difetto al più vicino dei seguenti valori: 15, 30, 45, 60, 120, 180, per cui si sono mantenute le condizioni di stabilità, tenuta (RE) ed isolamento (REI).

La norma italiana UNI 9723 per le chiusure tagliafuoco

La norma italiana UNI 9723, cui fa riferimento il Decreto 14/12/93, stabilisce le modalità di prova di resistenza al fuoco ed i criteri per la classificazione degli elementi di chiusura. Si applica a tutti i tipi di porte (una o più ante, a scorrimento verticale od orizzontale, a serranda avvolgibile, etc.) dotate di mezzo di autochiusura. Essa prevede che il campione di prova debba essere rappresentativo dell'elemento di chiusura nella sua completezza così come si intende utilizzarlo nella pratica corrente. Esso va testato in grandezza reale, compatibilmente alle dimensioni massime dell'elemento di supporto di (lunghezza x altezza) 2600 x 2700 mm.

I risultati di prova possono essere estesi a chiusure di dimensioni diverse da quella regolarmente sottoposta a prova fino ad una certa percentuale, che varia a seconda del tipo di chiusura, purché il sistema costruttivo sia rigorosamente lo stesso.

Il campione da provare va inserito all'interno di un elemento di supporto, che dovrebbe essere rappresentativo di quello utilizzato nella pratica; se non dovesse essere noto si possono utilizzare murature in laterizi che abbiano resistenza al fuoco almeno pari alla resistenza richiesta all'elemento da provare.

L'assemblaggio del campione deve avvenire utilizzando i materiali e le metodologie previste nella pratica; in tal senso il laboratorio ha l'obbligo di verificare la corrispondenza fra le schede tecniche inviate e il materiale sottoposto a prova. Specificatamente per le porte, inoltre, al laboratorio è richiesto di mantenere un campione testimone della porta provata al fine di poter eseguire una seconda volta la prova, su eventuale richiesta del Ministero stesso, e di richiedere una ulteriore

4

La Porta

Porte speciali con particolari prestazioni di resistenza al fuoco

campionatura per la verifica della corrispondenza fra elemento provato e quanto dichiarato dalle schede tecniche di prodotto fornite.

Prima della prova deve essere, dunque, possibile verificare tutti i dettagli che caratterizzano l'elemento in prova, pertanto il committente deve fornire oltre ai disegni costruttivi tutte le informazioni circa morfologia, spessore, densità dei componenti costituenti e altro necessarie ad individuare inequivocabilmente l'elemento stesso ed a permettere il laboratorio di effettuare le necessarie verifiche. Sulla soglia dell'elemento in prova deve essere simulata da entrambe le parti e per una profondità di almeno 200 mm la continuità del pavimento mediante lastre di materiale incombustibile.

L'elemento così assemblato viene sottoposto al carico termico previsto su entrambe le facce, a meno che non sia completamente simmetrico oppure se la faccia di esposizione alle fiamme sia già stata stabilita a priori da appositi regolamenti.

I fattori che determinano le caratteristiche prestazionali del campione e che vengono valutate durante la prova sono: la temperatura media e massima in corrispondenza della faccia non esposta alle fiamme, tramite l'impiego di termocoppie, e le condizioni d'integrità e tenuta, verificate a vista e con gli strumenti previsti dalla ISO CD 834, nella quale è anche indicato il carico termico da applicare durante la prova tramite la curva temperatura - tempo che deve essere seguita e controllata dalle termocoppie poste all'interno del forno.

Per la valutazione della temperatura media sul lato non esposto alle fiamme del campione si applicano su ogni anta di porta 5 termocoppie disposte una al suo centro, le altre 4 al centro di ciascuna sua semi-diagonale. Vi sono poi termocoppie aggiuntive e/o alternative qualora il campione presenti zone di resistenza termica diversa da quella di base.

Per la valutazione della temperatura massima si utilizzano invece termocoppie in corrispondenza del telaio o di componenti analoghi quali guide, battute d'arresto, labirinti di tenuta ed altri organi situati sul perimetro dell'elemento in prova, disposte secondo quanto previsto dalla norma di riferimento. Si utilizzano anche termocoppie poste sulle ante o su altre superfici di chiusura o chiusura aggiuntiva, nelle vicinanze del relativo foro di passaggio, vicino al centro o alla linea mediana di qualsiasi giunto verticale od orizzontale, su elementi di rinforzo o altri componenti quali telai

di ante o altre superfici vetrate, telai di connessione fra elementi di diversa resistenza termica ecc., e su superfici di diversa resistenza termica.

Per la valutazione dell'integrità si impiega, invece, il batuffolo di cotone (cotton pad) inserito all'interno di un'apposita gabbia metallica, da impiegare in corrispondenza di tutti i giunti e le fessure dell'elemento in prova.

L'elemento provato perde integrità e tenuta (RE) se avviene il collasso strutturale, in presenza di fiamme persistenti sulla faccia non esposta alle fiamme (per almeno 10 s) oppure all'accensione del cotone (cotton pad), in un punto qualsiasi della superficie non esposta al fuoco.

L'elemento perde invece l'isolamento termico (I) se la temperatura max di una qualsiasi delle termocoppie applicate sul telaio o su elementi analoghi superi la temperatura media iniziale di 300 °C, oppure se qualsiasi termocoppia posta sulla superficie non esposta alle fiamme dell'elemento centrale superi la temperatura media iniziale di 180 °C. Oppure se la temperatura superficiale media sulla faccia non esposta al fuoco supera la temperatura media iniziale della stessa faccia di 140 °C.

Ad ogni prova segue un "test report" con il riferimento della norma adottata nel caso specifico la UNI 9723, il nome del laboratorio di prova e copia dell'atto di autorizzazione ad emettere certificazioni in materia di resistenza al fuoco, quando e se richiesta.

Inoltre deve essere presente:

nome dell'operatore e del responsabile del laboratorio o del suo sostituto; la data della prova; il nome del committente; il nome del produttore se diverso dal committente; il tipo di elemento provato; le caratteristiche funzionali dichiarate dal committente e verificate dal laboratorio; i disegni schematici dell'elemento in prova con le indicazioni necessarie ad individuare, a giudizio del responsabile del laboratorio, tipologia e campo di estendibilità del risultato di prova; tipo e natura di eventuali guarnizioni di tenuta; descrizione dell'elemento di supporto; descrizione del sistema di fissaggio dell'elemento in prova all'elemento di supporto; risultati della prova: curva temperatura-tempo e pressione-tempo del forno; curve temperature-tempo rilevate sull'elemento in prova; istante in cui sono venuti a mancare i requisiti R,E e I; ulteriori informazioni relative ad eventi significativi durante la prova; eventuali anomalie riscontrate dopo la prova; in allegato la copia dei disegni costruttivi dell'elemento provato con i dati della natura, morfologia, spessore, densità dei componenti, etc per individuare inequivocabilmente l'elemento.

I prodotti classificati resistenti al fuoco

A seguito di esito positivo delle prove l'elemento può essere classificato come resistente al fuoco per la classe ascrittagli. I prodotti vanno contrassegnati per ponzonatura in rilievo, diretta o su targhetta inamovibile e leggibile anche dopo incendio in forno o accidentale, dai seguenti elementi di riferimento: nome del produttore; anno di fabbricazione; nominativo dell'ente di certificazione; n° del certificato di prova; classe/i di resistenza al fuoco; n° progressivo distintivo con riferimento annuale.

Il contrassegno va applicato sulla faccia suscettibile ad essere esposta alle fiamme con la scritta: "Lato suscettibile di essere esposto al fuoco", nel caso in cui la faccia di esposizione al fuoco è stabilita a priori da apposite norme o regolamenti e le prove sono state eseguite solo su tale faccia.

4.2 La normativa europea per le chiusure tagliafuoco

La normativa europea vigente in materia di chiusure tagliafuoco è la UNI EN 1634-1 ed. 2001 che specifica il metodo per la determinazione della resistenza al fuoco di porte ed elementi di chiusura destinati all'installazione entro aperture in elementi di separazione verticale, quali:

- porte su perni e su cardini;
- chiusure scorrevoli orizzontalmente o verticalmente incluse le porte articolate scorrevoli, porte sezionabili;
- chiusure a libro in acciaio, monolamiera (non coibentate);
- altre chiusure scorrevoli a libro;
- porte basculanti;
- serrande avvolgibili

La presente norma non tratta gli evacuatori di fumo né le chiusure per nastri trasportatori e per sistemi di trasporto su guida.

L'elemento si prova in dimensioni reali o, se maggiore, nella dimensione standard del forno di 3000 x 3000 mm.

Come nella norma italiana l'elemento di prova deve essere rappresentativo di come si intende poi utilizzarlo nella pratica, corredato di tutti gli accessori previsti, come pannelli laterali, pannelli sopra luce a filo o meno, pannelli vetrati o meno e quanto richiesto.

Il progetto del campione di prova e la scelta della costruzione di supporto devono essere accuratamente valutate al fine di rientrare nel modo più generale possibile all'interno del campo di applicazione diretta dei risultati di prova il più ampio possibile.

Come per la normativa italiana il committente deve fornire le schede tecniche del prodotto ad un livello di dettagli tale da permettere al laboratorio di effettuare un esame dettagliato del campione prima della prova.

Il montaggio del campione di prova deve avvenire in una costruzione di supporto del tipo previsto nella pratica. Le modalità di collegamento fra la porta e l'insieme di chiusura e la costruzione di supporto, compreso ogni fissaggio e materiale impiegato per realizzare la giunzione, deve essere del tipo usato in pratica e viene considerato parte integrante del campione di prova.

Per garantire che all'interno del forno sia seguita la curva standard temperatura/tempo prevista dalla norma e che quindi sul campione si applichi il carico termico richiesto, si utilizza la strumentazione descritta nella norma europea EN 1363-1 ed.1999 che prevede tra le altre cose l'impiego di termocoppie di tipo piatto poste ad una distanza standard dal piano più interno dell'elemento di prova.

I requisiti prestazionali che definiscono la classe di resistenza dell'elemento provato sono i seguenti:

- integrità;
- isolamento termico;
- irraggiamento.

L'elemento perde integrità e tenuta (E) per la presenza di fiamme persistenti sulla faccia non esposta al fuoco, all'accensione del tampone di cotone o al passaggio del calibro per fessure.

Se è richiesta la resistenza all'isolamento termico (I), come per la norma italiana, si misura la temperatura media e max sul lato non esposto alle fiamme tramite l'utilizzo di termocoppie posizionate secondo lo schema previsto dalla norma stessa e dipendente dal tipo di campione sottoposto a prova.

L'irraggiamento (W) si misura (EN 1363-2) come il flusso termico totale, considerando nullo il calore trasmesso per convenzione, per superfici che abbiano raggiunto i 300 °C. Anche in questo caso si misura il valore medio e max.

Elementi di misura del laboratorio

La misura della temperatura interna del forno, per la verifica della curva standard temperatura-tempo, si effettua con le termocoppie interne (8 termocoppie a piastra) distribuite uniformemente su un piano parallelo al piano dell'elemento di prova ad una distanza di 100 mm.

Deve esserci almeno una termocoppia ogni 1,5 m² di superficie dell'area esposta alle fiamme della costruzione di prova con un minimo di 4.

Misura temperatura media sul lato non esposto alle fiamme

Si misura tramite cinque termocoppie disposte una al centro geometrico dell'anta o delle ante e le altre quattro su ogni quarto esterno delle due diagonali tracciate per determinare il centro; non si misura sul telaio.

Se le termocoppie vanno a cadere su giunti, guarnizioni o accessori qualsiasi vanno spostate di almeno 50 mm e tenute ad almeno 100 mm dal bordo dell'anta/e o del pannello. Elementi delle ante con resistenza termica differente ed area di almeno 0.1 m², vanno controllati con ulteriori termocoppie distribuite uniformemente, una termocoppia per metro quadro, con un minimo di due termocoppie. Lo scopo è quello di valutare la prestazione di isolamento medio sulla superficie complessiva di ciascuna area.

Misura temperatura massima sul lato non esposto alle fiamme

Procedura Normale:

La misura della temperatura massima dell'anta si misura con le stesse cinque termocoppie come per la temperatura media disposte nello stesso modo.

Inoltre si applicano due termocoppie a metà altezza a 100 mm dai bordi verticali dell'anta e altre tre termocoppie a 100 mm dal bordo superiore dell'anta di cui due a 100 mm dai bordi verticali dell'anta ed una al centro, quest'ultima solo se la distanza tra le due non supera i 1000 mm.

Allo stesso modo si trattano i pannelli laterali, i pannelli sopra luce a filo e non.

La misura della temperatura massima del telaio si determina disponendo quattro termocoppie supplementari, due sui montanti a metà altezza e due sulla traversa superiore e su eventuali altre traverse a 50 mm dai bordi esterni verticali dell'anta/e.

Il centro della termocoppia deve trovarsi a 15 mm dal bordo esterno del telaio, comunque non oltre i 100 mm dai bordi interni del telaio. Se le due termocoppie superiori distano tra loro più di 1100 mm, si pone al centro tra loro un'ulteriore termocoppia.

Per pannelli sopra luce a filo e pannelli con traversa posti sopra le ante si applicano le termocoppie come per le ante, inoltre si applicano le termocoppie supplementari a 100 mm dai bordi orizzontali e verticali e a 100 mm dai bordi verticali a metà altezza se le termocoppie esterne distano almeno 600 mm. Più ante con larghezza minore di 200 mm (tipo chiusure a libro) devono essere considerate come un'anta unica.

Procedura Supplementare:

Si aggiungono su ogni anta alle termocoppie indicate e previste per la procedura normale ulteriori 4 termocoppie poste a 25 mm dai bordi, due a metà altezza e due a 25 mm sotto al bordo superiore orizzontale; se la distanza fra le due termocoppie superiori supera i 1150 mm, va inserita una termocoppia al centro. Lo stesso vale per i pannelli laterali e sopra luce.

Per una descrizione più dettagliata del numero e del posizionamento delle termocoppie si rimanda alla normativa di riferimento.

Misura del criterio di integrità

La misura del criterio di integrità si effettua sulla base di tre condizioni:

- presenza di fratture o aperture di determinate dimensioni;
- accensione del batuffolo di cotone (cotton pad);
- fiamma persistente sul lato non esposto.

La valutazione dell'integrità secondo la prima condizione si attua tramite due sonde per fessure (gap gauge) costituite da due barre di acciaio a sezione circolare di 6 ± 0.1 mm e 25 ± 0.2 mm rispettivamente.

La condizione di accensione si verifica con il batuffolo di cotone di forma quadrata di 100 mm di lato e 20 mm di spessore inserito in un'apposita griglia metallica.

Infine la terza condizione, di fiamma persistente, è verificata visivamente.

Misura dell'irraggiamento

L'irraggiamento W misura il flusso termico totale, considerando nullo il calore trasmesso per convezione.. La misura si effettua esternamente in un piano parallelo alla faccia non esposta del campione di prova, alla distanza di 1000 mm dal campione stesso. Si misura sia il valore massimo che medio.

La misura si effettua su superfici che presentino una temperatura di almeno 300 °C in quanto al di sotto l'irraggiamento può considerarsi trascurabile. La misura si effettua di fronte al centro geometrico del campione che è la tipica posizione di irraggiamento medio ed inoltre dove ci si attende il flusso termico maggiore. Per ciascuna posizione di misura si indicano i tempi impiegati dall'irraggiamento per superare i valori di 5; 10; 15; 20 W/md e 25 kW/md, specificando se si tratta di livello medio o massimo con misure intervallate a ogni minuto.

Classificazione

Per la classificazione delle caratteristiche prestazionali delle porte si fa riferimento alla norma prEN 13501-2 ed. 1999.

Per quanto riguarda l'Integrità (E), viene definita come l'abilità di un elemento da costruzione con funzione di separazione di resistere quando l'incendio viene applicato su un lato, senza che vi sia di fiamme o gas caldi dal lato esposto a quello non esposto alle fiamme. Essa viene valutata dalla presenza visiva di fiamme persistenti, dall'accensione del tampone di cotone e dal passaggio del calibro.

L'isolamento (I) viene definita come la capacità di un elemento separante di resistere al calore provocato dalle fiamme applicate in corrispondenza di un lato, senza trasmettere al lato non esposto alle fiamme una significativa quantità di calore. Nel caso delle porte, vengono individuati due differenti limiti prestazionali.

Se viene utilizzata la procedura normale per il posizionamento delle termocoppie, si parla di I2 e i limiti, valutati come incremento rispetto alla condizione di inizio test, sono di 140 °C per la temperatura media, 180 °C come temperatura massima e di 360 °C per la temperatura massima sul telaio. Se invece viene richiesto l'utilizzo della procedura supplementare, si parla di I1 ed i limiti sono sempre di 140 °C per la temperatura media, 180 °C per quella massima e di 180 °C per la temperatura massima sul telaio.

L'irraggiamento (W) viene definito come la capacità di un elemento separante di resistere alla esposizione al fuoco su un lato riducendo la probabilità che la trasmissione del calore sul lato non esposto alle fiamme si causa di innesco di incendio per i materiali posti nelle immediate vicinanze. Comunque la prestazione W si calcola come il tempo per cui il valore massimo di irraggiamento non supera il valore di 15 kW/m². Se il campione soddisfa il criterio di isolamento anche quello di irraggiamento W è soddisfatto.

Il campo diretto di applicazione

La norma 1634-1 definisce, anche, il campo di variazione dimensionale, le modifiche e i cambi ammessi per il prodotto, di applicazione dei risultati di prova senza necessità di specifiche richieste, valutazioni e calcoli di enti esterni. Le variazioni della struttura così come numero e spessore delle ante e le modalità di funzionamento non sono ammesse nella applicazione diretta dei risultati.

Per le ante di chiusure in legno sono ammessi aumenti in spessori fino al 25% di aumento in peso. I truciolari, laminati e simili devono mantenere composizione costante; la densità può solo aumentare. I telai in legno possono solo aumentare le dimensioni della sezione trasversale e/o il peso specifico, incluse le battute.

Per le chiusure in acciaio le dimensioni dei telai avvolgenti possono aumentare; lo spessore della parte metallica può aumentare del 25%.

Per chiusure vetrate si può solo diminuire il numero delle finestrate e la dimensione del vetro. Si possono spostare le finestrate solo se ciò non costringe ad eliminare o riposizionare componenti strutturali.

Per i Telai può essere aumentato il numero di ancoraggi utilizzati per l'ancoraggio alla costruzione di supporto e può essere ridotto il loro passo.

Variazioni di dimensioni secondo il tipo di prodotto

La variazione di dimensione ammessa, dipende dal semplice raggiungimento della durata prevista dalla classe di resistenza richiesta (Categoria A) o di una durata superiore prima della fine della prova (Categoria B).

Le regole per ammettere aumenti o diminuzioni delle dimensioni senza considerazioni supplementari sono applicabili esclusivamente a questi 5 gruppi di prodotto:

1. porte su cardini e su perni;
2. porte scorrevoli orizzontalmente e verticalmente, incluse porte sezionali;
3. elementi di chiusura pieghevoli al libro monolamiera (non coibentate);
4. altre porte a libro;
5. serrande avvolgibili.

Per una loro descrizione dettagliata si rimanda all'apposito capitolo della norma.

Per la trasferibilità della prova fatta da un lato all'altro valgono le regole della seguente tabella:



Calcolo matematico della resistenza all'incendio

A causa dei costi delle prove e dei limiti di dimensioni dei forni, non è possibile assoggettare un componente edilizio ad una prova per ogni sua specifica realizzazione e/o cambio di dimensioni.

Come conseguenza di ciò sono necessarie regole, o meglio ancora modelli o metodi matematici, che consentano di predire, noti i risultati di prova, il comportamento di elementi che abbiano subito modifiche di progetto, di dettagli costruttivi e di dimensioni.

Le possibili applicazioni matematiche si possono dividere in due campi: l'applicazione diretta e quella estesa.

L'applicazione diretta identifica le modifiche che possono essere effettuate su un elemento provato senza ridurne i requisiti di resistenza ed è questo l'attuale approccio contenuto nel progetto di norma europea e nell'attuale normativa italiana.

Per quanto riguarda l'applicazione estesa viceversa si definisce il comportamento al fuoco di elementi da costruzione le cui dimensioni, specifiche di progetto od applicazione siano diverse da quelle dell'elemento provato.

Dall'analisi dei possibili metodi "la modellazione matematica" più che un ausilio all'estensione dei prodotti omologati, deve essere intesa come uno strumento per indirizzare i costruttori di porte tagliafuoco ad una più corretta ed economica progettazione.

4.3 Materiali, tipologie e relativi comportamenti al fuoco delle chiusure

La resistenza al fuoco dei componenti edilizi e delle chiusure tagliafuoco in particolare esprime una caratteristica che è fortemente legata ai materiali impiegati ed alle tecniche di assemblaggio utilizzate.

I materiali più utilizzati, come materia prima, sono il legno, metallo e vetro che necessitano chiaramente di tecniche costruttive diverse.

Chiusure in legno

Spesso per le chiusure viene utilizzato il legno per le sue caratteristiche funzionali, estetiche e architettoniche. Dall'altra parte l'aspetto negativo dell'utilizzo di tale materiale è la combustibilità, cioè la sua capacità di bruciare fino alla sua totale distruzione sia per combustione diretta (in presenza di normale percentuale di ossigeno o in eccesso) sia per pirolisi (in difetto ossigeno).

Il legno potrebbe quindi, a prima vista, risultare un materiale non da utilizzare, tuttavia la sua tendenza alla combustione si esplica in maniera e misura diversa, in dipendenza di una moltitudine di fattori che coinvolgono sia il materiale che la posa in opera e le caratteristiche ambientali in cui avviene il processo di combustione.

Il comportamento al fuoco del legno

La resistenza al fuoco del legno dipende principalmente dalla specie legnosa, dalle caratteristiche anatomiche, dall'umidità intrinseca etc.

Al variare di essi variano anche le caratteristiche fisiche e dato che la reazione materiale - calore è una caratteristica fisica, è presumibile pensare che al variare di queste caratteristiche vari il comportamento al fuoco. Le caratteristiche della combustione del legno sono riscaldamento, evaporazione, carbonizzazione e incedimento. Dapprima si decompone (produzione vapore acqueo, imbrunimento dei tessuti lignei, produzione di CO₂), in seguito, a circa 260°C, brucia con velocità dipendente dal tipo di legno. La velocità di combustione, definita velocità di carbonizzazione, è caratterizzata principalmente da un elevato gradiente termico tra la zona esterna investita dal fuoco e la zona interna non ancora soggetta a fenomeno di degradazione termica..03 Kcal

Il gradiente termico è dovuto principalmente alla caratteristica di bassa conduttività termica (legno di abete 0.12, legno di acero 0.18, legno di quercia 0.22 W/m²K e dal relativamente alto calore specifico del legno sia allo stato integro che carbonizzato.

Il coefficiente di conduttività rappresenta la quantità di calore che può passare in un'ora con una differenza di temperatura di 1 °C attraverso 1 m² di parete. Il calore specifico è la quantità di calore che 1 kg di quel materiale può acquistare (o

cedere) variando la temperatura di 1 °C.

Quindi la velocità di carbonizzazione del legno è un parametro fondamentale per stabilire i requisiti di stabilità, tenuta e isolamento. Chiaramente in presenza di elementi complessi questo principio non è più valido e vanno presi in considerazione anche altri fattori quali i sistemi di assemblaggio, sigillatura dei giunti, di ancoraggio e collegamento dei diversi componenti.

Materiali e strutturazione degli elementi delle chiusure

La porta si compone di uno o più elementi (ante) connessi ad un elemento fisso (telaio) ancorato direttamente al muro o ad altro elemento fisso (controtelaio). La scelta del materiale dipende oltre alle caratteristiche di resistenza anche a fattori estetici e funzionali. Le più affidabili e richieste sono tipicamente sia conifere che latifoglie quali: Abete Rosso, Rovere, Aniegré, Faggio, Bahia e il Kotò.

Una volta scelto il materiale è necessario dimensionare i profili delle parti strutturali sia mobili che fisse, con riferimento principalmente alle sezioni trasversali che si oppongono alla distruzione del legno sia per combustione viva che per pirolisi.

L'assemblaggio delle parti strutturali dovrebbe essere effettuato con un sistema di giunzione delle teste a doppio incastro sia meccanico che con l'utilizzo di particolari colle termoindurenti in modo tale che il giunto risulti efficace anche dopo la parziale demolizione della sezione di legno.

Tra le principali colle utilizzate ci sono quelle:

Ureiche: resina ottenuta a partire da urea e formaldeide con l'aggiunta di un catalizzatore (indurente) che può essere un acido o un sale. Hanno una notevole resistenza meccanica, termochimica e all'umidità.. Sono principalmente utilizzate per produrre compensati, truciolari, impiallacciate, incollaggi di legni massicci.

Melamminiche: melamina e formaldeide. Presentano un'elevata resistenza all'umidità.

Fenoliche: fenolo e formaldeide. Presentano elevata resistenza agli agenti atmosferici e chimici. Sono molto utilizzate per pannelli per esterni.

Le parti di tamponamento si effettuano solo mediante incollaggio di tipo termoindurente.

L'ancoraggio delle parti fisse si effettua tramite anche a murare con malta cementizia o mediante viti.

Il collegamento delle parti mobili (ante) alle parti fisse si effettua solitamente mediante cerniere e il comportamento al fuoco è diverso in funzione del lato d'attacco.

Con fuoco lato cerniere, quest'ultime perdono completamente la loro funzione di sostegno a seguito della progressiva demolizione per carbonizzazione della struttura in legno alla quale sono ancorati. Servono, perciò, altri elementi di bloccaggio dell'anta in sede da fissare all'interno tra anta e telaio.

Con fuoco sul lato opposto delle cerniere queste ultime non vengono sollecitate nella prima fase di attacco in cui svolgono la funzione di sostegno.

La tenuta della porta nel suo insieme richiede che non si formino delle fessure, tipicamente lungo i giunti, tra gli elementi sia fissi che mobili. Per quanto riguarda i giunti sul telaio o contro-telaio si usa tamponare internamente con materiali altamente isolanti come fibra ceramica. Per i giunti sia tra elementi mobili e fissi, non potendo tamponare in questa maniera, servono battute maggiorate in modo da aumentare la superficie di contatto e l'applicazione di diverse guarnizioni tra cui le termoespandenti che sotto l'azione del calore, espandendosi, ostruiscono completamente le battute in cui sono applicate. Solitamente per REI 30 sono sufficienti battute semplici mentre per resistenze superiori sono necessarie battute multiple.

Chiusure metalliche

La chiusura metallica tagliafuoco realizzata con doppie lamiere in acciaio è la capostipite di tutte le chiusure del suo genere dovuta alle caratteristiche tipiche di questo materiale.

Tra le applicazioni di questo tipo di chiusure rientrano i portoni ad anta sbattente, le porte scorrevoli di grandi dimensioni, i saliscendi etc.

Le chiusure in metallo sono costituite da due elementi principali, ossia il telaio perimetrale e il pannello di anta battente o scorrevole, che sono diversi sia come tipo di materiali utilizzati che come processo di produzione.

Solitamente il telaio perimetrale è realizzata in lamiera di acciaio di spessore circa 25/10, pressopiegato per accogliere le sedi delle cerniere e delle guarnizioni termoespandenti. Solitamente sono murati, non essendo isolati, per evitare un'eccessiva trasmissione del calore. Il pannello d'anta è costituito da due lamiere di

spessore 7/10 - 10/10, pressopiegata in modo da formare una sorta di contenitore al cui interno sono inseriti materiali isolanti ed eventuali rinforzi per garantire ulteriore stabilità.. Per la realizzazione di elementi di grandi dimensioni si utilizzano le stesse tecniche, ossia si costruiscono degli elementi modulari che poi vengono assemblati insieme. All'interno di questi pannelli possono essere inserite delle visive a oblò che devono però essere della stessa classe richiesta al corrispondente pannello.

Il materiale isolante utilizzato dipende dalla casa produttrice ma solitamente sono utilizzati dei materassini isolanti di fibre minerali ad alta densità, pannelli ignifughi in calciosilicato, collanti ceramici impiegati per tenere insieme i vari componenti etc.

Chiusure vetrate

Questo tipo di chiusure, a differenza delle altre, si prestano per grandi ambienti che necessitano luminosità.

Le chiusure vetrate si suddividono in due categorie distinte, quelle realizzate con profili metallici e quelle realizzate con strutture legnose.

L'altro elemento fondamentale, il vetro, è presente in tantissime tipologie per prestazioni, peso e costo.

I vetri delle classi RE - REW sono solitamente monolitici, trasparenti e rimangono tali anche durante l'azione del fuoco.

I vetri delle classe REI invece sono stratificati generalmente usando del gel termoespandente per ottenere spessori notevoli.

I prodotti termoespandenti attualmente sul mercato si possono dividere in tre grandi categorie in base alla tipologia dei principi espandenti utilizzati:

a base di grafite: l'espansione della grafite comporta lo sviluppo di grandi quantità di "schiuma" che, se contrastata, è in grado di sviluppare delle notevoli pressioni;

a base di silicati: questi prodotti utilizzano l'espansione del silicato di sodio idrato che, sottoposto ad alte temperature, si gonfia fino alla completa perdita dell'acqua lasciando una schiuma rigida e compatta. Questi prodotti sono generalmente addizionati con fibre di vetro per migliorare la maneggevolezza a freddo e per aumentare la qualità della schiuma;

a base carboniosa: questi prodotti decomponendosi rilasciano una grande quanti-

tà di macrocellule carboniose.

Il sistema serramento completo di vetro, sia con telaio fisso che mobile e composto da più parti deve essere certificato come già evidenziato.

Nel caso delle vetrate antincendio sono disponibili due diverse certificazioni:

- per le vetrate fisse, viene eseguita la prova secondo la circolare 91 e relativo rapporto di prova;
- per vetrate complesse composte da porte ed elementi fissi superiori e/o laterali, viene eseguita la prova dal laboratorio secondo la standard UNI 9723 e viene rilasciato il certificato ed il rapporto di prova e solo successivamente il Ministero dell'Interno, previa presentazione di domanda, rilascia l'Omologazione.

4.4 La porta tagliafuoco ideale (Contributo della WFRG)

Come dovrebbe essere una porta tagliafuoco ideale?

Prima di tutto dovrebbe essere non troppo costosa, poi, resistente, leggera in peso, facile da installare, bella da vedersi e tutte le altre peculiarità per cui è stata progettata. In quest'ultima parte del capitolo saranno menzionati gli argomenti che disegnatori e produttori dovrebbero considerare quando progettano e costruiscono una porta tagliafuoco.

Una chiusura tagliafuoco ha due funzioni primarie da coprire: deve funzionare come una porta ordinaria cioè deve potere essere aperta e chiusa facilmente e velocemente così come essere una barriera alle persone e a qualsiasi altro tipo di traffico tra due locali distinti; deve altresì funzionare da barriera contro il fuoco nel caso di incendio nel luogo dove è installata. È possibile, chiaramente, combinare questi due diversi aspetti anche se appaiono a prima vista completamente opposti. Le porte tagliafuoco sono necessarie perché sono sempre inserite in pareti che di per se sono già resistenti al fuoco. Tutte le costruzioni necessitano di porte per passare da un locale all'altro.

Proprietà delle porte tagliafuoco

È chiaro, da quanto scritto, che la porta tagliafuoco deve avere alcune caratteristiche che sono differenti da una normale. Le caratteristiche principali che dovrebbe possedere sono in breve:

- La porta deve resistere alla fiamma che si propaga da una parte all'altra.
- Deve essere isolante, ossia prevenire trasferimento di calore. Usualmente per un buon isolamento è utilizzata la lana minerale.
- Non deve incurvarsi troppo perché ciò potrebbe causare delle aperture lungo il perimetro così che il test fallisca al tampone di cotone (usualmente per le porte in legno), o con il calibro (usualmente per le porte in metallo). Riuscire a ridurre gli incurvamenti della porta, soprattutto per quelle in legno, è una delle attività più difficile dell'ingegneria della costruzione delle porte.
- Deve essere sigillata. Se ci sono dei buchi o qualsiasi altro tipo di apertura, gas caldi possono passare lungo il perimetro nel qual caso la porta fallirebbe all'applicazione del tampone di cotone. Per sigillare al meglio il perimetro della porta è necessario usare delle strisce di materiale intumescente. Ne esistono di diverse misure e tipo. La loro caratteristica principale deve essere l'espansione sotto l'azione del calore, andando a sigillare le aperture formatesi e impedendo, così, il passaggio di calore e fumi caldi. Questi prodotti intumescenti in forma di pasta/mastice o altro, sono spesso utilizzati su punti ad alto potenziale di fallimento come intorno alle maniglie, serrature, cardini e cerniere, etc.
- Deve avere l'autochiusura. In molti casi in mancanza di una serratura a scatto il solo elemento di chiusura è il peso della porta stessa.
- Alcune porte sono anche antifumo. Una porta antifumo resiste al passaggio di fumo utilizzando una speciale sigillatura intorno al perimetro della porta. Il sigillante potrebbe essere a spazzola o a lama.

Costruzione delle porte tagliafuoco

Le costruzioni di porte tagliafuoco in legno e in metallo dovrebbero essere considerate separatamente a causa del loro differente comportamento al fuoco.

Porte in legno

Usualmente le porte tagliafuoco in legno consistono di un materiale centrale circondato da una cornice strutturale di legno tenero. Il cuore potrebbe essere semplicemente del materiale isolante come fibra minerale o più semplicemente un materiale a base di legno come una tavola di particelle a bassa densità, solitamente tra 350 e 700 Kg/m³. In design più sofisticati, per REI 60 o più elevati, il cuore dovrebbe essere fatto di lamine, sottili tavole di legno dolce, incollate o fissate meccanicamente tra di loro e alla cornice.

Il rivestimento può essere di compensato, truciolato denso, medium density fibre-board (MDF) e usualmente incollato con una colla poliuretanica; esse sono principalmente a base di urea formaldeide e resorcinol formaldeide.

Per porte con resistenza al fuoco superiore a 60 minuti si deve ricorrere all'applicazione di sistemi di protezione passiva, rivestendo le superfici esposte alle fiamme con lastre di materiale ignifugo, termicamente stabili e costituite generalmente da fibrosilicati.

Infine lamine delle porte in legno variano in spessore da circa 35mm (da 20 a 30 minuti di esistenza al fuoco) a 50mm (60+ minuti di resistenza).

Porte in legno – telaio

Le porte sono agganciate a un telaio in legno. Il materiale della cornice dipende dalla durata del test, tipicamente in legno tenero per durate di 30 minuti, e legno duro per durate di 1 ora o più. La sezione a croce della cornice deve essere grande abbastanza per tenere il peso della porta e resistere alle forze di pressione applicate alla porta quando brucia.

Porte in legno – accessori

La porta è agganciata usando cerniere che devono essere resistenti sufficientemente per tenere il peso della porta stessa e resistere alle forze discusse precedentemente.

Le cerniere devono essere di un sufficientemente alto punto di fusione così che non possano indebolirsi o fondere durante il test. Usualmente getto pressocolato in lega di zinco, alluminio e ottone non sono ottimali per porte tagliafuoco. Gli stessi requisiti sono applicabili anche per le viti di chiusura utilizzate.

La porta deve essere ben chiusa nel telaio. Ciò può essere fatto usando una serratura/chiusura a scatto e/o un chiavistello. Il punto di fusione di questi componenti dovrebbe essere alto come spiegato sopra.

Porte in legno – aperture vetrate

È pratica comune per le chiusure tagliafuoco avere una piccola apertura vetrata non isolata. Il sistema di vetrate (vetro, sigillatura, ornamenti, etc.) necessita di essere progettato, dimensionato e testato per il tipo di vetro utilizzato per la durata del test. È importante che la vetrata sia configurata per prevenire il passaggio del calore radiante attraverso il vetro stesso per evitare l'ignizione della parte non esposta alle fiamme. Per lunghi periodi di resistenza possono essere utilizzati trattamenti chimici del vetro o vernici intumescenti per proteggere la parte non esposta.

Porte in legno – intumescenti

Il principale uso degli intumescenti è sotto forma di strisce lungo il perimetro della porta per sigillare gli spigoli così da prevenire il passaggio di calore e di fumi caldi che potrebbero causare il fallimento del criterio di integrità. Questi tipi di sigillanti esistono in diverse forme e dimensioni. I principali sono a base di silicato di sodio o grafite. I primi non si espandono molto ma esercitano una notevole pressione. Questo significa che possono essere utilizzati per porte che si incurvano facilmente e che quindi necessitano di rimanere a stretto contatto con il telaio. Non possono essere utilizzati per porte i cui spigoli si consumano velocemente. I secondi si espandono molto e velocemente ma usualmente esercitano un'inferiore pressione. Possono benissimo trovare applicazione per locazioni dove il riempimento di buchi/aperture e la resistenza all'erosione è più importante. Chiaramente non possono essere utilizzate per aree dove è richiesta una resistenza a elevate forze di pressione.

Porte in acciaio – lamine

Esiste una notevole varietà di porte in lamina di acciaio e le varie aziende produttrici utilizzano diverse tecniche di assemblaggio dei materiali costituenti. Prevalentemente la porta è costituita da un insieme, due o più, di fogli (lamine) di acciaio a calibro sottile pressopiegati di circa 1-1.5 mm, in modo da formare una scatola di spessore variabile secondo la classe di resistenza richiesta. Al suo interno sono inseriti materassini isolanti di materiali e composizioni variabili, e gli eventuali rinforzi necessari a dare stabilità. Il materiale isolante usualmente è non metallico come lana minerale e, qualche volta con fogli di materiale relativamente densi come solfato di calcio idrato (gesso, cartongesso) o silicato di calcio che conferiscono anche una certa rigidità, densità e riducono la trasmissione acustica da una parte all'altra.

Il telaio delle porte in acciaio è usualmente profilato o comunque rinforzato per resistere alle forze di pressione esercitate. I requisiti degli accessori sono gli stessi richiesti per le chiusure in legno.

Porte in acciaio – vetrate

All'interno di questi pannelli possono essere a volte inserite delle vetrate o oblò, realizzati della classe REI richiesta per la porta stessa o superiore, tenuti in posizione da telai metallici applicati mediante fissaggi meccanici. Per quanto riguarda le vetrate i requisiti delle porte in acciaio sono diversi rispetto a quelle in legno poiché gli intumescenti non sono richiesti e non c'è il problema del calore radiante, che possa procurare ignizione, dalla parte esposta a quella non esposta!

Cosa succede in un fire test

Le chiusure in legno bruciano e nel fare ciò i materiali di legno di cui è costituita si contraggono. Usualmente la porta si incurva verso la fornace nella parte superiore e inferiore e esternamente alla fornace nella parte centrale come a formare un'onda. La costruzione di una porta in legno ad alta densità dovrebbe prevenire il fallimento del passaggio di fiamma da aperture e garantire l'isolamento termico. Gli intumescenti sono utilizzati per limitare il passaggio di fiamma tra porta e telaio e sigillare qualsiasi apertura il più possibile. Gli intumescenti sono utilizzati anche per

proteggere eventuali vetrate, sia in rispetto dell'integrità della vetrata stessa sia per evitare un eventuale ignizione della faccia non esposta alle fiamme.

Le porte in metallo si espandono cioè si incurvano esattamente nell'opposta maniera delle porte in legno (una ragione per cui porte in legno in telai metallici mai si comportano bene). La natura del metallo stesso fa pensare che non brucia attraverso la lamiera stessa anche dopo molte ore di test. Comunque se l'isolamento termico, che dovrebbe essere mantenuto dentro la porta, fosse inadeguato la porta fallirebbe il criterio dell'isolamento.