

INDICAZIONI PER LA PROGETTAZIONE ED ELEMENTI PER IL CAPITOLATO dei prodotti vetrari per l'edilizia



PREFAZIONE

La collaborazione avviata da alcuni anni tra Assovetro ed Anci ha permesso di individuare e definire alcuni strumenti di informazione e di supporto rivolti ai professionisti ed ai vari operatori interessati ed impegnati nell'individuazione e nelle scelte del prodotto vetrario più corretto e più adeguato alla singola applicazione.

Non sempre, infatti, vengono immediatamente riconosciute le prerogative e le prestazioni del singolo vetro installato in un edificio, perché la sua connaturata trasparenza non lascia rilevare le alte prestazioni che questo può assicurare, come pure non sempre è possibile percepire le differenze tra un tipo di vetro ed un altro tipo di vetro.

Questo *limite* non permette di apprezzare adeguatamente come la costante ricerca dell'industria produttrice di vetro piano sia in grado di assicurare invece al mercato prodotti sempre più performanti sia in termini di isolamento termico ed acustico, sia in termini di sicurezza, fino a rispondere molto positivamente anche ad applicazioni fino a qualche anno fa impensabili per un materiale come il vetro (vedasi il caso dell'impiego di elementi di vetro nella realizzazione di strutture portanti degli edifici).

Diventa, quindi, sempre più importante dare informazioni ed aggiornamenti a progettisti ed operatori sulle continue evoluzioni della tecnologia vetraria, ed in quest'ottica le presenti Linee Guida si propongono di rappresentare uno strumento completo ed agevole nelle scelte relative alle più frequenti applicazioni del vetro.

Infatti gli obiettivi di riduzione di consumi energetici nei nostri edifici e di miglioramento degli standard qualitativi dei materiali impiegati in edilizia richiedono spesso scelte molto semplici e nient'affatto costose, e tutte orientate ad aumentare ed a migliorare la qualità della vita. Basta conoscerle!

Dr. Gianni Scotti

Presidente dei Produttori di vetro per l'edilizia e
dei Produttori di lana di vetro di ASSOVETRO

Avv. Filippo Bernocchi

Delegato ANCI Energia e Rifiuti

Roma, settembre 2014

La presente Linea Guida è stata realizzata con il contributo tecnico delle Aziende del settore della produzione Vetro Piano (Saint Gobain Glass, Pilkington Italia e Sangalli Vetro Manfredonia) e dei tecnici dei Comuni di Genova, Montevarchi e Poggio Mirteto, nonché con il supporto della Stazione Sperimentale del Vetro, i quali hanno messo a disposizione le proprie competenze ed esperienze.

SOMMARIO

PREFAZIONE.....	3
SOMMARIO	5
PREMESSA.....	8
INTRODUZIONE	9
DEFINIZIONI	10
CAPITOLO 1. SICUREZZA.....	11
1.1 SICUREZZA NEGLI EDIFICI - NORMATIVA DI RIFERIMENTO, RESPONSABILITÀ E COMPITI	11
1.2 IL VETRO E LA SICUREZZA	12
1.3 I VETRI DI SICUREZZA.....	12
1.3.1 Il vetro stratificato di sicurezza.....	13
1.3.1.1 Il vetro stratificato acustico di sicurezza	13
1.3.1.2 Il vetro stratificato di sicurezza resistente al fuoco	13
1.3.2 Il vetro temprato di sicurezza.....	13
1.4 LA NORMA UNI 7697:2014.....	14
1.4.1 Scopo e campo di applicazione.....	14
1.4.2 Criteri di scelta delle lastre da impiegare.....	15
1.4.2.1 Osservazioni sui Prospetti 1 e 2 della norma UNI 7697	15
1.4.3 Indicazioni per l'edilizia scolastica.....	16
1.5 COME RICONOSCERE UN VETRO DI SICUREZZA	16
CAPITOLO 2. RESISTENZA MECCANICA.....	17
2.1 LE AZIONI E I CARICHI	18
2.1.1 Carichi variabili	18
2.1.1.1 Carichi verticali uniformemente distribuiti	18
2.1.1.2 Carichi verticali concentrati	18
2.1.1.3 Carichi orizzontali lineari.....	18
2.1.2 Azioni del vento.....	18
2.1.2.1 Pressione del vento.....	18
2.1.2.2 Azione tangenziale del vento	19
2.1.2.3 Particolari precauzioni progettuali	19
2.1.3 Azioni della neve	19
2.1.3.1 Carico neve.....	19
2.1.3.2 Carico neve sulle coperture	20
2.2 PRECAUZIONI PER I VETRI IN COPERTURA	20
CAPITOLO 3. PRESTAZIONI LUMINOSE	21
3.1 COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE DI TRASMISSIONE LUMINOSA DELLA FORNITURA	21

CAPITOLO 4.	PRESTAZIONI TERMICHE	22
4.1	LEGISLAZIONE IN MATERIA DI RENDIMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI.....	22
4.2	TECNOLOGIE DISPONIBILI	22
4.3	RISCALDAMENTO	23
4.3.1	L'isolamento termico del vetro.....	24
4.3.2	Suggerimenti e controlli applicabili alle vetrate isolanti con coating.....	24
4.4	RAFFRESCAMENTO	25
4.4.1	Sistemi schermanti esterni o filtranti	25
4.4.2	Gli apporti solari attraverso il vetro	25
4.5	COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE ENERGETICHE DELLE VETRATE	25
CAPITOLO 5.	ASSORBIMENTO ENERGETICO E STRESS TERMICO	26
5.1	FONDAMENTI DELLA SOLLECITAZIONE TERMICA.....	26
5.2	INDICAZIONI PER LA PROGETTAZIONE DELLA VETRATA.....	27
5.2.1	Indicazioni per il progettista	27
5.2.1.1	Dimensionamento della lastra in relazione ai carichi.....	27
5.2.1.2	Valutazione del carico termico.....	28
5.2.1.2.1	Radiazione solare: esposizione e intensità della radiazione solare incidente.....	28
5.2.1.2.2	Inclinazione della facciata.....	28
5.2.1.2.3	Valore di assorbimento energetico da parte del vetro isolante, presenza di trattamenti superficiali (coating, smaltature, serigrafie, ecc.)	28
5.2.1.2.4	Rivestimenti (film, pellicole adesive, vernici, ecc.).....	28
5.2.1.2.5	Variazione della temperatura esterna, ombre proiettate sul vetro (da frangisole, parti di edificio, ecc.).....	28
5.2.1.2.6	Precauzioni per applicazioni in climi freddi	28
5.2.1.2.7	Impiego di vetrate isolanti triple	29
5.2.1.2.8	Tipo di telaio	29
5.2.1.2.9	Riscaldamento localizzato (radiatori, tubi radianti ad alta temperatura, ecc.), variazione della temperatura interna dell'abitazione (fancoils o surriscaldamenti localizzati), oggetti o strutture che trattengono o riflettono il calore sul vetro (tende, veneziane, ostruzioni retrostanti, ecc.)	29
5.2.1.2.10	Serramenti scorrevoli sovrapponibili senza adeguata aerazione.....	29
5.2.1.2.11	Precauzioni nel caso di carichi termici elevati – differenziali termici	29
CAPITOLO 6.	ISOLAMENTO ACUSTICO.....	30
6.1	LE PRESTAZIONI ACUSTICHE	30
6.2	COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE ACUSTICHE DELLE VETRATE	31
CAPITOLO 7.	RESISTENZA AL FUOCO.....	32
7.1	COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA E REAZIONE AL FUOCO DELLE VETRATE.....	32
CAPITOLO 8.	MONTAGGIO	33

8.1	SUGGERIMENTI PER IL CANTIERE	33
8.1.1	Stoccaggio del materiale in cantiere	33
8.1.2	Precauzioni durante i lavori di cantiere	34
8.1.3	Precauzioni a fine lavori di cantiere	34
CAPITOLO 9.	MANUTENZIONE.....	35
9.1	VETRI AUTOPULENTI.....	35
CAPITOLO 10.	ASPETTI PRESTAZIONALI E QUALITATIVI	36
CAPITOLO 11.	DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE (DoP) E MARCATURA CE.....	37
11.1	DoP (REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011).....	37
11.2	MARCATURA CE (REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011)	37
	ALLEGATI.....	39
	ALLEGATO 1: SCHEMA PER LA PROGETTAZIONE.....	41
	ALLEGATO 2: SCHEDE “VERIFICA DEL PROGETTO”	43
	ALLEGATO 3: SCHEDE “VERIFICA DEL CANTIERE”	47
	APPENDICI	51
	APPENDICE A: SICUREZZA	53
	APPENDICE B: INDICAZIONI PER PREVENIRE IL RISCHIO DI ROTTURE DA SOLLECITAZIONE TERMICA	59
	APPENDICE C: EFFICIENZA ENERGETICA NELL’EDILIZIA.....	63
	APPENDICE D: CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DI ALCUNE TIPOLOGIE DI ELEMENTI VETRARI IMPIEGATI NEL SETTORE DELL’EDILIZIA	73

PREMESSA

Nella fase di progettazione dell'edificio, e dell'involucro edile in particolare, il progettista è chiamato a rispondere alle aspettative ed alle esigenze dell'utente e del committente, adottando e privilegiando anche scelte funzionali, dimensionali ed estetiche pienamente soddisfacenti.

Le principali questioni che il progettista e il costruttore dovranno tener ben presenti, sono individuabili oltre che negli aspetti meramente dimensionali, anche nelle seguenti categorie:

- a) *Strutturali e di sicurezza*
- b) *Riduzione dei consumi energetici:*
 - riscaldamento;
 - condizionamento;
 - illuminazione;
 - ventilazione.
- c) *Maggior comfort:*
 - termico;
 - periodo estivo,
 - periodo invernale,
 - visivo;
 - acustico.
- d) *Aspetto estetico:*
 - trasparenza;
 - “relazione” con l'esterno;
 - ottimale uso della superficie.
- e) *Altri criteri:*
 - durabilità;
 - manutenzione;
 - eco-compatibilità;
 - ecc.

INTRODUZIONE

La finalità della presente Linea Guida è quella di fornire ai progettisti, ai tecnici delle pubbliche amministrazioni, ai direttori dei lavori ed a tutti gli operatori interessati le principali indicazioni per la individuazione della tipologia di vetro da impiegare nella specifica applicazione.

Un qualunque elemento vetrario impiegato nelle superfici trasparenti degli edifici rappresenta un importante elemento dell'involucro edilizio, il quale svolge da sempre la prioritaria funzione di lasciare passare la luce naturale all'interno dell'edificio, mantenendo l'efficace funzione di chiusura.

Negli ultimi quindici anni la costante e crescente ricerca sviluppata dai produttori delle lastre di vetro di base, poi lavorato, trasformato opportunamente ed utilizzato nelle applicazioni in edilizia, ha permesso di accrescere la numerosità e la funzionalità delle caratteristiche prestazionali dello specifico elemento vetrario.

Lo sviluppo della tecnica del coating (rivestimento tramite depositi) e dei vari trattamenti superficiali, come pure la possibile scelta tra varie tipologie di vetri per l'ottenimento di vetrate doppie o triple dalle molteplici caratteristiche prestazionali, ha permesso di proporre ed assicurare al mercato, ai progettisti ed ai vari operatori interessati soluzioni sempre più aderenti alle crescenti esigenze, assicurando correttamente e puntualmente anche il rispetto delle disposizioni legislative.

Una moderna lastra di vetro mantiene, quindi, sempre le sue prerogative di trasparenza richieste, ma offre crescenti caratteristiche prestazionali non immediatamente visibili, sebbene intrinsecamente presenti.

Possiamo molto più semplicemente affermare che, con lo sviluppo della ricerca da parte dell'industria del settore, la lastra di vetro per le parti, trasparenti e non, degli edifici sta divenendo sempre più un vero e proprio "supporto-di-prestazioni", non percepibili da una semplice valutazione visiva (la lastra conserva la sua naturale trasparenza), ma sicuramente presenti, proponibili e certificabili dall'industria di settore.

Questa importante particolarità e questa crescente offerta di prodotti, apparentemente tutti uguali ma assolutamente differenti tra loro e caratterizzati ciascuno da prestazioni ben precise e definite, non sempre sono note ai vari operatori, a partire dai progettisti, i quali potendo invece disporre delle conoscenze e dei dati relativi a questa ampia gamma di soluzioni sarebbero in grado di individuare ed adottare il tipo di vetro più idoneo alla specifica applicazione.

Per tale motivo e con questa finalità la presente Linea Guida, nata dalla collaborazione tra Assovetro ed Anci, intende fornire agli uffici tecnici dei comuni italiani, ai progettisti ed ai direttori dei lavori informazioni, dati ed elementi di contesto riguardanti i vari prodotti vetrari e le loro caratteristiche prestazionali per garantire le più corrette applicazioni.

Con la presente Linea Guida s'intendono fornire indicazioni pratiche circa le prestazioni e le applicazioni di lastre di vetro in relazione ai seguenti temi, a ciascuno dei quali è stata riservata una trattazione specifica sulla base delle esigenze emerse in sede progettuale:

- | | |
|--|-------------------------|
| a. sicurezza; | f. isolamento acustico; |
| b. resistenza meccanica; | g. resistenza al fuoco |
| c. prestazioni luminose; | h. montaggio; |
| d. prestazioni termiche; | i. manutenzione; |
| e. assorbimento energetico e stress termico; | j. aspetti qualitativi. |

DEFINIZIONI

- Coating: rivestimento superficiale applicato sulle lastre con funzioni di controllo energetico, nel documento chiamato anche deposito;
- Dichiarazione di Prestazione (DoP): Dichiarazione delle caratteristiche prestazionali, documento obbligatoriamente emesso dal produttore delle vetrate, ai sensi del Regolamento (UE) N. 305/2011;
- Intercalare: polimero plastico in fogli o resina, interposto tra le lastre per la produzione del vetro stratificato di sicurezza;
- NTC: Nuove Norme Tecniche delle Costruzioni, ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008;
- Progettista: tecnico o gruppo di tecnici incaricati della progettazione dell'opera, così come definita dal D. Lgs. 163/2006 e dal D.P.R. 207/2010;
- Progettista del kit: tecnico incaricato della progettazione di uno specifico insieme di elementi (es. progetto del serramento);
- Progettista della vetrata: tecnico incaricato della progettazione riferita ad uno specifico prodotto (es. progetto di una vetrata per un'applicazione specifica);
- Lastra asimmetrica: lastra stratificata composta da due o più vetri di diverso spessore e/o tipologia disposti in modo non simmetrico;
- Vetrata isolante asimmetrica: vetrata isolante composta da lastre esterne di diverso spessore, tipologia e/o composizione.

CAPITOLO 1. SICUREZZA

1.1 SICUREZZA NEGLI EDIFICI - NORMATIVA DI RIFERIMENTO, RESPONSABILITÀ E COMPITI

In tema di sicurezza, le norme di riferimento cui tutti gli edifici (fra cui, ovviamente, anche quelli scolastici) devono essere conformi sono:

- il D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., che costituisce il Testo Unico della sicurezza sul lavoro;
- il Decreto del Ministero dell'Interno 26 agosto 1992, riguardante le norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica;
- il Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 22 gennaio 2008, n. 37, recante disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici, indipendentemente dalla destinazione d'uso.

Se si escludono gli appartamenti ERP, ovvero di edilizia residenziale pubblica - poco meno di 850.000 alloggi, gestiti da 107 Aziende variamente denominate, costituite dalle Regioni dopo lo scioglimento dell'I.A.C.P., gli oltre 40.000 edifici ad uso delle Scuole pubbliche costituiscono la parte prevalente dell'intero patrimonio edilizio destinato ai fini istituzionali di Comuni e Province.

La Legge 11 gennaio 1996, n. 23, che ha stabilito norme di carattere generale in materia di edilizia scolastica, ha attribuito le seguenti competenze per la fornitura degli edifici alle scuole statali:

- alle Province competono gli Istituti del secondo ciclo dell'istruzione (cioè la scuola secondaria di secondo grado e la formazione professionale);
- ai Comuni spetta invece fornire gli edifici per la scuola dell'infanzia e del primo ciclo dell'istruzione (cioè la scuola primaria e secondaria di primo grado).

La legge pone a carico degli stessi Enti – sia Province che Comuni - anche la manutenzione e l'arredamento delle scuole, nonché gli oneri relativi alle varie utenze (gas, elettricità, acqua, telefono), al riscaldamento e ai relativi impianti.

Dall'art. 18, comma 3, del D. Lgs. n. 81/2008, sono stati estesi agli edifici e ai locali assegnati in uso agli istituti di istruzione ed educazione di ogni ordine e grado gli obblighi previsti dal predetto Decreto per assicurare la sicurezza dei locali e degli edifici, obblighi che restano a carico dell'Amministrazione tenuta alla loro fornitura e manutenzione e che si intendono assolti, per quanto di competenza dei dirigenti e dei funzionari preposti agli uffici interessati, con la richiesta del loro adempimento all'Amministrazione competente che ne ha l'obbligo giuridico. Tale estensione ha origine nell'art. 1-bis del D.L. 23 ottobre 1996, n. 542, convertito dalla legge 23 dicembre 1996, n. 649.

Ne consegue che le principali responsabilità, per la mancata conformità alle normative di legge degli edifici scolastici, ricadono sui Comuni e sulle Province. Ciò significa, altresì, che i dirigenti scolastici ("datori di lavoro" a tutti gli effetti) sono chiamati a valutare le condizioni di sicurezza in cui si svolge l'attività scolastica e a definire le modalità di utilizzo degli immobili e degli arredi garantendo la riduzione dei rischi connessi, nonché a gestire quanto loro affidato mantenendone la conformità e la funzionalità.

1.2 IL VETRO E LA SICUREZZA

La sicurezza può essere definita come la “consapevolezza che l'evoluzione di un sistema non produrrà stati indesiderati”. In termini più semplici, significa sapere che le nostre azioni e le conseguenze di determinati incidenti non provocheranno danni né a persone né a cose.

Attualmente il termine sicurezza e il concetto di incidente non sempre vengono posti in relazione. Dovrebbe essere invece ben chiaro che una delle cause principali che portano al verificarsi di un incidente dannoso è il mancato rispetto delle norme di sicurezza e che questo può (e deve) essere previsto e prevenuto adottando soluzioni costruttive adeguate.

La sicurezza - in generale - si ha in assenza di pericoli: un concetto difficilmente traducibile nella vita reale; il rispetto delle norme di sicurezza, però, rende più difficile il verificarsi sia di eventi dannosi che di incidenti e si traduce, sempre, in una migliore qualità della vita.

Il concetto di sicurezza deve essere quindi inteso nell'accezione più ampia del termine, includendo sia la sicurezza antinfortunistica (volta a ridurre il rischio di lesioni) che la sicurezza intesa come protezione da atti vandalici e/o tentativi di effrazione.

1.3 I VETRI DI SICUREZZA

Si definiscono vetri di sicurezza le tipologie di vetro le cui caratteristiche di rottura sono state modificate tramite lavorazioni di trasformazione, conferendo loro le “modalità di rottura sicura”.

Secondo le normative vigenti, la modalità di rottura può essere considerata sicura se la lastra di vetro si rompe in modo tale da ridurre al minimo il rischio di danni a persone o cose, cioè da non poter provocare lesioni significative.

Sulla base del comportamento alla rottura sono considerati vetri di sicurezza i vetri stratificati di sicurezza e i vetri temprati di sicurezza che corrispondono ai requisiti delle rispettive norme di prodotto.

Non possono essere considerati vetri di sicurezza:

- il vetro ricotto, cioè il vetro ordinario;
- il vetro indurito, termicamente o chimicamente, la cui rottura avviene in pezzi grossolani e in grado di provocare ferite.

Il vetro armato pur non rispondendo pienamente alle “modalità di rottura sicura”, può essere utilizzato in limitate applicazioni in edifici storici, nel caso di sostituzioni di copertura, per la sua capacità di offrire una resistenza residua post-rottura, oltre ad una certa capacità di ritenzione dei frammenti.

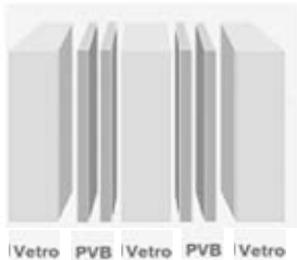
I prodotti vetrari immessi sul mercato devono essere corredati di marcatura CE e le loro caratteristiche prestazionali e di durabilità sono garantite dal produttore, che se ne assume la responsabilità della conformità alla Dichiarazione di Prestazione. Se poi sono marchiati anche CSICERT UNI, ciò significa che sono stati sottoposti ad un controllo più efficace e severo perché in tale procedura interviene anche un ente esterno sulla base di Regolamenti CSI specifici di prodotto. Vedi Capitolo 10.

1.3.1 Il vetro stratificato di sicurezza

Si definisce vetro stratificato (UNI EN 12543-1) il vetro composto da almeno due lastre, tenute solidali da uno o più fogli di intercalare¹ (materiale plastico), generalmente PVB (polivinilbutirrale).

Variando il numero delle lastre e degli strati di materiale plastico, si ottengono prodotti diversi in grado di coprire una vasta gamma di livelli di sicurezza e protezione.

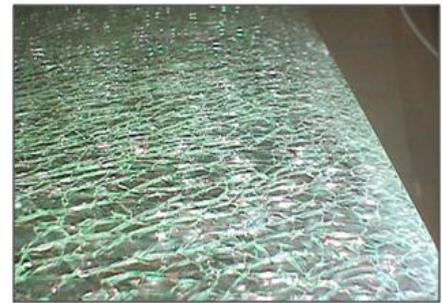
Nel vetro stratificato di sicurezza (UNI EN 12543-2), in caso di rottura, l'intercalare serve a trattenere i frammenti di vetro e offrire resistenza residua, limitando le dimensioni dell'apertura e riducendo il rischio di ferite da taglio e perforazione, e, in particolari applicazioni, anche quello di caduta nel vuoto.



a) schema di assemblaggio



b) lastra stratificata di sicurezza



c) rottura di una lastra stratificata di sicurezza, con vetri temprati

1.3.1.1 Il vetro stratificato acustico di sicurezza

Il vetro stratificato di sicurezza composto con intercalari plastici specifici risponde in modo ottimale anche alle prestazioni richieste in materia di isolamento acustico, come più nel dettaglio è illustrato nel Capitolo 6.

1.3.1.2 Il vetro stratificato di sicurezza resistente al fuoco

Talune composizioni di vetri stratificati di sicurezza hanno anche caratteristiche di resistenza al fuoco, come più nel dettaglio è illustrato nel Capitolo 7.

1.3.2 Il vetro temprato di sicurezza

Si definisce vetro temprato di sicurezza la lastra sottoposta ad uno specifico trattamento termico che ne aumenta le caratteristiche di resistenza, meccanica e termica, e ne caratterizza la modalità di rottura.

Il vetro temprato di sicurezza, le cui caratteristiche di frammentazione sono definite dalla norma UNI EN 12150-1, si rompe in numerosi frammenti con bordi generalmente arrotondati e di ridotte dimensioni e deve essere marcato in modo permanente, recando il numero di questa norma.



Schema lastra monolitica



Lastra temprata rotta

¹ Intercalare: Vedi Definizioni a pagina 10.

La eventuale presenza di tracce di solfuro di nichel, che non sono individuabili a occhio nudo, può generare la rottura delle lastre temprate termicamente. Tale rischio viene drasticamente ridotto sottoponendo i vetri temprati di sicurezza al trattamento HST (Heat Soak Test - UNI EN 14179-1 e -2).

In caso di vetro sottoposto ad HST, la Dichiarazione di Prestazione² dovrà recare il numero di questa norma, numero che dovrà essere riportato in modo permanente anche sul vetro stesso.

Al paragrafo seguente sono esposti i casi in cui l'utilizzo di un prodotto temprato di sicurezza sottoposto a HST è obbligatorio.

1.4 LA NORMA UNI 7697:2014

La norma UNI 7697:2014 - Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie, la cui ultima versione, a seguito di un puntuale processo di revisione e aggiornamento, è in vigore dal maggio 2014, stabilisce i criteri di scelta dei vetri in funzione della destinazione d'uso, al fine di garantire i requisiti minimi di sicurezza, indicando le tipologie ammesse nelle varie applicazioni e costituendo un riferimento nei rapporti tra i vari soggetti ed operatori coinvolti.

La norma UNI 7697 deve essere considerata uno strumento di lavoro quotidiano da tutti gli operatori del settore (progettisti dell'opera, dei kit e dei relativi componenti³, costruttori, serramentisti, vetrai e rivenditori).

In essa sono infatti contenuti tutti i riferimenti agli standard prestazionali in vigore relativamente alle applicazioni vetrarie considerate; inoltre, nella prima parte, contiene una lista di definizioni relative a tutti quei tipi di vetro che, in appropriati spessori e dimensioni, possono offrire garanzie di sicurezza sufficienti nelle situazioni d'uso previste.

Fermo restando il rimando al testo della norma, che dovrà essere esaminata nella sua interezza considerata l'articolazione delle disposizioni in essa contenute, riportiamo di seguito alcune indicazioni utili alla consultazione delle presenti Linee Guida.

1.4.1 Scopo e campo di applicazione

La norma non si applica alle vetrate coperte da norme specifiche, come ad esempio i vetri montati su mobili o quelli installati su mezzi di trasporto terrestri e navali.

La norma esamina le vetrate in funzione del contesto in cui sono collocate, della funzione, del posizionamento, del tipo di montaggio e della possibilità di contatto con le persone; in funzione di tutto questo, prescrive il tipo ed il livello prestazionale delle lastre utilizzabili.

Al fine di orientare verso la scelta del vetro di sicurezza più idoneo, la norma considera diversi tipi di azioni/sollecitazioni che si presume possano agire sulla vetrata installata.

Tra queste, particolare attenzione verrà rivolta agli urti dovuti all'impatto di una persona (UNI EN 12600) e agli urti di pietre, colpi di mazza e/o di ascia, dovuti ad atti vandalici o tentativi di effrazione (UNI EN 356).

La prescrizione normativa è fatta tenendo conto delle sollecitazioni prevedibili e dei rischi che eventuali rotture possono provocare alla comunità, a persone e a cose.

² Dichiarazione di Prestazione (DoP): Vedi Definizioni a pagina 10.

³ Progettista, Progettista del kit: Vedi Definizioni a pagina 10.

1.4.2 Criteri di scelta delle lastre da impiegare

La norma individua i casi in cui si presentano potenziali pericoli, per i quali prescrive l'uso di specifiche tipologie di vetri di sicurezza indicandone la classe prestazionale minima. In tutti i casi che presentano un potenziale pericolo si dovranno installare sempre vetri di sicurezza, sulla base delle indicazioni riportate.

Nel caso in cui l'urto sulla vetrata isolante sia prevedibile solo da un lato, il vetro di sicurezza deve essere installato sul lato del possibile impatto durante l'impiego; in fase progettuale, comunque, dovranno essere tenute in considerazione le conseguenze della rottura di entrambe le lastre e su questa base decidere quale vetro utilizzare per ogni lato.

Va anche evitato il problema della caduta di frammenti che si verifica in caso di rottura del vetro temprato termicamente; la norma, in funzione del tipo di montaggio e della posizione delle lastre, indica quando un prodotto temprato debba essere sottoposto al trattamento HST.

N.B. Qualora si utilizzino vetrate di composizione asimmetrica⁴, per spessore o tipologia di lastra, al fine di assicurare la prestazione dichiarata occorre rispettare il verso a cui la vetrata è stata sottoposta a prova, indicato dal produttore.

1.4.2.1 Osservazioni sui Prospetti 1 e 2 della norma UNI 7697

La norma si avvale di due Prospetti per indicare quali tipologie di vetro siano ammissibili nelle diverse applicazioni elencate.

Nei Prospetti è indicato anche quando la funzione delle lastre debba essere assicurata anche in caso di rottura del vetro; in questi casi viene prescritta una particolare composizione del vetro stratificato di sicurezza. Per i casi di particolare criticità è consigliata la verifica in condizioni reali.

Per le coperture e per le superfici calpestabili, è necessario prestare attenzione ai valori di scivolamento, nel rispetto del punto 8.2.2 del D.M. n. 236 del 14-06-1989, fornendo vetri con caratteristica antisdrucchiolo (valori maggiori di 0.40, sia in condizioni asciutte che bagnate).

Per i prodotti ad elevato assorbimento energetico, con la finalità di ridurre il rischio di rottura per differenziale termico a causa delle condizioni ambientali o di montaggio, si suggerisce di verificare se sia opportuno utilizzare vetri di sicurezza temprati o stratificati temprati.

Come è facilmente riscontrabile dalla lettura della norma, essa pone un'elevata attenzione su alcune applicazioni vetrarie per specifiche destinazioni d'uso, in modo particolare i luoghi pubblici o di pubblica utilità, come ad esempio scuole, asili e ospedali ecc., per i quali prescrive l'uso di vetri di sicurezza, e per entrambe le lastre all'interno della vetrata isolante, anche per vetrazioni il cui bordo inferiore sia installato a oltre 1 m di altezza dal calpestio.

Tra le principali novità introdotte dall'edizione 2014 della norma, rimandando alla lettura del testo integrale per completezza d'informazione, si ritiene opportuno segnalare quanto segue:

- la specifica trattazione delle caratteristiche di sicurezza di ogni singola lastra costituente la vetrata isolante;
- la prescrizione di vetri di sicurezza per la lastra interna della vetrata isolante, anche se posta ad un'altezza superiore ad 1 m dal piano di calpestio;
- la prescrizione di vetri di sicurezza per la portafinestra, indipendentemente dall'altezza dal piano di calpestio.

⁴ Vetrata isolante asimmetrica: Vedi Definizioni a pagina 10.

L'adozione dei tipi di lastra da impiegare, prescritti nei Prospetti 1 e 2 della norma, è vincolante, a meno che il rischio di danno connesso a quella particolare applicazione sia stato eliminato con provvedimenti o protezioni adeguati.

Per una corretta progettazione delle vetrate, si devono considerare le condizioni di posa, la tipologia di applicazione e la destinazione d'uso, le caratteristiche geometriche, il tipo di fissaggio e i carichi agenti.

È bene inoltre ricordare che la scelta del vetro di sicurezza e la relativa applicazione non esimono il progettista del kit o del vetro dall'eseguirne il dimensionamento.

Il calcolo dello spessore della vetrata, la cui tipologia di vetro è stabilita in accordo con le indicazioni fornite dalla norma UNI 7697, infatti, rappresenta parte integrante della valutazione e va eseguito secondo quanto prescritto dalle norme di riferimento vigenti (UNI/TR 11463 e prEN 16612:2013).

Non si esclude anche il ricorso a verifica sperimentale; in questo caso la norma raccomanda di rivolgersi a laboratori notificati ai sensi del Regolamento (UE) N. 305/2011 (come ad esempio la Stazione Sperimentale del Vetro, www.spevetro.it), in grado di garantire che le prove riproducano con sufficiente approssimazione le azioni che si vogliono simulare e per le quali si intende dimensionare il vetro.

1.4.3 Indicazioni per l'edilizia scolastica

Il Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca (MIUR) nell'aprile 2013 ha emanato proprie Linee Guida, che escludono l'utilizzo di vetri temprati, precisando che gli infissi devono essere realizzati, sia all'interno che all'esterno, con vetri stratificati di sicurezza 2(B)2. Tali Linee Guida ministeriali prescrivono per le superfici vetrate la classe 1(B)1 fino a 90 cm di altezza da terra.

Al riguardo di queste applicazioni, nel Prospetto 2 della 7697:2014 sono indicate anche le tipologie e le prestazioni minime dei vetri per serramenti, esterni ed interni, e delle pareti divisorie installati in asili, scuole di ogni ordine e grado e relative pertinenze, in perfetta sintonia con le Linee Guida del MIUR. Tutte le lastre, monolitiche o assemblate in vetrata isolante, debbono essere costituite da vetri stratificati di sicurezza di classe 2(B)2. Se sussiste il rischio di caduta nel vuoto nonché nei casi di superfici vetrate con lato inferiore ad altezza non superiore a 100 cm da terra, la tipologia è confermata ma la classe prestazionale è innalzata a 1(B)1; si ritiene utile sottolineare che le indicazioni della norma UNI 7697 (100 cm) sono più cautelative.

1.5 COME RICONOSCERE UN VETRO DI SICUREZZA

Il vetro deve essere fornito corredato di marcatura CE e deve essere resa disponibile la Dichiarazione di Prestazione (DoP, vedi Capitolo 11) che ne specifica le caratteristiche prestazionali.

All'interno dell'Appendice D sono presentati alcuni esempi di tipologie di elementi vetrari impiegati in edilizia, corredati dai valori prestazionali più significativi, tra cui le caratteristiche di sicurezza.

CAPITOLO 2. RESISTENZA MECCANICA

Il vetro è un solido amorfo che, per la sua composizione fisico chimica, è caratterizzato da un comportamento elastico fino al raggiungimento della rottura. A differenza dei materiali comunemente utilizzati nel settore delle costruzioni, il vetro non è in grado di attuare una redistribuzione plastica delle tensioni; ne deriva che il collasso del vetro avviene prevalentemente a partire dai punti più sollecitati, o dove siano presenti microcricche o difetti, quali, ad esempio, potrebbero essere bordi e spigoli. Il suo comportamento fragile ne condiziona le modalità di utilizzo, per le quali è necessaria una piena conoscenza dei parametri meccanici e termici che lo caratterizzano: nella tabella di seguito riportata sono richiamati i principali parametri di interesse.

Tabella 1 [Fonte: UNI EN 572-1]

Proprietà	Simbolo	Unità di misura	Valore
Densità (a 18°C)	ρ	[kg/m ³]	2500
Durezza (Knoop)	HK _{0,1/20}	Gpa	6
Modulo di Young (modulo di elasticità)	E	[MPa]	70000
Coefficiente di Poisson	μ	[-]	0.2
Resistenza a flessione caratteristica	f _{g,k}	[MPa]	45
Capacità termica specifica	C	[J/(kg K)]	720
Coefficiente medio di espansione lineare tra 20° e 300° C	α	[1/ K]	9x10 ⁻⁶
Resistenza contro il differenziale di temperatura e la variazione improvvisa di temperatura		[K]	40 ⁽¹⁾
Conduttività termica	λ	[W/(m K)]	1
Indice di rifrazione medio alle radiazioni visibili (da 380 nm a 780 nm)	N	[-]	1.5
Emissività (corretta)	ε	[-]	0.837
⁽¹⁾ Valore generalmente accettato che è influenzato dalla qualità del bordo e dal tipo di vetro			

In considerazione del ritiro, senza sostituzione, della norma UNI 7143:1972 obsoleta e del tutto inadeguata, e in attesa della norma europea EN 16612, indicazioni procedurali per il dimensionamento degli spessori delle lastre in vetro con funzione di tamponamento sono fornite dal Rapporto Tecnico UNI/TR 11463, che, per la sua natura, non può essere considerato tra i riferimenti tecnici di cui al cap. 12 del D.M. 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le costruzioni”, di seguito NTC⁵, a causa dei limiti metodologici imposti dai regolamenti CEN, ma che ha preso a riferimento metodi e principi della normativa europea medesima.

I succitati UNI/TR 11463 e EN 16612 condividono lo stesso approccio, non più basato sul metodo deterministico delle tensioni ammissibili, ma sul metodo semiprobabilistico agli stati limite.

Per le applicazioni strutturali del vetro soggetto a carichi (travi, solai, colonne, coperture, ecc.) si ricorda l'esistenza delle Istruzioni CNR DT210 del dicembre 2013.

⁵ NTC: Vedi Definizioni a pagina 10.

2.1 LE AZIONI E I CARICHI

In accordo col Capitolo 3 delle Norme Tecniche delle Costruzioni, relativo alle Opere Civili e Industriali, per gli elementi in vetro oltre a considerare il peso proprio e i carichi variabili legati alla destinazione d'uso dell'opera, bisogna valutare le azioni del vento e della neve su essi insistenti.

2.1.1 Carichi variabili

Comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera e sono riportati nella Tab. 3.1.II – *Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici* del Capitolo 3 delle NTC.

2.1.1.1 Carichi verticali uniformemente distribuiti

Sono indicati con q_k [kN/m²] all'interno delle NTC.

2.1.1.2 Carichi verticali concentrati

Indicati con Q_k [kN] all'interno delle NTC, sono da utilizzare per verifiche locali distinte e non vanno sovrapposti ai corrispondenti carichi verticali ripartiti.

2.1.1.3 Carichi orizzontali lineari

Indicati con H_k [kN/m] all'interno delle NTC, devono essere utilizzati per verifiche locali e non si sommano ai carichi utilizzati nelle verifiche dell'edificio nel suo insieme e devono essere applicati:

- alla quota di 1.20 m dal piano di calpestio: per pareti;
- alla quota del bordo superiore: per parapetti o mancorrenti.

2.1.2 Azioni del vento

La velocità di riferimento v_b è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni. Da essa dipendono la pressione sulle facce dell'edificio perpendicolari alla direzione del vento e l'azione tangenziale del vento, esercitata sulle facce, invece, ad esso parallele.

$$v_b = v_{b,0} \text{ per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a(a_s - a_0) \text{ per } a_0 < a_s < 1500 \text{ m}$$

dove:

$v_{b,0}$, a_0 , k_a sono parametri forniti all'interno delle NTC e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame;

a_s è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione.

La Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008, emanata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, fornisce, inoltre, il metodo di calcolo della velocità di riferimento riferita ad un generico periodo di ritorno.

2.1.2.1 Pressione del vento

La velocità di riferimento è necessaria per poter procedere al calcolo della pressione del vento, data dall'espressione:

$$p_f = q_b \times c_e \times c_p \times c_d$$

dove:

q_b è la pressione cinetica di riferimento, ed è proporzionale a v_b ;

c_e è il coefficiente di esposizione;

c_p è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento;

c_d è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

2.1.2.2 Azione tangenziale del vento

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

$$p_f = q_b \times c_e \times c_f$$

dove:

q_b , c_e sono definiti nell'espressione precedente;

c_f è il coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento o, in assenza di più precise valutazioni, dalla Circolare 617.

2.1.2.3 Particolari precauzioni progettuali

Ulteriori precauzioni progettuali, quali effetti torsionali, distacco di vortici e fenomeni di natura aeroelastica, sono oggetto di approfondimento all'interno delle NTC.

2.1.3 Azioni della neve

2.1.3.1 Carico neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \times q_{sk} \times C_E \times C_t$$

dove:

q_s è il carico neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura, attraverso il quale si tiene anche conto delle combinazioni di carico di neve e vento ed eventualmente di fenomeni più complessi, quali effetti locali dovuti a sporgenze, neve aggettante rispetto il bordo o barriere paraneve;

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m^2], per un periodo di ritorno di 50 anni;

C_E è il coefficiente di esposizione;

C_t è il coefficiente termico.

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

2.1.3.2 Carico neve sulle coperture

Devono essere considerate le due seguenti principali disposizioni di carico, da cui il suddetto coefficiente di forma della copertura μ_i :

- carico da neve depositata in assenza di vento;
- carico da neve depositata in presenza di vento.

2.2 PRECAUZIONI PER I VETRI IN COPERTURA

Per aumentare la resistenza agli impatti della grandine, si consiglia di utilizzare il vetro temprato per la lastra esterna.

CAPITOLO 3. PRESTAZIONI LUMINOSE

Il flusso luminoso che colpisce una vetrata si divide in 2 componenti:

- la quantità di luce visibile che attraversa il vetro;
- la quantità che viene riflessa dalla vetrata.

Se rapportate al flusso luminoso incidente, da tali quantità si ottengono rispettivamente i rapporti di:

- trasmissione luminosa;
- riflessione luminosa;

Essi dipendono dallo spessore e dalla colorazione della vetrata, nonché, eventualmente, dalle sostanze che costituiscono i depositi superficiali.

La trasmissione luminosa (TL) è, quindi, una caratteristica specifica del materiale, funzionale ad ottenere l'opportuno livello di comfort visivo all'interno degli edifici e deve essere quindi prevista nelle caratteristiche prestazionali di progetto.

E' un valore fornito dal produttore ed è misurato in conformità alla norma EN 410.

La corretta illuminazione, disciplinata dalle disposizioni sanitarie per gli ambienti di vita e di lavoro, è in grado di garantire comfort ed economie energetiche e rappresenta, in genere, un parametro critico quando si intendano realizzare ambienti pubblici, uffici, scuole, negozi, ecc.

I produttori sono in grado di garantire anche altri parametri, anch'essi molto importanti per una corretta progettazione, quali i valori di riflessione interna ed esterna, l'indice di fedeltà del colore, ecc.

3.1 COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE DI TRASMISSIONE LUMINOSA DELLA FORNITURA

Il vetro deve essere fornito corredato di marcatura CE e deve essere resa disponibile la Dichiarazione di Prestazione (DoP, vedi Capitolo 11) che ne specifica le caratteristiche prestazionali.

CAPITOLO 4. PRESTAZIONI TERMICHE

4.1 LEGISLAZIONE IN MATERIA DI RENDIMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

La Direttiva europea 2010/31/UE prescrive che ogni Paese disciplini i consumi e il rendimento energetico degli edifici; pur non fissando i valori prestazionali da assicurare, essa demanda tale disciplina agli Stati membri, che devono provvedere affinché tutti gli edifici di nuova costruzione siano a energia quasi zero entro il 2021.

Alla data di pubblicazione del presente documento, la legislazione che in Italia regola le prestazioni energetiche degli edifici in ottemperanza a quanto indicato dalla suddetta Direttiva è rappresentata dal D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 (G.U. n. 222 del 23/09/2005) successivamente modificato ed integrato da numerosi provvedimenti legislativi, primi tra tutti il D. Lgs. 29 dicembre 2006 n. 311, la legge 90 del 2013 e il D.P.R. 2 aprile 2009 n. 59.

Le Linee Guida Nazionali di cui al D.M. 26 giugno 2009, come modificato dal D.M. 22 novembre 2012, riportano una proposta di classificazione degli edifici, il modello di certificato energetico e il modello di attestato di qualifica energetica. Relativamente alla figura del certificatore energetico si fa riferimento al D. Lgs. 30 maggio 2008, n. 115 e s.m.i..

Un altro riferimento normativo importante, infine è rappresentato dal D.P.R. 26 agosto 1993 n. 412 (G.U. n. 96 del 14/10/1993 decreto attuativo della Legge 10/91) che, tra l'altro, reca in allegato la Tabella dei gradi/giorno dei Comuni italiani raggruppati per Regione e Provincia.

Tra gli aspetti disciplinati dal D. Lgs. 192/2005 e s.m.i. rientrano anche l'individuazione della metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche integrate degli edifici, l'applicazione di requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche e la definizione dei criteri generali per la certificazione energetica degli edifici.

4.2 TECNOLOGIE DISPONIBILI

La condizione essenziale perché le vetrate possano garantire l'isolamento termico degli edifici è che si impieghino vetrate isolanti. Gli sviluppi tecnologici hanno consentito di ottenere livelli di isolamento termico sempre più elevati, grazie all'applicazione sulle lastre di vetro di coating bassoemissivi e/o a controllo solare che sono applicati sulle lastre tramite sofisticati processi a caldo (pirolitico) o a freddo (magnetronico).

La trasmittanza termica complessiva del serramento è funzione della trasmittanza termica centrale della vetrata U_g , della trasmittanza del telaio U_f e tiene anche conto delle caratteristiche del canalino distanziatore.

Il valore di trasmittanza termica U_g è fornito direttamente dal produttore, che lo calcola secondo la norma UNI EN 673, ed incide in modo rilevante sul bilancio energetico invernale dell'edificio. La gamma prestazionale dei vetri è molto ampia: il valore di trasmittanza termica è compreso tra $U_g = 5.8$ W/m²K per il vetro singolo e $U_g = 1.0$ W/m²K per vetrate isolanti a singola intercapedine ad alte prestazioni, quale il 4-16-4 bassoemissivo con argon. Vetrate isolanti a doppia intercapedine (tripli vetri) raggiungono valori di trasmittanza termica fino a 0.5 W/m²K.

La tecnologia dei depositi sulle superfici delle lastre permette anche di filtrare la radiazione solare, riducendo il surriscaldamento degli ambienti e facendo risparmiare l'energia per il raffrescamento.

Le vetrate composte da vetro chiaro semplice sono quasi trasparenti rispetto alla radiazione solare. Depositi superficiali del tipo a controllo solare sono invece in grado di schermare la radiazione infrarossa.

Il parametro che esprime, in maniera adimensionale o in %, la quantità di calore che oltrepassa la vetrata è il fattore solare g, (talvolta chiamato anche FS); più contenuto è il fattore solare, minore è la quantità di energia solare che attraversa la vetrata, e da questo deriva un netto miglioramento nel bilancio energetico estivo dell'edificio. Il valore di questo parametro può variare moltissimo, oscillando da un minimo di 0.1 ad un massimo di 0.9 (10% - 90%).

Di fatto questi prodotti svolgono funzione di schermo e/o filtro solare.

I prodotti vetrari immessi sul mercato devono essere corredati di marcatura CE e le loro caratteristiche prestazionali e di durabilità sono garantite dal produttore, che se ne assume la responsabilità della conformità alla Dichiarazione di Prestazione. Se poi sono marchiati anche CSICERT UNI, ciò significa che sono stati sottoposti ad un controllo più efficace e severo perché in tale procedura interviene anche un ente esterno sulla base di Regolamenti CSI specifici di prodotto. Vedi Capitolo 10.

4.3 RISCALDAMENTO

Nel D. Lgs. 192/2005 e s.m.i., per quanto riguarda le superfici vetrate, all'elemento vetro è stato attribuito un valore di trasmittanza termica distinto da quello del serramento. In particolare, il Regolamento di attuazione del suddetto decreto, di cui al D.P.R. 59/2009, stabilisce che nei casi di ristrutturazione o manutenzione straordinaria, per tutte le categorie di edifici, ad eccezione della categoria E.8 (edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili), il valore massimo della trasmittanza termica (U) delle chiusure apribili ed assimilabili deve rispettare:

- per le chiusure trasparenti, comprensive degli infissi, i limiti riportati nella tabella 4a di cui al punto 4 dell'allegato C al decreto;
- per i soli vetri, i limiti riportati nella tabella 4b di cui al punto 4 dell'allegato C al decreto.

Le tabelle sono di seguito sintetizzate.

Tabella 2 - Valori limite della trasmittanza termica U espressa in W/m^2K - Tabella riassuntiva delle tabelle 4a e 4b, Allegato C - D. Lgs. 311/2006

ZONA CLIMATICA	TRASMITTANZA DEL SERRAMENTO DAL 1° GENNAIO 2010 U (W/m^2K)	TRASMITTANZA DEL VETRO DAL 1° GENNAIO 2011 U (W/m^2K)
A	4.6	3.7
B	3.0	2.7
C	2.6	2.1
D	2.4	1.9
E	2.2	1.7
F	2.0	1.3

N.B. - È opportuno verificare l'esistenza di limiti prestazionali più restrittivi fissati da eventuali normative locali.

In accordo con l'art. 4, comma 2 del D.P.R. 59/2009, nel caso di edifici di nuova costruzione e nei casi di ristrutturazione di edifici esistenti, non sono imposti limiti alla trasmittanza delle chiusure trasparenti; tuttavia, affinché siano rispettati i limiti agli indici di prestazione energetica (casi invernale ed estivo) i serramenti devono implicitamente possedere adeguate caratteristiche prestazionali.

4.3.1 L'isolamento termico del vetro

Il valore di trasmittanza termica U, proprio di ciascun tipo di prodotto vetrario, disciplinato dalla EN 673, è il valore, fornito direttamente dal produttore, che definisce il livello di isolamento termico del vetro e ne indica l'efficacia.

Le prestazioni di termoisolamento sono determinate dalla composizione e dalle caratteristiche delle vetrate isolanti (disciplinate dalle norme EN 1279, 1-6).

I vetri bassoemissivi assemblati in vetrata isolante garantiscono, di fatto, prestazioni di isolamento termico sei volte più elevate di un vetro singolo, con evidente abbattimento dei costi di riscaldamento e delle emissioni di CO₂ nell'ambiente.

Gli effetti sono positivi su tutto il territorio italiano, sebbene il parametro diventi, chiaramente, critico ed economicamente sempre più motivante passando dalla zona A (estremo sud) alle zone più fredde.

4.3.2 Suggerimenti e controlli applicabili alle vetrate isolanti con coating⁶

I coating hanno raggiunto un elevato livello di trasparenza e neutralità, rendendo il prodotto finito simile ad una comune vetrata isolante (senza coating).

Per tale ragione non è sempre possibile verificare "ad occhio nudo" se la vetrata isolante fornita sia effettivamente dotata di deposito.

Di seguito si forniscono alcuni suggerimenti pratici per verificare il prodotto finito installato:

- in primo luogo è sempre bene rivolgersi a fornitori (vetreria/serramentista) affidabili e di comprovata esperienza;
- nessun vetro attualmente commercializzato può garantire in versione monolitica valori U_g inferiori a 3.4 (W/m² K). Per ottenere valori U_g inferiori è sempre necessario ricorrere a vetrate isolanti;
- il diverso posizionamento del deposito sulla lastra (esterna o interna - faccia 2 o faccia 3) delle vetrate isolanti, può far variare l'aspetto cromatico e prestazionale. E' quindi importante che il posizionamento del coating si mantenga uniforme sull'intera facciata dell'edificio, così da evitare effetti indesiderati di disomogeneità dell'aspetto;
- la presenza di un coating può essere facilmente rilevata anche con strumenti specifici, senza danneggiare le vetrate;
- per rilevare il coating in modo "pratico" si può ricorrere ad un semplice accendino, ponendolo in prossimità della vetrata isolante: le quattro superfici della vetrata isolante (due per ogni lastra) rifletteranno quattro immagini della fiammella dell'accendino; se tali immagini sono di colore identico non ci sono depositi, poiché la presenza dello stesso modifica in maniera distinguibile il colore di una delle quattro fiammelle riflesse;
- in caso di grandi commesse o di situazioni delicate, si consiglia di prelevare una vetrata isolante da un qualunque lotto di fornitura e di inviarla ad un laboratorio notificato ai sensi del Regolamento (UE) N. 305/2011 (quale, per esempio, la Stazione Sperimentale del Vetro) per verificarne la conformità a quanto richiesto dal committente (spessore vetri, presenza coating, riempimento gas, ecc.).

⁶ Coating: Vedi Definizioni a pagina 10.

4.4 RAFFRESCAMENTO

4.4.1 Sistemi schermanti esterni o filtranti

L'art.4 comma 19 del D.P.R. 59/2009 prescrive che per edifici nuovi o ristrutturazioni di edifici con superficie utile maggiore di 1'000 m² sia obbligatorio adottare sistemi schermanti esterni; essi tuttavia non sono necessari, previa valutazione tecnico-economica, nel caso siano utilizzati vetri a controllo solare con un fattore solare $g \leq 0.5$. Le prescrizioni del Fattore Solare non si applicano alle categorie E6 (adibite ad attività sportive) ed E8 (adibite ad attività industriali ed artigianali).

L'art.4 comma 20 del D.P.R. 59/2009 prescrive in tutti gli altri casi l'adozione di sistemi schermanti o filtranti, che non sono necessari nel caso di utilizzo di vetri a controllo solare con un fattore solare $g \leq 0.5$. Anche in questo caso le prescrizioni del fattore solare non si applicano alle categorie E6 (adibite ad attività sportive) ed E8 (adibite ad attività industriali ed artigianali).

Poiché per i presenti Decreti vale la "clausola di cedevolezza", tali valori possono essere più severi qualora vi sia una legge/regolamento regionale e/o comunale, avente validità nel territorio, che prescriva prestazioni superiori.

4.4.2 Gli apporti solari attraverso il vetro

Il fattore solare g , specifico di ciascun tipo di prodotto vetrario, viene fornito dai fabbricanti ed indica la percentuale di energia termica che entra attraverso il vetro, rispetto al totale di quella incidente.

Il fattore solare è un parametro determinante nella progettazione orientata al risparmio energetico, soprattutto quando gli ambienti presentano ampie superfici vetrate. Esso ha un'importanza molto rilevante nella determinazione del bilancio energetico complessivo dell'edificio, infatti gli apporti solari gratuiti riducono il fabbisogno energetico per il riscaldamento, ma possono essere controproducenti per il consumo estivo.

Come detto in precedenza, infatti, per ottenere un basso fattore solare g , si utilizzano vetri con deposito metallico o vetri colorati; questo ha l'effetto collaterale di ridurre la trasmissione luminosa.

4.5 COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE ENERGETICHE DELLE VETRATE

Il vetro deve essere fornito corredato di marcatura CE e deve essere resa disponibile la Dichiarazione di Prestazione (DoP, vedi Capitolo 11) che ne specifica queste caratteristiche prestazionali.

All'interno dell'Appendice D sono presentati alcuni esempi di tipologie di elementi vetrari impiegati in edilizia, corredati dai valori prestazionali più significativi, tra cui le caratteristiche energetiche.

CAPITOLO 5. ASSORBIMENTO ENERGETICO E STRESS TERMICO

5.1 FONDAMENTI DELLA SOLLECITAZIONE TERMICA

Il vetro viene definito generalmente come un materiale fragile, la cui rottura avviene, senza segnali premonitori, al superamento dei suoi limiti caratteristici. Questo accade quando carichi che possono avere origine differente (meccanica, termica, ecc.) raggiungono un determinato valore critico. Spesso le sollecitazioni termiche sono di difficile quantificazione. Un riscaldamento omogeneo del vetro non rappresenta di regola alcun problema, ma la presenza di un carico termico non omogeneo genera tensioni tali che possono condurre a rottura.

Come la maggior parte dei materiali, anche il vetro è soggetto al fenomeno della dilatazione termica, che avviene, com'è noto, a seguito di una variazione di temperatura. Se accade che due zone della stessa lastra raggiungono temperature molto diverse tra loro, la zona a temperatura superiore tende a dilatarsi mentre l'altra, a temperatura inferiore, oppone resistenza alla dilatazione. Questo causa la genesi di sforzi di trazione nella parte più fredda della lastra che possono portare alla rottura.

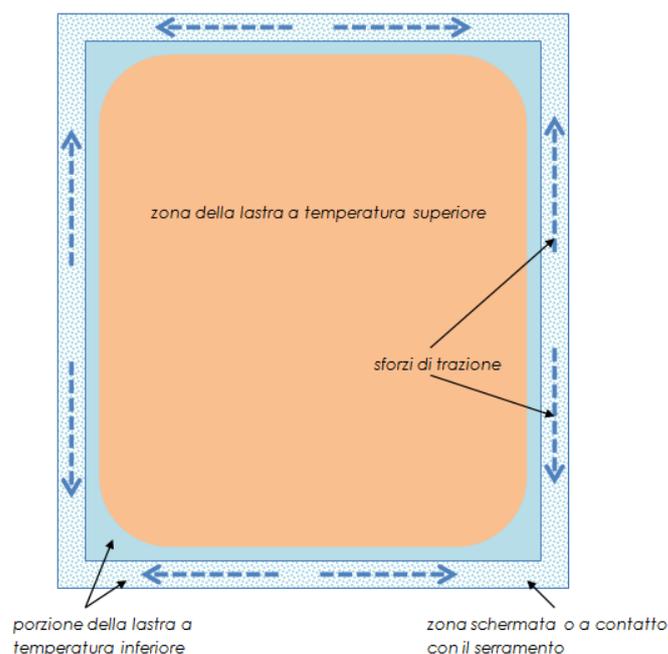
Va detto che l'intensità delle sollecitazioni di natura termica può essere molto diversa a seconda non solo dello stato termico del componente, ovvero delle differenze di temperature tra varie zone della lastra di vetro, ma anche a seconda della tipologia e della geometria della vetrata (forma e dimensioni, spessore, presenza di intercalare o di rivestimenti, vetrata isolante, struttura di sostegno o di supporto, ecc.). Tutto ciò va visto in relazione anche ai fattori esterni ed allo stato tensionale conseguente; è infatti evidente che con le dimensioni e la tipologia della vetrata (vetro stratificato, vetro isolante, ecc.) cambiano non solo la conducibilità termica, l'emissività, l'assorbimento energetico, ecc., ma anche le caratteristiche di resistenza alle sollecitazioni. In generale si può dire che laddove si possono generare più elevati gradienti termici, maggiore è il rischio di arrivare alla rottura.

Per esempio, infatti, in una lastra normalmente intelaiata sul perimetro, la porzione di vetro esposta alla radiazione solare diretta assorbe calore e, di conseguenza, aumenta la sua temperatura, mentre la parte intelaiata resta ad una temperatura inferiore in quanto viene schermata.

Per prevenire questi effetti, le norme forniscono indicazioni circa la resistenza al differenziale di temperatura di ciascuna tipologia di vetro [UNI EN 572-1 per il vetro ricotto, UNI EN 1863-1 per il vetro indurito termicamente e UNI EN 12150-1 per i vetri temprati termicamente].

La frattura conseguente a sollecitazioni termiche è ben identificabile in quanto ha origine dal bordo del vetro e si genera ortogonalmente a questo (90° attraverso lo spessore e 90° rispetto alla direzione del bordo - vedi figura sottostante).

L'andamento della frattura può variare in funzione dell'intensità delle tensioni termiche; può fermarsi a poca distanza dal bordo, serpeggiare al confine tra zona calda e zona fredda o dirigersi verso il centro della lastra.



Esempio di una sollecitazione termica in una lastra di vetro

Nel caso in cui il bordo del vetro presenti difettosità variamente causate o sopravvenute, l'innescò di tali rotture può avvenire anche con gradienti di temperatura relativamente bassi. Un'ulteriore causa di rottura è la concentrazione di calore riconducibile a corpi posizionati, anche temporaneamente, nelle immediate vicinanze del vetro.

5.2 INDICAZIONI PER LA PROGETTAZIONE DELLA VETRATA

5.2.1 Indicazioni per il progettista

Nelle moderne finestre e facciate, il vetro rappresenta un elemento fondamentale, destinato a sopportare carichi di diverso tipo. In linea generale è sufficiente attenersi alle normative e alle disposizioni di legge attualmente vigenti in materia. La presenza di carichi aggiuntivi, determinati da particolari condizioni strutturali o applicative, richiede invece una maggiore attenzione e l'adozione di ulteriori misure e provvedimenti in fase sia di progettazione sia di utilizzo.

Come detto in precedenza, non è facile prevedere o stimare le sollecitazioni di natura termica in una vetrata, se non ricorrendo a sistemi complessi di calcolo. In termini del tutto generali è possibile affermare che le vetrate isolanti per loro stessa natura sono soggette a carichi termici superiori, correlati ai più elevati differenziali di temperatura tra lastra interna e lastra esterna.

5.2.1.1 Dimensionamento della lastra in relazione ai carichi

Scelto il tipo di vetro da impiegare ai fini della sicurezza (vedi UNI 7697), la dimensione della lastra ed il suo spessore devono essere adeguati alla situazione di carico presente secondo il rapporto tecnico UNI/TR 11463. Oltre a tener conto dei tradizionali carico neve, carico vento e carichi climatici, è necessario prestare attenzione anche ad eventuali carichi termici. Carichi eccessivi, determinati ad esempio dalla mancata valutazione delle sollecitazioni termiche, possono comportare la rottura del vetro.

5.2.1.2 Valutazione del carico termico

5.2.1.2.1 Radiazione solare: esposizione e intensità della radiazione solare incidente

L'intensità della radiazione solare incidente dipende dalla posizione geografica dell'edificio (latitudine, altitudine, zona urbana o non), dall'orientamento della facciata (Nord, Sud, Est, Ovest), dalla stagione e dall'ora di esposizione, oltre che da altri fattori come la nuvolosità, l'inquinamento atmosferico, la riflessione del terreno o di altre strutture adiacenti.

5.2.1.2.2 Inclinazione della facciata

Tanto più la superficie vetrata risulta inclinata (fino all'orizzontale) e tanto più l'incidenza della radiazione su questa aumenta, maggiore è l'energia che viene accumulata nella vetrata stessa e di conseguenza la temperatura che questa raggiunge.

5.2.1.2.3 Valore di assorbimento energetico da parte del vetro isolante, presenza di trattamenti superficiali (coating, smaltature, serigrafie, ecc.)

Le sollecitazioni termiche tendono a crearsi in particolare nei vetri ad assorbimento energetico elevato, quali vetri colorati in massa o rivestiti con coating.

L'utilizzo di vetro a basso assorbimento energetico, quale il vetro extrachiaro a basso contenuto di ferro, riduce i rischi di rotture per sollecitazioni di natura termica.

Nel caso dei vetri dotati di armatura metallica l'accoppiamento dei due materiali (vetro e metallo) con coefficienti di dilatazione diversi può indurre localmente carichi tensionali aggiuntivi e aumentare il rischio di rottura.

5.2.1.2.4 Rivestimenti (film, pellicole adesive, vernici, ecc.)

Il rivestimento dei vetri con pellicola adesiva (ma anche con vernice) può dare origine a sollecitazioni termiche, in particolare nel caso di colori scuri. La probabilità di rottura aumenta e di questo fatto occorre tenere conto in sede di progettazione.

5.2.1.2.5 Variazione della temperatura esterna, ombre proiettate sul vetro (da frangisole, parti di edificio, ecc.)

L'intensità e la variazione della radiazione dipendono dalla stagione e dall'ora di esposizione, oltre che da altri fattori, quali quelli meteorologici, strutture adiacenti, ecc. Al mattino, in presenza di temperature dell'aria esterna basse e di irraggiamento solare, accade che il bordo della vetrata, inserito nella scanalatura del telaio, rimanga ad una temperatura più bassa rispetto al centro della lastra irraggiata.

Allo stesso modo, si generano sollecitazioni termiche quando il vetro risulta parzialmente ombreggiato, ad esempio da un albero, da altri edifici, da pilastri, o da dispositivi oscuranti esterni. La superficie ombreggiata può presentare una temperatura significativamente inferiore rispetto alla zona esposta alla radiazione solare diretta.

5.2.1.2.6 Precauzioni per applicazioni in climi freddi

In climi freddi è possibile che, durante la notte, avvengano rotture per sollecitazione termica nella lastra posizionata all'interno, a diretto contatto con l'ambiente riscaldato.

Le basse temperature esterne raffreddano i telai e di conseguenza il bordo del vetro, mentre la parte centrale del vetro mantiene una temperatura più calda.

Questo rischio può essere limitato utilizzando materiali a bassa conducibilità termica per il serramento e per il profilo distanziatore tra le lastre.

5.2.1.2.7 *Impiego di vetrate isolanti triple*

Nelle vetrate isolanti triple (doppia camera), specie se composte con più lastre rivestite con coating, si realizzano condizioni di sollecitazione termica particolarmente elevata.

Laddove le specifiche progettuali richiedano l'impiego di vetrate isolanti triple, per prevenire il rischio di rotture della lastra centrale è opportuno, in sede di progettazione, valutare la necessità di eventuali lavorazioni aggiuntive, come un'accurata molatura dei bordi o il trattamento termico.

In certi casi l'utilizzo di vetro extrachiaro a basso contenuto di ferro può essere sufficiente a ridurre il rischio.

5.2.1.2.8 *Tipo di telaio*

La tipologia e le caratteristiche termiche del telaio e del distanziatore condizionano direttamente la temperatura del bordo del vetro e possono così influenzare il rischio di rottura per sollecitazioni di natura termica. Telai ad elevata inerzia termica accentuano i gradienti termici creando condizioni di maggiore sollecitazione termica.

5.2.1.2.9 *Riscaldamento localizzato (radiatori, tubi radianti ad alta temperatura, ecc.), variazione della temperatura interna dell'abitazione (fancoils o surriscaldamenti localizzati), oggetti o strutture che trattengono o riflettono il calore sul vetro (tende, veneziane, ostruzioni retrostanti, ecc.)*

In linea generale è necessario evitare l'accumulo di calore nell'ambiente interno in prossimità delle vetrate. Anche la presenza di oggetti adiacenti al vetro può provocare un riscaldamento disomogeneo della lastra e la conseguente rottura. La superficie libera del vetro deve essere esposta al clima interno in maniera omogenea. Nel caso in cui sia stata prevista, in sede di progettazione, una protezione schermante interna, questa dovrà essere installata a sufficiente distanza dalla lastra di vetro, per consentire una idonea circolazione d'aria.

Corpi riscaldanti come i termosifoni o i ventilconvettori possono rappresentare una ulteriore causa di riscaldamento disomogeneo della superficie vetrata, e devono pertanto essere posizionati ad un'adequata distanza dal vetro. Nel caso in cui venga utilizzato un vetro trattato termicamente, tale distanza può essere tuttavia ridotta.

5.2.1.2.10 *Serramenti scorrevoli sovrapponibili senza adeguata aerazione*

Quando viene progettata una porta o una finestra scorrevole realizzata con vetrata isolante, in cui si possono verificare condizioni di sovrapposizione con altre superfici, si deve tener presente che tra questi elementi si viene a formare una camera aggiuntiva. In conseguenza della radiazione solare nella camera d'aria, non solo aumenta la temperatura ma il calore si disperde difficilmente, esponendo in tal modo le lastre di vetro ad un'ulteriore sollecitazione termica e quindi a rischio di rottura. In questi casi occorre valutare con cura quali siano le tipologie di vetro e/o le lavorazioni più idonee da utilizzare.

5.2.1.2.11 *Precauzioni nel caso di carichi termici elevati – differenziali termici*

Qualora si prevedano situazioni di carico termico dovuto a variazioni improvvise di temperatura o a elevati differenziali di temperatura sulla stessa lastra, già in sede di progettazione è possibile ridurre il rischio di rotture, ricorrendo a lavorazioni supplementari del bordo delle lastre (molatura) e all'impiego di vetro extrachiaro, oppure, nei casi più critici, di vetro indurito o temprato.

N.B. Il vetro deve essere fornito corredato di marcatura CE e deve essere resa disponibile la Dichiarazione di Prestazione (DoP, vedi Capitolo 11) che ne specifica la resistenza ai differenziali di temperatura.

CAPITOLO 6. ISOLAMENTO ACUSTICO

Le caratteristiche di fonoisolamento dei prodotti vetrari, indicate dalle norme EN 12758 ed EN 717, sono fornite dai produttori a seguito di test eseguiti in laboratori specializzati, su pannelli di dimensioni normate.

Non va dimenticato che le effettive prestazioni dei vetri possono variare sensibilmente in considerazione delle diverse dimensioni di impiego e soprattutto delle modalità di posa in opera.

Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997, attuativo della Legge quadro n. 447 del 26 ottobre 1995, fissa i requisiti di fonoisolamento relativi all'involucro, assegnando ad ogni tipologia di edificio il corrispondente valore di $D_{2m,nT,w}$ (isolamento acustico standardizzato di facciata); il range di abbattimento del livello sonoro di cui sopra è compreso tra 40 dB e 48 dB.

A seconda della composizione della vetrata, si possono raggiungere livelli di fonoisolamento in grado di soddisfare qualsiasi esigenza applicativa, anche con prestazioni maggiori di 48 dB.

N.B. Per aumentare le prestazioni antirumore di una **vetrata isolante**, è necessario utilizzare almeno uno stratificato antirumore che, a parità di spessore dei vetri, riduce sensibilmente la trasmissione del rumore.

6.1 LE PRESTAZIONI ACUSTICHE

Le prestazioni fonoisolanti degli edifici, in attesa delle nuove disposizioni normative sulla classificazione acustica delle unità immobiliari, sono disciplinate dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997 (G.U. n. 297 del 22/12/1997) per la "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", che definisce le grandezze di riferimento e altri parametri di valutazione.

Il D.P.C.M. classifica le tipologie edilizie (Tabella A – art. 2) e prescrive, per ciascuna delle parti componenti l'edificio, le relative prestazioni acustiche.

Tabella 3 - Classificazione degli ambienti abitativi (art. 2 D.P.C.M. 5 dicembre 1997)

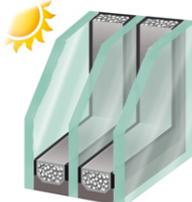
Classificazione degli ambienti abitativi	
A	Edifici adibiti a residenza o assimilabili
B	Edifici adibiti a uffici o assimilabili
C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
D	Edifici adibiti a ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
E	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
F	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Tabella 4 - Valori limite (Art. 3 D.P.C.M. 5 dicembre 1997)

Categorie edifici (da Tabella 9)	R_w	$D_{2m, nT, w}$	$L_{n, w}$	$L_{AS\ max}$	L_{Aeq}
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

R_w : proprietà fonoisolante degli elementi di separazione tra due unità immobiliari distinte;
 $D_{2m, nT, w}$: proprietà fono isolante della facciata;
 $L_{n, w}$: proprietà fono isolante del solaio da rumori di impatto, come ad esempio il calpestio;
 $L_{AS\ max}$: massimo livello di pressione sonora prodotta dai servizi a funzionamento discontinuo
 L_{Aeq} : massimo livello di pressione sonora prodotta dai servizi a funzionamento continuo.

A titolo indicativo, si forniscono i seguenti dati relativi alle possibilità del miglioramento del potere fonoisolante con vetrate isolanti di diversa composizione, con o senza stratificati acustici:

Vetrata isolante bassoemissiva 4/16/4	Isol. acust. R_w (dB)	Vetrata isolante bassoemissiva tripla 4/16/4/16/4	Isol. acust. R_w (dB)	Vetrata isolante acustica 6/16/44.1 A	Isol. acust. R_w (dB)	Vetrata isolante acustica 66.2A/16/44.2A	Isol. acust. R_w (dB)
	29		30		41		49

Ulteriori esempi di tipologie di elementi vetrari impiegati in edilizia, corredati dai valori prestazionali più significativi, tra cui la riduzione del rumore aereo diretto, sono contenuti all'interno dell'Appendice D.

6.2 COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE ACUSTICHE DELLE VETRATE

Il vetro deve essere fornito corredato di marcatura CE e deve essere resa disponibile la Dichiarazione di Prestazione (DoP, vedi Capitolo 11) che ne specifica queste caratteristiche prestazionali.

CAPITOLO 7. RESISTENZA AL FUOCO

I vetri resistenti al fuoco sono progettati per rispondere a tre differenti prestazioni:

- E: Ermeticità o tenuta: attitudine di un elemento ad offrire resistenza al passaggio delle fiamme e dei gas caldi al lato non esposto al fuoco, impedendo la combustione di elementi vicini a tale superficie;
- W: Resistenza all'irraggiamento: attitudine di un elemento a resistere ad un incendio agente su una sola faccia, limitando entro una specifica soglia la trasmissione di calore per irraggiamento, sia alla superficie non esposta al fuoco sia ad altri materiali ad essa adiacenti;
- I: Isolamento: attitudine di un elemento a sopportare l'esposizione ad un incendio agente su un solo lato, impedendo la propagazione per conduzione al lato protetto, evitando la combustione di materiali ad esso adiacenti e proteggendo le persone in prossimità.

Per ottenere la classificazione di resistenza al fuoco in base al D.M. 16 febbraio 2007, i prodotti devono soddisfare le condizioni di esposizione, i criteri prestazionali e le procedure di classificazione previste dalla norma EN 13501.

Per i prodotti vetrati sono quindi previste tre diverse classi di resistenza al fuoco in base alle prestazioni garantite:

- E;
- EI (mantenimento della temperatura media superficiale del lato non esposto $< 140^{\circ}\text{C}$ e con punte massime locali $< 180^{\circ}\text{C}$);
- EW (mantenimento della radiazione al di sotto di 15 W/m^2 a 1 m di distanza).

In base alla prestazione, vi sono prodotti che resistono 30' – 60' – 90' – 120'.

I produttori sono in condizione di fornire i vetri richiesti e le relative certificazioni prestazionali.

Grazie all'innovazione tecnologica e ad un continuo investimento nella ricerca, sono disponibili, infatti, prodotti vetrari che assicurano la classe prestazionale al fuoco richiesta anche per applicazioni specifiche, quali coperture calpestabili o lastre di grandi dimensioni, assicurando al contempo prestazioni aggiuntive, come il controllo solare e la sicurezza per gli utenti, mantenendo spessori contenuti.

7.1 COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA E REAZIONE AL FUOCO DELLE VETRATE

Il vetro deve essere fornito corredato di marcatura CE e deve essere resa disponibile la Dichiarazione di Prestazione (DoP, vedi Capitolo 11) che ne specifica queste caratteristiche prestazionali.

Tuttavia è opportuno verificare l'idoneità dell'intero sistema a garantire la compartimentazione richiesta.

CAPITOLO 8. MONTAGGIO

La norma di riferimento per il montaggio e la posa dei prodotti vetrari in opere edilizie è la UNI 6534:1974. Ulteriori indicazioni pratiche possono essere tratte dalla prEN 12488 o fornite dal produttore stesso.

In relazione alla sicurezza dell'installazione, devono essere rispettate, se presenti, anche tutte le altre prescrizioni emanate dalle Autorità o previste dalle norme di riferimento applicabili (Vigili del fuoco, ecc.).

I principi fondamentali da seguire durante le operazioni di montaggio sono i seguenti:

- il vetro non deve essere vincolato ai movimenti del serramento in cui è inserito; i due componenti debbono avere un buon grado di libertà reciproca;
- devono essere sempre evitati contatti diretti tra il vetro ed il serramento a mezzo di opportuni tasselli distanziatori;
- le schermature dei bordi, quali ad esempio la parte di lastra compresa nel telaio di un serramento, devono essere ridotte al necessario (l'aspetto è critico per i vetri ad elevato assorbimento energetico, vedi Capitolo 5).

Le vetrate trasparenti poste in luoghi di passaggio, che si trovino a rischio di impatto per la loro scarsa visibilità, devono essere adeguatamente segnalate sia in fase di montaggio/cantiere sia, successivamente, durante l'impiego.

Le lastre asimmetriche (per composizione e/o tipologia di superficie) devono essere orientate con il lato sottoposto ad impatto durante le prove rivolto verso la direzione di provenienza della sollecitazione da contrastare durante l'impiego.

Assovetro ha pubblicato le "Linee Guida per il montaggio delle vetrate isolanti", in cui si evidenziano i comportamenti virtuosi da adottare durante le operazioni di trasporto, montaggio, stoccaggio e movimentazione delle lastre, atti ad evitare il danneggiamento delle stesse o eventuali sollecitazioni meccaniche tali da danneggiare la funzionalità del giunto perimetrale.

Il trasporto delle lastre deve essere effettuato necessariamente in casse oppure su cavalletti, curandone il fissaggio così da evitare pressioni sulle vetrate.

Prima del montaggio bisogna controllare ogni singolo pannello di vetro ed evitare di installare gli elementi danneggiati o difettosi. Lo stoccaggio delle vetrate, mantenute in posizione verticale e reciprocamente distanziate con elementi distanziatori, deve avvenire in condizioni riparate da agenti fisici o chimici dannosi.

Sulla lastra montata l'eventuale inflessione, misurabile al centro della lastra sotto carico di esercizio, non dovrà superare 1/200 del lato minore della stessa, così da garantire nel tempo la funzionalità del giunto perimetrale.

8.1 SUGGERIMENTI PER IL CANTIERE

8.1.1 Stoccaggio del materiale in cantiere

Le vetrate vanno conservate, opportunamente distanziate tra loro, coperte, aerate e protette dall'umidità e dall'irraggiamento solare diretto; in caso contrario si possono verificare condizioni critiche le quali possono favorire una rottura per sollecitazione termica, nonché compromettere la

durabilità. Bisogna proteggere non solo la superficie, ma soprattutto il bordo del vetro da danneggiamenti.

8.1.2 Precauzioni durante i lavori di cantiere

Durante il periodo di esercizio del cantiere, la presenza di impalcature temporanee può generare ombre statiche sulle superfici vetrate che potrebbero portare a rotture per elevato gradiente termico.

Nel caso in cui, successivamente alla installazione di finestre e vetrate, venga effettuata una qualunque lavorazione da cui ne consegua l'insorgere di elevate temperature in prossimità dei vetri, la superficie vetrata andrà adeguatamente protetta.

Qualora le vetrate siano posate prima dell'ultimazione dei lavori che possono interessare la facciata, è bene che siano protette coprendole interamente.

8.1.3 Precauzioni a fine lavori di cantiere

Dopo il montaggio delle parti vetrate, è necessario rimuovere tempestivamente adesivi ed altre componenti opache che possano schermare l'irraggiamento solare e quindi creare sollecitazioni termiche, a rischio rottura.

Alla fine dei lavori di cantiere, è opportuno che la facciata sia lavata con abbondante irrorazione di acqua per eliminare residui di sostanze alcaline derivanti dai vari componenti edili impiegati.

CAPITOLO 9. MANUTENZIONE

Il vetro si lava con i normali prodotti reperibili sul mercato, evitando di esercitare abrasioni meccaniche che lo potrebbero graffiare.

Le operazioni di pulizia e lavaggio del vetro devono avvenire in maniera tale da ridurre al minimo le sollecitazioni termiche; va quindi evitato l'utilizzo di acqua eccessivamente calda (o eccessivamente fredda d'estate) e di vapore ad alta pressione per un tempo prolungato su di una zona circoscritta della lastra.

Nella progettazione e nella realizzazione di edifici di elevata altezza, nonché in quelli caratterizzati dalla presenza di estese superfici vetrarie, è opportuno prevedere la possibilità di accesso alle superfici da pulire, anche facendo ricorso alla predisposizione di punti di ancoraggio di sistemi manutentivi esterni.

9.1 VETRI AUTOPULENTI

È la generazione di nuovi prodotti, realizzati dall'industria vetraria proprio per diminuire drasticamente l'esigenza delle operazioni di pulizia, particolarmente onerose sulle facciate.

Questi vetri consentono una ridotta manutenzione, grazie all'azione del deposito applicato sulla superficie, dalle spiccate capacità di fotocatalisi.

Il "deposito" determina il distacco dello sporco dalla superficie vetrata e la semplice azione dell'acqua piovana lo asporta.

CAPITOLO 10. ASPETTI PRESTAZIONALI E QUALITATIVI

La marcatura CE è obbligatoria e costituisce condizione necessaria per la libera circolazione dei prodotti nella comunità europea, rendendo i produttori responsabili della conformità del prodotto da costruzione alla Dichiarazione di Prestazione, che deve obbligatoriamente accompagnare il prodotto fornito.



In tutti i maggiori paesi europei, inoltre, sono adottate certificazioni volontarie di prodotto attestate da Marchi (in Italia Marchio CSICERT UNI) che per vetrate isolanti, vetri temprati e stratificati, possono essere apposti solo da aziende produttrici che adottano un sistema di controllo sul processo e sul prodotto definito da Regolamenti e più severo di quello richiesto dalla marcatura CE.



Tale sistema di controllo richiesto dai Regolamenti per il Marchio CSICERT UNI è sottoposto a verifiche ispettive eseguite senza preavviso presso le aziende licenziatricie da parte di Enti Esterni qualificati e notificati alla Commissione Europea (CSI e Stazione Sperimentale del Vetro). Nel corso di queste verifiche, vengono sistematicamente prelevati campioni da sottoporre a prova. Questo tipo di controlli non trova riscontro nei prodotti con sola marcatura CE, che non prevede né visite (tranne che per vetrate antiproiettile, antifluo e antiesplosione) né ripetizioni delle prove.

Come detto sopra, questi controlli sono finalizzati a verificare le prestazioni e ad assicurare una maggiore durabilità del prodotto per garantire maggiormente il cliente finale sulla qualità delle forniture che gli vengono consegnate.

Il prodotto certificato deve essere marchiato CSICERT UNI, secondo le modalità previste, per renderlo riconoscibile. L'azienda detentrica del marchio è in grado di documentarlo attraverso il certificato rilasciato dall'ente terzo (CSI).

In materia di qualità del prodotto, si ricorda inoltre che Assovetro ha promosso il "Disciplinare sulla Qualità ottica e visiva delle vetrate per serramenti", recepito nel 2011 nel Rapporto Tecnico UNI/TR 11404, che fornisce i riferimenti per garantire un livello qualitativo elevato e ben definito del vetro e rappresenta un valido strumento in sede contrattuale, utile anche per ridurre i contenziosi tra gli operatori interessati.

In esso si stabiliscono le modalità di esame delle vetrate ed i limiti entro i quali eventuali imperfezioni non siano da considerarsi difetti.

La lastra viene distinta in zona di battuta (B), zona bordo perimetrale (P) e zona principale di visione (V), e per ciascuna zona si chiariscono le tolleranze in riferimento alla presenza di:

- conchiglie e residui di scaglie;
- inclusioni, bolle, punti e macchie;
- residui puntiformi nell'intercapedine di vetrate isolanti;
- residui superficiali nell'intercapedine di colore bianco-grigiastro trasparente;
- graffi e graffi capillari.

Tali tolleranze, oltre ad essere diverse per ciascuna zona, cambiano in presenza di vetrate isolanti multiple e nel caso si utilizzi vetro stratificato o vetro temprato. Nel documento sono indicati anche i limiti di tolleranza accettabili.

CAPITOLO 11. DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE (DoP) E MARCATURA CE

11.1 DoP (REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011)

La Dichiarazione di Prestazione (DoP) deve contenere le seguenti informazioni previste dalla legislazione:

- il riferimento del prodotto-tipo per cui è stata redatta;
- i sistemi di valutazione e verifica della costanza della prestazione del prodotto;
- il numero di riferimento e la data di pubblicazione della norma armonizzata;
- l'uso o gli usi previsti del prodotto da costruzione;
- l'elenco delle caratteristiche essenziali secondo quanto stabilito nella specifica tecnica armonizzata applicabile;
- la prestazione di almeno una delle caratteristiche essenziali del prodotto;
- nome e numero di identificazione dell'organismo notificato, se pertinente;
- nome, denominazione commerciale registrata o marchio registrato e indirizzo del fabbricante;
- luogo e data di emissione;
- nome, funzioni e relativa firma del soggetto che rilascia la Dichiarazione in rappresentanza del fabbricante.

Inoltre vanno rese disponibili le ulteriori caratteristiche prestazionali richieste dalla commissione d'ordine.

Per alcune delle caratteristiche prese in esame nella presente Linea Guida, le norme di prodotto EN forniscono i valori standard generalmente accettati.

Per la redazione della Dichiarazione di Prestazione si può seguire il modello riportato all'Allegato III del Regolamento (UE) N. 305/2011, rielaborato nell'esempio proposto al termine del paragrafo.

11.2 MARCATURA CE (REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011)

Ai sensi del Regolamento, i fabbricanti, contestualmente alla redazione della Dichiarazione di Prestazione, che deve essere resa disponibile per ogni prodotto, devono apporre nel modo previsto dalla norma la marcatura CE, che deve essere visibile, leggibile e indelebile e deve contenere:

- ultime due cifre dell'anno in cui è stata apposta per la prima volta;
- nome e indirizzo della sede legale del fabbricante o marchio identificativo;
- codice unico di identificazione del prodotto tipo (e dell'organismo notificato, se del caso);
- numero di riferimento della Dichiarazione di Prestazione;
- riferimento alla specifica norma tecnica armonizzata e uso previsto.

Se il prodotto, per la sua natura e dimensioni, rendesse impossibile od ingiustificato l'apposizione di tutte le indicazioni richieste, queste possono essere fornite sull'imballaggio o sui documenti di accompagnamento.

ESEMPIO: Dichiarazione di Prestazione per una Vetrata isolante

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE N. FGH456			
Vetrata isolante per impiego in edifici e costruzioni	AnyCo Ltd, PO Box 21 B-1050		
EN 1279-5: 2010			
CARATTERISTICHE ESSENZIALI	Sistemi VVCP	Prestazione	Norma EN
Sicurezza in caso d'incendio			
Resistenza al fuoco	1	NPD	EN 13501-2
Reazione al fuoco	3, 4	NPD	EN 13501-1
Comportamento al fuoco esterno	3, 4	NPD	EN 13501-5
Sicurezza nell'impiego			
Resistenza ai proiettili	1	NPD	EN 1063
Resistenza all'esplosione	1	NPD	EN 13541
Resistenza all'effrazione	3	NPD	EN 356
Resistenza all'impatto di un corpo oscillante	3	NPD	EN 12600
Resistenza contro variazioni improvvise di temperature e ai differenziali di temperatura (K)	4	40K	In base ai tipi di vetro usati come componenti
Resistenza meccanica: resistenza contro il carico da vento, neve, permanente e imposti e/o i carichi imposti della vetrata e della sigillatura del bordo quando richiesto	4	NPD	EN 1279-5, punto 4.3.2.10
Protezione contro il rumore			
Riduzione del rumore aereo diretto (dB)	3	NPD	EN 12758
Proprietà termiche			
Emissività dichiarata Valore di trasmittanza U_g (W/m ² K)	3	NPD 1.2 W/m²K	EN 12898 EN 673
Proprietà radiative			
Trasmittanza luminosa Riflettanza luminosa	3	0.73 0.11/0.11	EN 410
Caratteristiche dell'energia solare			
Trasmittanza solare diretta Riflettanza Fattore solare	3	NPD NPD 0.43	EN 410
Durabilità	3	PASS	/

DOCUMENTO DI ACCOMPAGNAMENTO DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE N. FGH456			
ULTERIORI CARATTERISTICHE	Sistemi VVCP	Prestazione	Norma EN
Per usi collegati al risparmio energetico			
Assorbimento energia solare	3	0.27	EN 410
Trasmittanza termica lineare ψ del distanziatore	3	0.11 W/mK	/

ALLEGATI

ALLEGATO 1: Schema per la progettazione

ALLEGATO 2: Scheda “Verifica del progetto”

ALLEGATO 3: Scheda “Verifica del cantiere”

SCHEMA PER LA PROGETTAZIONE – CHECK LIST

SCHEMA PER LA PROGETTAZIONE: INVOLUCRO							
Tipo di Vetrata		Vetrata isolante					
Proprietà termiche e luminose		ZONA CLIMATICA					
		A	B	C	D	E	F
trasmissione termica del vetro U_g [W/m ² K]		3.7	2.7	2.1	1.9	1.7	1.3
trasmissione termica del serramento U_w [W/m ² K]	Standard	4.6	3.0	2.6	2.4	2.2	2.0
	con detrazioni	3.7	2.4	2.1	2.0	1.8	1.6
fattore solare g [%]		con schermi solari			senza schermi solari		
		/			<50%		
trasmissione luminosa τ_v [%]		secondo esigenza					
Isolamento Acustico		CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI					
isolamento acustico standardizzato di facciata R_w [dB]		ospedali	strutture ricettive e residenziali	uffici, strutture commerciali, ricreative e di culto		scuole	
		45	40	42		48	
Sicurezza		in conformità alla norma UNI 7697, tipo di vetro e classe prestazionale dei vetri secondo applicazione, in base a destinazione d'uso degli edifici					
Dimensionamento spessori carico vento carico neve carichi orizzontali (concentrati / distribuiti): folla		secondo NTC, generalmente eseguito dal progettista del kit o della lastra					
Difettosità di aspetto		vedi UNI/TR 11404					
Richieste specifiche esigenze estetiche comfort cromatico comfort luminoso riflessione		secondo esigenze particolari					

SCHEMA PER LA PROGETTAZIONE – CHECK LIST

SCHEMA PER LA PROGETTAZIONE: VETRI INTERNI	
Tipo di Vetrata	Vetrata isolante / Vetro monolitico
Proprietà luminose trasmissione luminosa τ_v [%]	secondo esigenza
Isolamento Acustico	secondo destinazione d'uso ambienti
Sicurezza	in conformità alla norma UNI 7697, tipo di vetro e classe prestazionale dei vetri secondo applicazione, in base a destinazione d'uso degli edifici
Dimensionamento spessori	secondo NTC, generalmente eseguito dal progettista del kit o della lastra
Difettosità di aspetto	vedi UNI/TR 11404
Richieste specifiche esigenze estetiche comfort cromatico comfort luminoso riflessione	secondo esigenze particolari

Logo del Comune	SCHEDA "VERIFICA DEL PROGETTO"	VP
-----------------	---------------------------------------	-----------

Riferimenti	Edificio (1)	Indirizzo (2)
Numero verifica (3)	Proprietario dell'immobile (4)	
Protocollo (5)	Tecnico comunale (6)	
Progettista (7)	Tecnico che presenta la domanda (8)	

Strumenti per la progettazione		
Norme di riferimento utilizzate per il calcolo del EPi (9)		
Software di calcolo utilizzato (10)	Validato CTI <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	

Verifica della coerenza e completezza della documentazione D. Lgs. 192/05 e s.m.i. e D.P.R. 59/09		Verifica
INVOLUCRO (11)		
1. La relazione tecnica e la documentazione grafica sono coerenti tra loro	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
2. Gli schemi di calcolo delle trasmittanze sono completi e coerenti	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
3. I valori di S/V ed il calcolo dell'EP _{lim} sono coerenti	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
4. I ponti termici sono calcolati e rappresentati graficamente in modo corretto	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
5. Coerenza tra trasmittanze del rapporto tecnico con quelle del progetto (disegni e relazioni tecniche)	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
6. È presente una relazione tecnica per il calcolo dello sfasamento/attenuazione (se prevista la classificazione estiva)	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
7. Sono presenti sistemi schermanti esterni in edifici con superfici > 1000 mq	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	

Verifiche dimensionali – Volumi (12)			
Edificio / Zona	Vol. prog. [m ³]	Vol. calc. [m ³]	Verifica
			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Verifiche dimensionali – Superfici (12)			
Edificio / Zona	Sup. prog. [m ²]	Sup. calc. [m ²]	Verifica
			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Verifica energetica strutture opache – MURATURE VERTICALI (13)							
Strutt	Descrizione	U [W/m ² K]	λ isol. [W/mK]	Sp. isol. [m]	Docum.	Marchio CE	Verifica
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi di legge perché verifica l'EP _{lim}							<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Documentazione: A) Riferimenti costruttore B) Norme UNI

Verifica energetica strutture opache – PAVIMENTI (13)							
Strutt	Descrizione	U [W/m ² K]	λ isol. [W/mK]	Sp. isol. [m]	Docum.	Marchio CE	Verifica
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi di legge perché verifica l'EP _{lim}							<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Documentazione: A) Riferimenti costruttore B) Norme UNI

Progetto	Progettista	Data
----------	-------------	------

Logo del Comune	SCHEDA "VERIFICA DEL PROGETTO"	VP
-----------------	---------------------------------------	-----------

Verifica energetica strutture opache – COPERTURA (13)							
Strutt	Descrizione	U [W/m ² K]	λ isol. [W/mK]	Sp. isol. [m]	Docum.	Marchio CE	Verifica
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi di legge perché verifica l'EP _{lim}							<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Documentazione: A) Riferimenti costruttore B) Norme UNI

Verifica energetica strutture trasparenti (13)							
Strutt	Descrizione	U _w [W/m ² K]	U _g [W/m ² K]	Certificazione	Marchio UNI vetrate isolanti	Verifica	
				<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
				<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
				<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
				<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
				<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi di legge perché verifica l'EPI _{im} I prodotti forniti saranno accompagnati dalla marcature CE come disposto dal D.P.R. 246/93							<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Documentazione: A) Certificazione di Istituto di prove di laboratorio riconosciuto B) Norme UNI

Note

Verifica della coerenza e completezza della documentazione D.Lgs. 192/05 e s.m.i. e D.P.R. 59/09		Verifica
IMPIANTI (14)		
1. Coerenza progetto esecutivo impianto termico climatizzazione invernale		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
2. Coerenza progetto esecutivo impianto termico climatizzazione estiva		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
3. In presenza dell'impianto solare termico, i disegni e le caratteristiche tecniche sono complete e coerenti con il progetto e con le normative locali vigenti		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
4. In presenza dell'impianto solare fotovoltaico, i disegni e le caratteristiche tecniche sono complete e coerenti con il progetto e con le normative locali vigenti		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
5. Le fonti rinnovabili sono correttamente dimensionate in base al fabbisogno energetico di riferimento per l'ACS e con le normative locali vigenti		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Generatore (15)	Tipo	Combustibile		Potenza	Verifica
<input type="checkbox"/> Generatore di calore					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Generatore (15)	Superficie	Inclin.	Orient.	Potenza	Verifica
<input type="checkbox"/> Impianto solare termico					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
<input type="checkbox"/> Impianto solare fotovoltaico					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Sistema di distribuzione, erogazione e controllo (16)		Tipo			Verifica
<input type="checkbox"/> Sistema di distribuzione					
<input type="checkbox"/> Terminali scaldanti					
<input type="checkbox"/> Sistema di regolazione centrale					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
<input type="checkbox"/> Sistema di regolazione di zona					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
<input type="checkbox"/> Sistema di regolazione ambiente					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Note:

Progetto	Progettista	Data
----------	-------------	------

Logo del Comune	SCHEDA "VERIFICA DEL CANTIERE"	VC
-----------------	---------------------------------------	----

Riferimenti	Edificio (1)	Indirizzo (2)
Numero verifica (3)	Proprietario dell'immobile (4)	
Protocollo (5)	Tecnico comunale (6)	
Progettista (7)	Tecnico che presenta la domanda (8)	

Strumenti per la progettazione		
Norme di riferimento utilizzate per il calcolo del EPi (9)		
Software di calcolo utilizzato (10)	Validato CTI <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	

Verifica della coerenza e completezza della documentazione D. Lgs. 192/05 e s.m.i. e D.P.R. 59/09	Verifica
INVOLUCRO (11)	
1. La relazione tecnica e la documentazione grafica sono coerenti tra loro	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
2. Gli schemi di calcolo delle trasmittanze sono completi e coerenti	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
3. I valori di S/V ed il calcolo dell'EP _{lim} sono coerenti	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
4. I ponti termici sono calcolati e rappresentati graficamente in modo corretto	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
5. Coerenza tra trasmittanze del rapporto tecnico con quelle del progetto (disegni e relazioni tecniche)	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
6. È presente una relazione tecnica per il calcolo dello sfasamento/attenuazione (se prevista la classificazione estiva)	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
7. Sono presenti sistemi schermanti esterni in edifici con superfici > 1000 mq	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
8. Sono presenti vetri con fattore solare $g \leq 0.5$	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Verifiche dimensionali – Volumi (12)			
Edificio / Zona	Vol. prog. [m ³]	Vol. calc. [m ³]	Verifica
			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Verifiche dimensionali – Superfici (12)			
Edificio / Zona	Sup. prog. [m ²]	Sup. calc. [m ²]	Verifica
			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
			<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Verifica energetica strutture opache – MURATURE VERTICALI (13)							
Strutt	Descrizione	U [W/m ² K]	λ isol. [W/mK]	Sp. isol. [m]	Docum.	Marchio CE	Verifica
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi di legge perché verifica l'EP _{lim}							<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Documentazione: A) Riferimenti costruttore B) Norme UNI

Verifica energetica strutture opache – PAVIMENTI (13)							
Strutt	Descrizione	U [W/m ² K]	λ isol. [W/mK]	Sp. isol. [m]	Docum.	Marchio CE	Verifica
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi di legge perché verifica l'EP _{lim}							<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Documentazione: A) Riferimenti costruttore B) Norme UNI

Progetto	Progettista	Data
----------	-------------	------

Logo del Comune	SCHEDA "VERIFICA DEL CANTIERE"	VC
-----------------	---------------------------------------	----

Verifica energetica strutture opache – COPERTURA (13)							
Strutt	Descrizione	U [W/m ² K]	λ isol. [W/mK]	Sp. isol. [m]	Docum.	Marchio CE	Verifica
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi di legge perché verifica l'EP _{lim}							<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Documentazione: A) Riferimenti costruttore B) Norme UNI

Verifica energetica strutture trasparenti (13)							
Strutt	Descrizione	U _w [W/m ² K]	U _g [W/m ² K]	g ≤ 0.5	Certificazione	Marchio UNI vetrate isolanti	Verifica
				<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
				<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
				<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
				<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
				<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi di legge perché verifica l'EP _{lim} I prodotti forniti saranno accompagnati dalla marcature CE come disposto dal D.P.R. 246/93							<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Documentazione: A) Certificazione di Istituto di prove di laboratorio riconosciuto B) Norme UNI

Note

Verifica della coerenza e completezza della documentazione D. Lgs. 192/05 e s.m.i. e D.P.R. 59/09	Verifica
IMPIANTI (14)	
1. Coerenza progetto esecutivo impianto termico climatizzazione invernale	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
2. Coerenza progetto esecutivo impianto termico climatizzazione estiva	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
3. In presenza dell'impianto solare termico, i disegni e le caratteristiche tecniche sono complete e coerenti con il progetto e con le normative locali vigenti	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
4. In presenza dell'impianto solare fotovoltaico, i disegni e le caratteristiche tecniche sono complete e coerenti con il progetto e con le normative locali vigenti	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
5. Le fonti rinnovabili sono correttamente dimensionate in base al fabbisogno energetico di riferimento per l'ACS e con le normative locali vigenti	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Generatore (15)	Tipo		Combustibile	Potenza	Verifica
<input type="checkbox"/> Generatore di calore					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Generatore (15)	Superficie	Inclin.	Orient.	Potenza	Verifica
<input type="checkbox"/> Impianto solare termico					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
<input type="checkbox"/> Impianto solare fotovoltaico					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Sistema di distribuzione, erogazione e controllo (16)				Tipo	Verifica
<input type="checkbox"/> Sistema di distribuzione					
<input type="checkbox"/> Terminali scaldanti					
<input type="checkbox"/> Sistema di regolazione centrale					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
<input type="checkbox"/> Sistema di regolazione di zona					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
<input type="checkbox"/> Sistema di regolazione ambiente					<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

Progetto	Progettista	Data
----------	-------------	------

Logo del Comune	SCHEDA "VERIFICA DEL CANTIERE"	VC
-----------------	---------------------------------------	----

Note:

Comunicazioni (17)	<input type="checkbox"/> Comunicazione al Proprietario	<input type="checkbox"/> Comunicazione al Progettista

Istruzioni per la compilazione

1. Edificio	Indicare il tipo di edificio: abitazione, scuola, uffici, misto, ecc.
2. Indirizzo	Indirizzo dell'edificio
3. Numero di verifica	Indicare il numero di verifiche (prima, seconda, terza, ecc.)
4. Proprietario	Indicare il nome delle proprietà
5. Protocollo	Indicare il numero di protocollo se è stato già protocollato
6. Tecnico comunale	Indicare il nome del tecnico che controlla la pratica
7. Progettista	Indicare il nome del progettista
8. Tecnico che presenta la domanda	Indicare il nome di chi presenta il progetto oppure il nome della persona che rappresenta quel giorno che dialoga con il tecnico comunale
9. Nome di riferimento utilizzate per il calcolo del EPI	Indicare le norme di riferimento utilizzate (UNI TS 11300, UNI 832, ...)
10. Software di calcolo utilizzato	Indicare il software di calcolo utilizzato per il calcolo del EP riportando se è stato validato dal CTI
11. Verifica involucro	Indicare, selezionando sì o no, se la documentazione ricevuta risponde alla normativa vigente, verificare la presenza dei disegni necessari alla comprensione delle soluzioni tecniche adottate, in particolare la soluzione dei ponti termici
12. Verifiche dimensionali	Indicare le dimensioni di volume e superfici delle singole zone termiche omogenee ed indicare, selezionando sì o no, se i valori calcolati corrispondono con quelli di progetto
13. Verifica energetica delle strutture opache e trasparenti	Descrivere la struttura, indicando il valore U, la conducibilità λ del isolante termico e lo spessore, verificando se i valori di λ riportati sono dichiarati dal costruttore oppure si è fatto riferimento alla norma UNI. Indicare se il materiale utilizzato ha il marchio CE e se il valore U verifica con quelli richiesti dalla legge nazionale e/o regionale o dalla normativa comunale. Nell'involucro trasparente indicare il valore U del vetro (Ug) e del serramento (Uw), così come il valore del fattore solare (g)
14. Verifica degli impianti	Indicare selezionando sì o no se la documentazione ricevuta è coerente con il progetto presentato e se le dimensioni e rendimenti degli impianti rispondono alle normative nazionali e locali vigenti
15. Generatore	Indicare il tipo di generatore (caldaia standard, a condensazione, pompa di calore, cogeneratore, teleriscaldamento ecc.), il tipo di combustibile (gas, biomassa, ecc.), la superficie captante degli impianti solari, l'inclinazione rispetto al piano orizzontale in gradi e il suo orientamento (est/sud/ovest/sudest o sudovest)
16. Sistema di distribuzione, erogazione e controllo	Indicare il tipo di distribuzione (impianto centralizzato, o individuale), i terminali scaldanti (radiatori, ventilconvettori, pavimenti, pareti o soffitto radiante, termoconvettori bocchette in sistemi ad aria calda, ecc.), il sistema di regolazione (manuale, on-off, modulante),
17. Comunicazioni	Indicare i documenti integrativi necessari per procedere al protocollo

Progetto	Progettista	Data
----------	-------------	------

APPENDICI

APPENDICE A: Sicurezza

APPENDICE B: Indicazioni per prevenire il rischio di rotture da sollecitazione termica

APPENDICE C: Efficienza Energetica nell'edilizia

APPENDICE D: Caratteristiche prestazionali di alcune tipologie di elementi vetrari impiegati nel settore dell'edilizia

APPENDICE A. SICUREZZA

A.1 FUNZIONI DEL VETRO DI SICUREZZA

Al vetro possono essere conferite, tra le altre, le seguenti funzioni:

- protezione dal rischio di ferite in caso di urti accidentali;
- protezione dal rischio che oggetti in caduta attraversino coperture vetrate;
- protezione dal rischio di caduta delle persone;
- protezione dagli atti vandalici e dall'effrazione;
- protezione da proiettili di armi da fuoco ed esplosione.

A.1.1 Norme di riferimento

Il vetro viene classificato prestazionalmente secondo le seguenti norme di test:

A.1.1.1 UNI EN 12600 – prova del pendolo – Metodo di prova di impatto e classificazione per il vetro piano

La norma indica i criteri per misurare la classe di resistenza e la modalità di rottura di una lastra (ricotta tipo A, stratificata tipo B, temprata tipo C) quando viene colpita da un corpo molle che simula l'impatto di un corpo umano.

In questo modo si classificano le lastre di vetro allo scopo di valutare il rischio di ferite da taglio e di determinare la loro capacità di contenimento, ovvero la resistenza all'attraversamento della lastra.

Di seguito si riportano alcune immagini relative alle prove di laboratorio finalizzate alla classificazione del vetro piano e uno schema esemplificativo che consente una rapida lettura delle prestazioni fornite dai vetri così classificati.



Provino intelaiato rotto



Provino intelaiato rotto:particolare

L'impattatore è costituito da un corpo d'acciaio con due pneumatici, con sezione circolare e battistrada piatto longitudinale, per una massa totale di 50 kg.

La prova consiste nel colpire per ogni altezza di caduta 4 provini, le cui dimensioni sono indicate nella norma, intelaiati sui quattro lati, a partire dall'altezza minima di caduta (secondo quanto riportato nello schema seguente) fino a quella della classe cui è ritenuto idoneo il materiale.

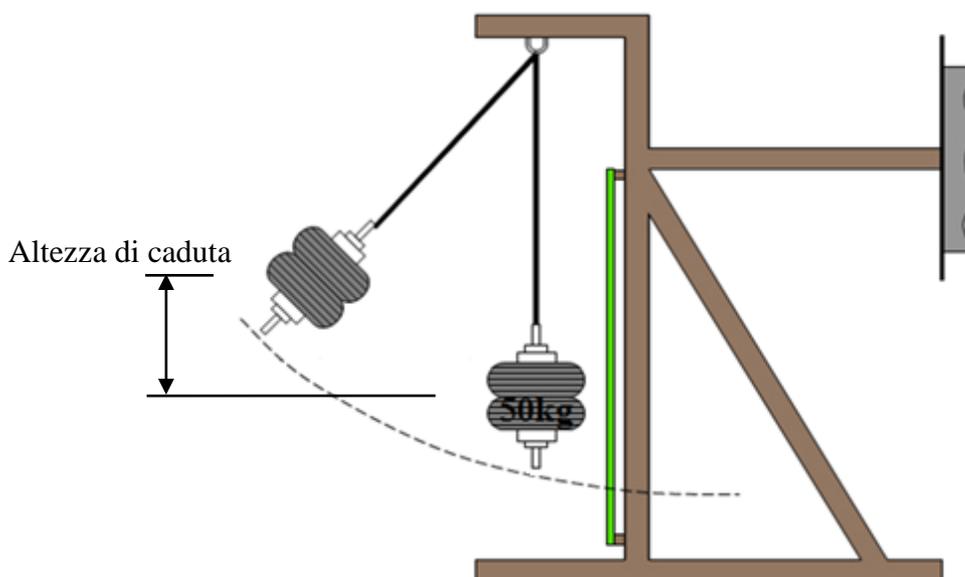
Tabella A.1 - Livelli di impatto

Classificazione	Altezza di caduta (mm)
3	190
2	450
1	1'200

L'impattatore deve essere rilasciato con movimento pendolare e con velocità iniziale nulla.

La direzione dell'impatto, che avverrà al centro del provino, dovrà essere ortogonale alla superficie.

La prova si ritiene superata se tutti i campioni o non si rompono oppure si rompono in modo conforme a quanto indicato nella norma stessa.



Schema dell'impattatore utilizzato nelle prove

La classificazione di un prodotto di vetro in base alle prestazioni deve essere indicata come segue: α (β) ϕ , dove:

- α : è espresso in numeri da 1 a 3, ed è la classe dell'altezza massima di caduta alla quale il prodotto o non si è rotto oppure si è rotto nelle modalità del vetro temprato o del vetro stratificato;
- β : è espresso con una lettera dalla A alla C, ed indica la modalità di rottura;
- ϕ : è espresso in numeri da 1 a 3, ed è la classe dell'altezza massima di caduta alla quale il prodotto o non si è rotto oppure si è rotto nelle modalità del vetro stratificato.

Per rendere più chiara e leggibile l'indicazione della classificazione prevista dalla norma UNI EN 12600 del prodotto vetrario [α (β) ϕ], possiamo considerare che, a fronte di una determinata tipologia di vetro (β) su cui è eseguito il test, il primo numero (α) individua la classe nella quale il campione

può ritenersi sicuro anche in caso di rottura, vale a dire non pericoloso, il secondo numero (ϕ) individua la classe nella quale il campione, oltre a non essere pericoloso, garantisce anche una capacità di contenimento eliminando di fatto il rischio di caduta nel vuoto dell'utente.

La tabella riportata di seguito schematizza le indicazioni prima esaminate.

Tabella A.2 - Tabella riassuntiva UNI EN 12600

<u>Classificazione</u>		
α	(β)	ϕ
<p>Altezza massima a cui il campione non si rompe o si rompe come un vetro di sicurezza:</p> <p>classe 1 = 1'200 mm classe 2 = 450 mm classe 3 = 190 mm</p>	<p>Modalità di rottura:</p> <p>A = tipica del vetro float ricotto B = tipica del vetro stratificato C = tipica del vetro temprato</p>	<p>Altezza massima di caduta alla quale il campione non si rompe o si rompe come un vetro stratificato di sicurezza mantenendo la capacità di contenimento:</p> <p>classe 1 = 1'200 mm classe 2 = 450 mm classe 3 = 190 mm</p>

Esempi

Classificazione 2 (B) 2 – Caso vetro stratificato

Una serie di provini di vetro stratificato sono stati sottoposti a prova di impatto con i seguenti risultati:

- a 190 mm 3 provini non si sono rotti e 1 provino si è rotto in modo conforme a quanto indicato nella terza colonna della tabella precedente;
- a 450 mm tutti i 4 provini si sono rotti in modo conforme a quanto indicato nella terza colonna della tabella precedente;
- a 1`200 mm: 3 provini si sono rotti in modo conforme e 1 provino si è rotto in modo non conforme a quanto indicato nella terza colonna della tabella precedente.

Classificazione 1 (C) 3 – Caso vetro temprato

Una serie di provini di vetro di silicato sodio-calcico temprato termicamente sono stati sottoposti a prova di impatto con i risultati seguenti:

- a 190 mm tutti i 4 provini non si sono rotti;
- a 450 mm tutti i 4 provini si sono rotti in modo conforme a quanto indicato nella prima colonna della tabella precedente;
- a 1`200 mm: tutti i 4 provini si sono rotti in modo conforme a quanto indicato nella prima colonna della tabella precedente.

Classificazione 1 (C) 0 - Caso vetro temprato

Una serie di provini di vetro di silicato sodio-calcico temprato termicamente sono stati sottoposti a prova di impatto con i risultati seguenti:

- a 190 mm: 2 provini non si sono rotti e 2 provini si sono rotti in modo conforme a quanto indicato nella prima colonna della tabella precedente;
- a 450 mm: tutti i 4 provini si sono rotti in modo conforme a quanto indicato nella prima colonna della tabella precedente;
- a 1`200 mm: tutti i 4 provini si sono rotti in modo conforme a quanto indicato nella prima colonna della tabella precedente.

A.1.1.2 UNI EN 356 – vetro di sicurezza – prove e classificazione di resistenza contro l'attacco manuale

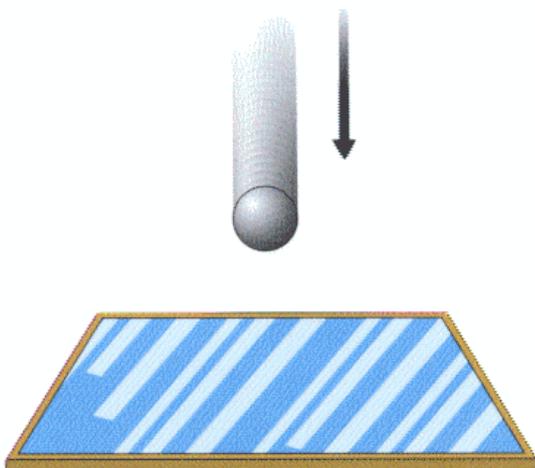
La norma indica i criteri per misurare la resistenza di una lastra quando questa:

- viene colpita da un corpo duro (sfera di acciaio da 4.11 Kg) che simula il lancio di un oggetto solido contro la vetrata (prestazione antivandalismo);
- viene attaccata con martello e ascia per simulare un tentativo di scasso/furto (prestazione antieffrazione).

In questo modo si classificano le lastre di vetro allo scopo di valutare la loro resistenza agli attacchi manuali.

Tabella A.3 - Tabella di classificazione per la resistenza delle vetrazioni di sicurezza

Categoria di resistenza	Altezza di caduta (mm)	Numero totale di colpi
Prova di caduta di un corpo duro		
P1A	1'500	3 in un triangolo
P2A	3'000	3 in un triangolo
P3A	6'000	3 in un triangolo
P4A	9'000	3 in un triangolo
P5A	9'000	3x3 in un triangolo (in questo caso la prova viene ripetuta per 3 volte a parità di altezza di caduta)
Prova di resistenza all'attacco della mazza e dell'ascia		
P6B	-	da 30 a 50
P7B	-	da 51 a 70
P8B	-	oltre 70



Prova di caduta di un corpo duro



Prova di resistenza all'attacco di mazza e ascia

A.1.1.3 UNI EN 1063 vetrate di sicurezza- classificazione e prove di resistenza ai proiettili

La norma indica i criteri per misurare la resistenza di una lastra quando questa:

- viene colpita da proiettili sparati da pistole e fucili (classi da BR1 a BR7);
- viene colpita da proiettili sparati da fucili a palla - Brenneke, (classi SG1 e SG2).

In questo modo si classificano le lastre di vetro allo scopo di valutare la loro resistenza all'impatto di proiettili.

Se vi è proiezione di schegge dalla faccia opposta a quella di impatto del proiettile, alle classi di cui sopra si aggiunge la lettera S, se non vi è proiezione, le lettere NS.

A.1.1.4 UNI EN 13541 prove e classificazione della resistenza alla pressione causata da esplosioni

La norma indica i criteri per misurare la resistenza di una lastra sottoposta all'onda di pressione generata da un'esplosione e classifica le lastre di vetro su quattro livelli di prestazione (classi da ER1 a ER4).

N.B. In tutti i casi, qualora si utilizzino lastre di composizione asimmetrica⁷, al fine di assicurare la prestazione dichiarata, occorre rispettare il verso di posa indicato dal produttore.

⁷ Lastra asimmetrica: Vedi Definizioni a pagina 10.

APPENDICE B.

INDICAZIONI PER PREVENIRE IL RISCHIO DI ROTTURE DA SOLLECITAZIONE TERMICA

B.1 INDICAZIONI PER L'INSTALLAZIONE

B.1.1 Indicazioni per il montaggio

Al fine di ridurre il rischio di rottura del vetro a causa di carichi termici, è opportuno gestire la manipolazione, il trasporto e l'installazione delle vetrate isolanti in modo tale da ridurre al minimo le sollecitazioni. A tale scopo, vanno tenuti in considerazione, in particolare, i seguenti criteri:

B.1.1.1 Rischi di danneggiamento da movimentazione e stoccaggio del vetro

Dopo la verifica della qualità e dell'integrità della vetrata isolante fornita (a tale riguardo vedi anche UNI/TR 11404), occorre prestare attenzione alle successive movimentazioni, che potrebbero far aumentare i rischi di danneggiamento del vetro soprattutto sui bordi.

La rottura termica può avvenire anche prima che il vetro sia montato, nel caso in cui questo sia stoccato all'aperto e senza le necessarie protezioni dall'irraggiamento solare.

Una vetrata isolante che presenti difetti sui bordi non deve essere montata.

B.1.1.2 Rischi di danneggiamento da peso proprio superiore ai limiti ammissibili

Allo scopo di evitare i possibili rischi di rottura, il montaggio della vetrata isolante sul telaio deve essere effettuato utilizzando adeguati tasselli, nel rispetto delle necessarie tolleranze perimetrali. Anche nel posizionamento e fissaggio del fermavetro deve essere prestata attenzione affinché non venga danneggiato il bordo del vetro.

B.1.1.3 Limitazione dell'irrigidimento del telaio

Dato l'aumento delle dimensioni e del peso delle vetrate attualmente richieste, al fine di garantire la funzionalità del sistema risulta impossibile evitare completamente un irrigidimento del telaio. Tale irrigidimento non deve tuttavia compromettere il requisito di base di cui al precedente criterio (2).

B.1.1.4 Montaggio di sole vetrate integre e senza danneggiamenti preesistenti

Particolare attenzione va prestata ai bordi del vetro. I bordi che presentano lesioni, quali ad esempio le scheggiature causate da un'errata movimentazione delle lastre, possono, più facilmente, in seguito a sollecitazioni, innescare la rottura del vetro. Di conseguenza, è necessario prevenire il danneggiamento dei bordi in sede d'installazione, ed evitare il montaggio di vetrate isolanti danneggiate. Risulta evidente l'importanza dello stato del bordo nel vetro ai fini della resistenza alle sollecitazioni termiche e, conseguentemente, l'importanza del grado di finitura del bordo stesso in funzione del tipo di applicazione e del carico termico di progetto. È compito del progettista indicare il grado di finitura del bordo del vetro in funzione dei carichi complessivi previsti (statici, termici e climatici).

Nel caso di vetrate isolanti con lastre sfalsate di più di 2 mm, il posizionamento del vetro sul tassello non garantisce una distribuzione uniforme dei carichi ma induce sforzi aggiuntivi su una delle lastre; è quindi opportuno evitare di installare unità con lastre sfalsate e, in ogni caso, non oltre la misura indicata.

Se si curano questi aspetti, le sollecitazioni sul vetro diminuiscono. Tuttavia, ciò non autorizza a trascurare tutti gli altri elementi che possono dare origine a rotture per carico termico.

B.1.2 Montaggio a regola d'arte

Per il montaggio della vetrata isolante all'interno del telaio, vanno seguite le norme in vigore. Ulteriori indicazioni pratiche possono essere tratte dalla prEN 12488 e dalle "Linee guida per il montaggio delle vetrate isolanti" elaborate e promosse da Assovetro.

B.2 INDICAZIONI PER L'UTILIZZATORE

B.2.1 Istruzioni per l'uso

Al fine di evitare che la durabilità della vetrata sia compromessa da rotture inaspettate, è necessario evitare di imporre ulteriori carichi termici sui vetri per tutto il ciclo di vita del prodotto. Sfortunatamente, per i non addetti ai lavori è molto difficile valutare il carico termico massimo a cui può resistere il vetro in ogni singolo caso. Solo al momento della rottura diventa evidente che tali limiti sono stati superati. Di conseguenza, è importante adottare le precauzioni che permettano di evitare l'incremento delle sollecitazioni termiche sui vetri installati.

Di seguito sono indicate le principali cause potenziali.

B.2.1.1 Applicazione di coloranti, collanti o adesivi sul vetro

L'applicazione di adesivi e pitture, soprattutto di colore scuro, su vetri esposti all'irraggiamento solare diretto comporta sempre un riscaldamento differenziato della lastra, dando origine a sollecitazioni termiche che aumentano il rischio di rottura del vetro.

B.2.1.2 Applicazione di film di rivestimento sul vetro

L'allestimento del vetro mediante l'applicazione di rivestimenti adesivi (sia pure occasionali), anche al fine di ottenere una protezione solare aggiuntiva, o un messaggio pubblicitario, richiede prudenza. Molto spesso questi film, soprattutto se di colori scuri, comportano un notevole incremento dell'assorbimento delle radiazioni solari da parte del vetro e possono generare surriscaldamenti disomogenei che producono un aumento delle sollecitazioni termiche e, quindi, del rischio di rottura della lastra.

B.2.1.3 Proiezione di ombreggiamenti parziali

Se una lastra è in parte esposta alla luce solare diretta e in parte ombreggiata, si ha sempre un differenziale termico sul vetro. I vetri parzialmente ombreggiati presentano un riscaldamento disomogeneo che può divenire pericoloso. Le sollecitazioni che si vengono a creare sul vetro in seguito a tale fenomeno dipendono, tra le altre cose, dall'intensità della radiazione solare, dalla capacità del vetro di assorbire la radiazione e dalla suddivisione geometrica tra aree esposte alla luce solare ed aree ombreggiate. L'ombreggiamento parziale, nei limiti del possibile, deve essere evitato anche attraverso l'utilizzo oculato delle schermature esterne comunemente disponibili sul mercato. È bene prestare attenzione anche ad ombreggiamenti parziali che si creano per presenza di arredi o di piante.

B.2.1.4 Accumulo di calore sul vetro dovuto ad oscuranti interni

Quando si verifica un accumulo di calore direttamente sul vetro, si determina un incremento delle sollecitazioni termiche a carico del vetro stesso. Un esempio tipico di tale situazione è rappresentato dall'applicazione (in un tempo differito rispetto al montaggio) di un dispositivo oscurante all'interno di un locale al fine di migliorare la protezione solare e l'antiabbagliamento (ad esempio tendaggi pesanti, scuri o riflettenti). Se non si presta attenzione a garantire una ventilazione adeguata o una sufficiente distanza nell'applicazione del sistema oscurante dal vetro, l'irraggiamento solare potrebbe generare sollecitazioni termiche superiori al previsto e, di conseguenza, provocare la rottura del vetro.

B.2.1.5 Differenziali termici a causa di condizionatori, corpi riscaldanti, illuminanti o arredi imbottiti collocati a ridosso del vetro

Bisogna evitare che si verifichi un differenziale di calore provocato da radiatori, fissi o mobili, o da altri sistemi riscaldanti o raffreddanti posizionati troppo vicini al vetro. Anche nelle vetrate a filo pavimento si può generare un accumulo di calore nel caso in cui mobili imbottiti o oggetti di colore scuro (cuscini, vasellame, ecc.) siano collocati troppo vicino al vetro. In tutte queste situazioni, risulta difficile, se non impossibile, valutare il carico termico indotto che il vetro dovrà sopportare. In caso di dubbio si raccomanda quindi di evitare condizioni critiche come queste.

B.2.2 Consigli per la pulizia

Pulire il vetro senza generare sollecitazioni termiche. Anche il lavaggio del vetro deve avvenire in maniera tale da ridurre al minimo le sollecitazioni; va quindi evitato l'utilizzo di acqua eccessivamente calda (o eccessivamente fredda d'estate) e di vapore ad alta pressione per un tempo prolungato su di una zona circoscritta della lastra.

C.1 RICHIAMI NORMATIVI

C.1.1 Prescrizioni prestazionali del sistema edificio - impianto

Il D. Lgs. 192/2005 e s.m.i. riguarda sia i consumi delle varie utenze energetiche che il fabbisogno di energia per il riscaldamento degli edifici, sia se di nuova costruzione che ristrutturati.

Più precisamente, nel caso di edifici di nuova costruzione e per le ristrutturazioni di edifici esistenti (ristrutturazioni "integrali" di cui all'articolo 3, comma 2, lettere a) e b), del suddetto decreto) si deve procedere, in sede progettuale, alla determinazione dei seguenti valori prestazionali:

- indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (**EP_i**), verificando che risulti inferiore ai pertinenti valori contenuti nell'allegato C al Decreto (si vedano al riguardo le successive tabelle C.1 e C.2);
- indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio (**EP_{e, invol}**), verificando che non superi, per ciascuna zona climatica, i valori riportati nella tabella C.3.

Tabella C.1 – Valori limiti per gli edifici residenziali della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme

Valori limite, applicabili dal 1 gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EP_i) espresso in kWh/m² anno

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0.2	8.5	8.5	12.8	12.8	21.3	21.3	34	34	46.8	46.8
≥ 0.9	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116

Tabella C.2 – Valori limite per tutti gli altri edifici

Valori limite, applicabili dal 1 gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EP_i) espresso in kWh /m³ anno

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0.2	2.0	2.0	3.6	3.6	6	6	9.6	9.6	12.7	12.7
≥ 0.9	8.2	8.2	12.8	12.8	17.3	17.3	22.5	22.5	31	31

Tabella C.3 - Prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio

Zone climatiche	Classe E1 (edifici residenziali, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme) (kWh /m ² anno)	Tutti gli altri edifici (kWh/m ³ anno)
A	40	14
B	40	14
C	30	10
D	30	10
E	30	10
F	30	10

$EP_{e, invol}$ rappresenta la prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio, pari al rapporto tra il fabbisogno annuo di energia per il raffrescamento dell'edificio (calcolata tenendo conto della temperatura di progetto estiva secondo la norma UNI/TS 11300-1) e:

- per gli edifici residenziali: la superficie utile dell'edificio;
- per gli edifici con altre destinazioni d'uso: il volume lordo.

C.1.2 Prescrizioni prestazionali termiche dei componenti dell'involucro

Le caratteristiche di isolamento dell'involucro edilizio determinano direttamente la dispersione energetica invernale e, di conseguenza, permettono di calcolare il fabbisogno di energia necessaria per il riscaldamento.

Il Decreto indica i valori di trasmittanza termica (U), espressi in W/m² K, che devono essere considerati come i livelli minimi prestazionali dei componenti l'involucro edilizio.

C.1.2.1 Valori di trasmittanza termica dell'involucro edilizio

I valori di trasmittanza massima ammissibile e i relativi periodi di validità sono indicati nelle tabelle che seguono, tratte dal Decreto; tali valori sono ridotti del 10% nel caso di edifici pubblici o ad uso pubblico.

Tabella C.4 - Valori limite della trasmittanza termica U delle superfici dell'involucro edilizio disperdente espressa in W/m² K a partire del 2010 e del 2011 per i soli vetri

Zona climatica	PARETI	COPERTURE	PAVIMENTI	SERRAMENTI	VETRI
A	0.62	0.38	0.65	4.6	3.7
B	0.48	0.38	0.49	3.0	2.7
C	0.40	0.38	0.42	2.6	2.1
D	0.36	0.32	0.36	2.4	1.9
E	0.34	0.30	0.33	2.2	1.7
F	0.33	0.29	0.32	2.0	1.3

C.1.2.2 Valori di inerzia termica dell'involucro edilizio

Per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso dall'art. 3 del D.P.R. 412/93, ad eccezione delle categorie E.5, E.6, E.7 ed E.8, in tutte le zone climatiche, esclusa la zona climatica F, per le località in cui il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione $I_{m,s} \geq 290 \text{ W/m}^2$ è prescritto che:

- per le **pareti opache verticali** ad eccezione di quelle nel quadrante Nord-ovest, Nord-est, la massa superficiale M_s delle pareti opache compresa la malta dei giunti ed esclusi gli intonaci, sia $> 230 \text{ Kg/m}^2$ o in alternativa che il valore del modulo della **trasmissione termica periodica (Y_{ie}) sia inferiore a $0.12 \text{ W/m}^2 \text{ K}$** ;
- per tutte le altre pareti opache orizzontali o inclinate, il valore del modulo della trasmissione termica periodica (Y_{ie}) sia inferiore a $0.20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Gli effetti positivi che si ottengono con il rispetto del valore di massa superficiale o trasmissione termica periodica delle pareti opache, possono essere raggiunti, in alternativa, utilizzando tecniche e materiali anche innovativi, ovvero coperture a verde che permettano di contenere le oscillazioni di temperatura degli ambienti in funzione dell'irraggiamento solare. In tal caso deve essere prodotta una adeguata documentazione.

C.1.3 Ambito di applicabilità

L'obbligo di rispettare i limiti di trasmissione termica (U) si applica ai seguenti casi:

Tabella C.5 - Ambito di applicazione del D. Lgs. 192/05 e s.m.i.

	Edifici di nuova costruzione e impianti in essi contenuti	Art.3 com.1, lett. a
	Ristrutturazioni integrali degli elementi di involucro e demolizioni e ricostruzioni in manutenzione straordinaria di edifici esistenti con superficie utile $>1000\text{mq}$	Art.3 com. 2, lett. a
	Ampliamenti con volume $>20\%$ del volume dell'edificio stesso	Art.3 com. 2, lett. b
	Ristrutturazioni totali o parziali e manutenzioni straordinarie dell'involucro per tutti i casi diversi dai due sopra descritti.	Art.3 com. 2, lett. c, punto 1
	Nuova installazione di impianti termici in edifici esistenti o ristrutturazione degli stessi impianti	Art.3 com. 2, lett. c, punto 2
	Sostituzione di generatori di calore	Art.3 com. 2, lett. c, punto 3

Tabella C.6 - Categorie di edifici escluse dall'applicazione del D. Lgs. 192/2005 e s.m.i.

Agli edifici ricadenti nell'ambito della disciplina del Codice dei beni culturali e del paesaggio (D. Lgs. 42/2004)	Art. 3 com. 3, lett. a
Agli edifici industriali e artigianali quando gli ambienti sono riscaldati per esigenze del processo produttivo o utilizzando reflui energetici del processo produttivo non altrimenti utilizzabili	Art. 3 com. 3, lett. b
Agli edifici rurali non residenziali sprovvisti di impianti di climatizzazione	Art. 3 com. 3, lett. c
Ai fabbricati isolati con una superficie utile totale inferiore a 50 metri quadrati	Art. 3 com. 3, lett. d
Agli edifici il cui utilizzo standard non prevede l'installazione e l'impiego di sistemi tecnici di climatizzazione, quali box, cantine, autorimesse, parcheggi multipiano, depositi, strutture stagionali a protezione degli impianti sportivi	Art. 3 com. 3, lett. e
Agli edifici adibiti a luoghi di culto e allo svolgimento di attività religiose	Art. 3 com. 3, lett. f

C.1.3.1 I documenti da consegnare

In tutti i casi, contestualmente alla richiesta di Permesso di costruire, o Denuncia di Inizio Attività, comunque denominato, deve essere stata depositata la relazione tecnica (ai sensi della Legge 10/91) contenente calcoli e valutazioni energetiche. I metodi di calcolo sono quelli stabiliti dalle norme specifiche tecniche UNI TS 11300 parte 1 e parte 2, attualmente in via di completamento, oppure da apposite norme regionali, laddove adottate (per es. in Lombardia).

A conclusione dei lavori la conformità al progetto deve essere asseverata dal Direttore dei Lavori e presentata al Comune insieme alla dichiarazione di fine lavori.

A fine lavori, nei soli casi indicati dalle ultime Linee Guida nazionali e nelle Regioni che non hanno ancora legiferato al riguardo, è rilasciato dal professionista abilitato anche l'Attestato di Qualificazione Energetica (AQE), insieme all'Attestato di Prestazione Energetica (APE), che però deve essere rilasciato da un soggetto terzo in tutti i casi indicati in tabella C.7. Nelle Regioni che hanno già predisposto il rilascio della certificazione energetica, invece, è necessario solo il rilascio dell'APE da parte di un professionista iscritto regolarmente agli elenchi regionali.

L'AQE è rilasciato, secondo quanto indicato dalle Linee Guida nazionali, dallo stesso Direttore dei Lavori o da un tecnico abilitato, non necessariamente estraneo all'opera.

In assenza dei documenti suddetti il Comune non può accettare la dichiarazione di fine lavori.

Tabella C.7 - Elenco dei documenti da presentare al Comune

Descrizione dei casi	D. Lgs. 192/05	ASSEV. L.10/91 DL (D. Lgs. 192/05)	AQE DL (D. Lgs. 192/05)	APE CERTIFICATORE (Linee Guida)
 Edifici di nuova costruzione e impianti in essi contenuti	Art.3 comma 1, lett. a	SÌ	SÌ	SÌ
 Ristrutturazioni integrali degli elementi di involucro e demolizioni e ricostruzioni in manutenzione straordinaria di edifici esistenti con superficie utile >1000mq	Art.3 comma 2, lett. a	SÌ	SÌ	SÌ
 Ampliamenti con volume >20% del volume dell'edificio stesso	Art.3 comma 2, lett. b	SÌ	SÌ	SÌ
 Ristrutturazioni totali o parziali e manutenzioni straordinarie dell'involucro per tutti i casi diversi dai due sopra descritti.	Art.3 comma 2, lett. c, punto 1	SÌ	sì, solo in caso di ristrutturazioni totali	sì, nel caso di ristrutturazioni totali
 Nuova installazione di impianti termici in edifici esistenti o ristrutturazione degli stessi impianti	Art.3 comma 2, lett. c, punto 2	SÌ	NO	NO
 Sostituzione di generatori di calore	Art.3 comma 2, lett. c, punto 3	SÌ	NO	NO

Il Decreto Legge n. 112/08, convertito con legge 6 agosto 2008 n. 133, ha abolito l'obbligo di allegare la certificazione energetica ai fini della validità dell'atto di compravendita di immobili esistenti e dei contratti di locazione; è opportuno precisare che, tuttavia, resta in vigore l'obbligo della consegna all'acquirente del certificato energetico dell'immobile.

Entro 15 giorni dalla data di consegna al richiedente dell'APE, il certificatore deve trasmettere copia del certificato alla Regione o alla Provincia autonoma competente per territorio.

Il rilascio di AQE o APE non veritieri contempla a carico del progettista, del Direttore dei Lavori e del certificatore che li abbia sottoscritti, ciascuno per la propria responsabilità, l'applicazione di sanzioni amministrative e/o provvedimenti penali.

C.2 LE VERIFICHE E CONTROLLI DEL PROGETTO ALL'INTERNO DEI COMUNI

Il ruolo di controllo dell'Amministrazione comunale era già ben definito dalla legge 10/1991 che, all'articolo 33, recitava testualmente:

“(…)3. In caso di accertamento di difformità in corso d'opera, il sindaco ordina la sospensione dei lavori.

4. In caso di accertamento di difformità su opere terminate il Sindaco ordina, a carico del proprietario, le modifiche necessarie per adeguare l'edificio alle caratteristiche previste dalla presente legge.

5. Nei casi previsti dai commi 3 e 4 il Sindaco informa il Prefetto per la irrogazione delle sanzioni di cui all'articolo 34 (…)”.

Verifiche e controlli possono essere condotti seguendo uno schema semplice come quello proposto nella Figura C.1.

Gli schemi di “Verifica del progetto” e “Verifica del cantiere”, riportati in allegato al presente documento, potrebbero essere adottati dai Comuni che, dopo aver introdotto il nuovo Regolamento edilizio, ritenessero importante procedere con un'azione di monitoraggio sulla effettiva applicazione delle nuove regole, oppure per rispondere alle nuove direttive indicate nelle Linee Guida Nazionali per la certificazione energetica degli edifici (D.M. 26 giugno 2009, come modificato dal D.M. 22 novembre 2012).

La procedura di controllo può prevedere uno o due tipi di verifica:

- il primo sulla base della documentazione di progetto (vedi scheda “Verifica del progetto” – all. 2);
- il secondo durante le fasi di cantiere (vedi scheda “Verifica del cantiere” – all. 3).

Il tecnico responsabile della redazione della relazione di calcolo del fabbisogno energetico dell'edificio (ai sensi della legge 10/1991) compila la scheda “Verifica del progetto” (che potrà essere resa scaricabile dal sito del Comune, oppure direttamente on-line), la stampa, la firma e la consegna unitamente alla richiesta del permesso di costruire (PC) o denuncia di inizio attività (DIA), comunque denominato.

L'Ufficio comunale competente controlla la presenza della scheda “Verifica del progetto” (che costituisce un primo filtro di controllo semplificato) nei documenti presentati e verifica che non vi siano indicazioni palesi di “non conformità” rispetto al Regolamento edilizio e alla normativa vigente.

Un approfondimento successivo potrà essere fatto confrontando i valori della scheda “Verifica del progetto” con quelli presenti sulla relazione (prodotta ai sensi della Legge 10/1991). Nel caso siano presenti difformità, il Comune chiederà al tecnico integrazioni scritte con le motivazioni (come, ad esempio, nel caso di edificio esistente la mancata applicazione dei limiti di trasmittanza per motivi estetici di mantenimento del “filo” della facciata).

Se le motivazioni saranno ritenute valide, si procederà al rilascio del titolo abilitativo, altrimenti si respingerà la DIA o il PC finché la scheda “Verifica del progetto” non riporterà le conformità adeguate.

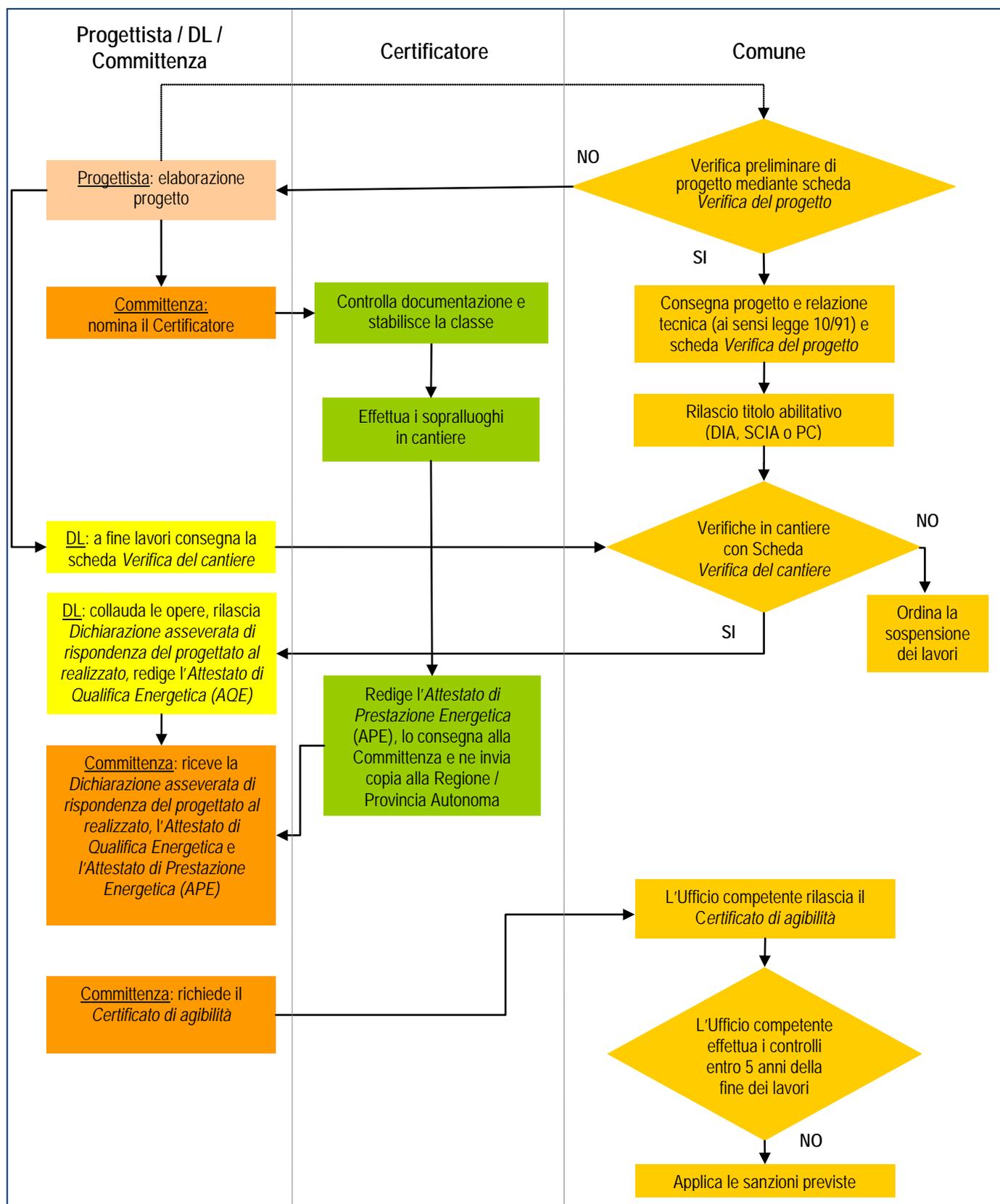
Nel caso di Segnalazione Certificata di Inizio Attività (SCIA) in materia edilizia, l'amministrazione competente, accertata la carenza dei requisiti e dei presupposti previsti dalla legge 7 agosto 1990, n. 241, adotta, nel termine di trenta giorni dal ricevimento della segnalazione, provvedimenti di divieto

di prosecuzione dell'attività, salvo che l'interessato provveda a conformare l'attività ed i suoi effetti entro un termine fissato dall'amministrazione stessa.

La scheda "Verifica del progetto", di seguito allegata a titolo meramente esemplificativo, consente un primo semplificato controllo di coerenza; la scheda potrà essere redatta in forma cartacea o in formato digitale (con la possibilità di una verifica dei parametri immessi in tempo reale). Non si tratta, evidentemente, di un ulteriore documento da compilare, ma, piuttosto, di una rapida modalità per verificare i parametri (soprattutto quelli cogenti) che impone il Regolamento edilizio e che il progettista è chiamato a rispettare.

E' chiaro che ogni Comune potrà personalizzare l'elenco degli elementi progettuali soggetti a verifica in base al proprio regolamento edilizio.

Tabella C.8 – I ruoli e la gestione del controllo e verifica dei progetti



C.2.1 La verifica dei progetti

Per il conseguimento del titolo abilitativo, il progettista deve consegnare all'Ufficio tecnico comunale (o ad altro Ufficio competente dell'Amministrazione) la scheda "Verifica del progetto" (allegato 2) insieme al progetto dell'edificio.

Sia nel caso di DIA o SCIA che di PC, è consegnata contestualmente anche la relazione tecnica predisposta secondo lo schema stabilito dalla legislazione vigente (nazionale o regionale), con allegati i disegni tecnici di supporto e certificazioni inerenti le prestazioni energetiche dei componenti utilizzati (relazione ai sensi della Legge 10/1991).

Primo responsabile della rispondenza tra progetto e realizzazione è il Direttore dei Lavori (DL).

E' chiaro che qualora vi fossero in corso d'opera modifiche al progetto oppure variazioni dei materiali impiegati, in particolare quelli che potrebbero influire sul bilancio energetico (isolanti termici, serramenti ecc.), sarà necessario aggiornare il calcolo energetico e, quindi, effettuare la rielaborazione di una nuova relazione di calcolo attestante che le variazioni apportate non modifichino la rispondenza del progetto alle norme di legge.

Ai tecnici comunali non spetta alcuna verifica dei risultati del calcolo energetico, ma una verifica della coerenza generale della documentazione presentata, che può avvenire attraverso semplici procedure di controllo, tra cui per esempio:

- coerenza tra la volumetria indicata nella relazione tecnica e quella indicata nella richiesta di PC o DIA, comunque denominato;
- coerenza tra la relazione tecnica e gli elaborati grafici (ogni locale per il quale è stato eseguito il calcolo termico deve poter essere individuato nella planimetria di supporto);
- coerenza tra gli spessori dei materiali isolanti utilizzati e la trasmittanza delle diverse strutture;
- presenza della certificazione relativa alle prestazioni termiche dei componenti edilizi e in particolare dei materiali isolanti e dei serramenti;
- presenza di disegni di dettaglio relativamente ai ponti termici;
- presenza di elaborati grafici con il posizionamento degli impianti alimentati a fonti rinnovabili;
- presenza di relazioni tecniche relative al rispetto dei requisiti acustici, alle caratteristiche delle serre (se previste), al dimensionamento della vasca di raccolta dell'acqua piovana (se prevista), all'inerzia termica, e a tutte quelle regole specifiche che necessitano di un approfondimento tecnico puntuale.

Una volta consegnata la scheda di progetto così definita, il direttore dei lavori prima dell'ultimazione dell'opera, consegnerà la scheda di "Verifica del cantiere" (allegato 3) che sarà utile all'Ufficio comunale competente per poter procedere al controllo dell'opera.

Le Schede "Verifica del progetto" (all. 2) e "Verifiche del cantiere" (all. 3) sintetizzano in sole due pagine tutti gli elementi che caratterizzano il progetto dal punto di vista energetico.

Le ultime due colonne a destra dovranno essere compilate dall'Ufficio comunale competente sia nelle verifiche di progetto che nelle verifiche di cantiere. I dati contenuti nelle schede forzano in questo modo il progettista a inserire delle informazioni che, all'interno della relazione tecnica, sarebbero difficili da reperire.

Per velocizzare il controllo dei valori inseriti nelle schede, può essere adoperato un foglio di calcolo che effettui automaticamente le verifiche di coerenza.

Una volta tarati i criteri, la stessa scheda "Verifica di progetto" potrebbe essere completamente implementata su un foglio elettronico, così che lo stesso progettista possa verificare in tempo reale le

incoerenze. La stessa potrà essere utilizzare dall'Ufficio tecnico, o altro Ufficio comunale competente, per eventuali controlli in corso d'opera.

La scheda "Verifica del progetto", quindi, rappresenta un vero e proprio filtro di coerenza che il progettista è chiamato a rispettare. In casi di dubbio sarà comunque necessario fare riferimento ai dati contenuti nella relazione tecnica, oppure contattare il progettista per ulteriori chiarimenti o richiesta di ulteriori documenti.

L'utilizzo della scheda "Verifica del progetto" potrà essere prevista nell'elenco dei documenti da presentare per l'approvazione in Commissione edilizia o per la DIA.

La versione corretta e definitiva della scheda "Verifica del progetto" potrà essere implementata in un database informatico e archiviata insieme alle pratiche di relative al titolo abilitativo richiesto.

C.2.2 La verifica in cantiere

L'Ufficio comunale competente, anche avvalendosi da esperti esterni, può effettuare delle verifiche durante le fasi di cantiere, avvalendosi della scheda "Verifica del cantiere" (all. 3) già predisposta dal Direttore dei Lavori. Nel caso si riscontrino delle difformità il tecnico può chiedere la sospensione dei lavori.

La suddetta verifica dovrà anche essere effettuata in parallelo dal Soggetto certificatore, così come predisposto dalle ultime Linee Guida Nazionali per la certificazione energetica degli edifici (D.M. 26 giugno 2009, come modificato dal D.M. 22 novembre 2012) (Allegato A, Punto 8) e come previsto nelle Regioni che hanno già legiferato.

Il Comune ha comunque la facoltà di effettuare verifiche in cantiere anche prima dell'ultimazione dei lavori, utilizzando la scheda di "Verifica del progetto" (all. 2); qualora dovessero essere riscontrate difformità nell'esecuzione rispetto alla progettazione, l'Ufficio comunale competente provvederà a diffidare la Direzione Lavori ad attenersi al progetto depositato.

Nel caso di controllo successivo alla ultimazione dei lavori, il Comune potrà richiedere la consegna della scheda di "Verifica del cantiere" (all. 3); in assenza di modifiche in corso d'opera, essa dovrà necessariamente essere identica alla scheda "Verifica del progetto" (all. 2).

Insieme alla scheda di "Verifica del cantiere" (all. 3) la Direzione Lavori dovrà produrre e consegnare al Committente la Dichiarazione asseverata di rispondenza del progettato al realizzato, oltre all'Attestato di Qualifica Energetica (AQE) ai sensi del D.M. 26 giugno 2009.

La Committenza dovrà quindi consegnare all'Ufficio comunale competente l'Attestato di Prestazione Energetica (APE) redatto da un Certificatore energetico indipendente, il quale provvederà anche ad inviarne - entro 15 giorni dalla consegna al richiedente - copia alla Regione o alla Provincia Autonoma competente per territorio.

Il rilascio dell'Attestato di Prestazione Energetica consentirà, a questo punto, l'emanazione del Certificato di agibilità da parte dell'Amministrazione comunale.

Entro cinque anni dalla data di comunicazione di avvenuta ultimazione dei lavori, infine, il Comune potrà effettuare eventuali controlli sull'immobile, al fine di riscontrare la correttezza della esecuzione e, se del caso, provvedere all'applicazione delle sanzioni previste. Ovviamente, qualora il Comune abbia effettuato le verifiche del cantiere in corso d'opera potrà evitare il controllo successivo sull'immobile ultimato.

APPENDICE D. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DI ALCUNE TIPOLOGIE DI ELEMENTI VETRARI IMPIEGATI NEL SETTORE DELL'EDILIZIA

D.1 INTRODUZIONE

Nella presente Appendice vengono illustrate le principali tipologie di prodotti disponibili in commercio, riportando in schede esemplificative dedicate le caratteristiche prestazionali di ciascuna tipologia. La finalità di tale rassegna è quella di evidenziare il variare delle caratteristiche prestazionali con il variare della composizione e della struttura della vetrata. Per tale motivo, nella scheda riferita alla singola tipologia di vetrata sono state indicate, oltre alle prestazioni termiche della vetrata bassoemissiva, quelle della stessa vetrata con funzione anche selettiva e ciò per un'informazione più ampia e dettagliata delle variazioni di prestazione.

D.2 SOMMARIO:

- 1 - Vetro stratificato di sicurezza
- 2 - Vetro di sicurezza temprato termicamente
- 3 - Vetrata isolante bassoemissiva
- 4 - Vetrata isolante bassoemissiva e selettiva
- 5 - Vetrata isolante bassoemissiva con un vetro temprato di sicurezza
- 6 - Vetrata isolante bassoemissiva e selettiva con un vetro temprato di sicurezza
- 7 - Vetrata isolante bassoemissiva tripla con un vetro temprato di sicurezza
- 8 - Vetrata isolante bassoemissiva e selettiva tripla con un vetro temprato di sicurezza
- 9 - Vetrata isolante bassoemissiva con un vetro stratificato di sicurezza
- 10 - Vetrata isolante bassoemissiva e selettiva con un vetro stratificato di sicurezza
- 11 - Vetrata isolante bassoemissiva tripla con un vetro stratificato di sicurezza
- 12 - Vetrata isolante bassoemissiva e selettiva tripla con un vetro stratificato di sicurezza
- 13 - Vetrata isolante acustica con un vetro stratificato di sicurezza
- 14 - Vetrata isolante acustica con due vetri stratificati di sicurezza

LEGENDA

<i>Peso</i>	<i>P</i> (Kg/m ²)
<i>Trasmissione luminosa</i>	τ_v (%)
<i>Riflessione luminosa</i>	ρ_v (%)
<i>Trasmittanza termica della vetrata</i>	U_g (W/m ² K)
<i>Fattore solare</i>	<i>g</i> (%)
<i>Assorbimento energetico</i>	a_e (%)
<i>Indice riduzione acustica ponderata</i>	R_w (dB)
<i>Prestazione non determinata</i>	<i>NPD</i>

D.3 ESEMPI APPLICATIVI - PREMESSA

Il dimensionamento dell'elemento vetrario per l'impiego in edilizia deve avvenire nel rispetto dei valori di legge in materia di isolamento termico, acustico e di sicurezza in funzione dei requisiti prestazionali richiesti dalla specifica applicazione.

Scopo della presente Appendice è quello di fornire al progettista un agile strumento d'orientamento nell'approccio metodologico del problema, senza voler rappresentare uno strumento progettuale.

Relativamente al tipo di vetro utilizzato, al suo spessore ed all'intercapedine scelti, la vetrata isolante può essere realizzata con elementi diversi da quelli indicati nelle tabelle e/o con prodotti di sicurezza temprati o stratificati; la corretta applicazione di questi ultimi può desumersi unicamente da un'attenta lettura della Norma UNI 7697:2014.

Per quanto riguarda i gas di riempimento, la vetrata può contenere nell'intercapedine gas nobili, come argon e krypton, i quali migliorano sensibilmente le prestazioni di isolamento termico.

Introducendo il vetro stratificato nella composizione di una vetrata isolante, oltre ad indubbi vantaggi di sicurezza per l'utenza, si ottengono risultati di fonoisolamento tendenzialmente migliori, rispetto alla vetrata isolante con semplici vetri float.

I valori di R_w (dB) riportati sono indicativi e cautelativi, e possono essere presi come riferimento in assenza di specifici certificati e/o misure sperimentali.

Il fabbricante deve dichiarare la prestazione di almeno una delle caratteristiche essenziali, nel rispetto del Regolamento (UE) N. 305/2011 e in aderenza con le richieste della commissione d'ordine, per il prodotto fornito, contestualmente all'apposizione della Marcatura CE.

In accordo con il decreto del Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato del 2 aprile 1998, recante "Modalità di certificazione delle caratteristiche e delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti ad essi connessi", pubblicato sulla G.U. n. 102 del 5 maggio 1998, per i vetri isolanti, i vetri a controllo solare e i vetri a bassa emissività è obbligatorio dichiarare i valori di **trasmittanza termica** e **trasmissione luminosa** (cui si aggiunge, per i serramenti, anche la permeabilità all'aria). Oltre a questi valori, per ottemperare agli eventuali obblighi previsti dal D.P.R. 59/2009, anche il **fattore solare** deve essere dichiarato.

Nel caso in cui il produttore sia titolare del Marchio Uni sui vetri per l'edilizia, l'acquirente del prodotto ha la certezza che le caratteristiche prestazionali e di durabilità siano verificate da un Ente di certificazione accreditato indipendente (CSI) e da laboratorio notificato quale è la Stazione Sperimentale del Vetro, attraverso controlli iniziali e periodici, atti a verificare la continua conformità rispetto alle normative europee di riferimento.

Detti controlli comprendono verifiche sulla linea di produzione e prove su campioni prelevati direttamente in azienda.

D.4 ESEMPI APPLICATIVI - SCHEDE PRESTAZIONALI

1 - VETRO STRATIFICATO DI SICUREZZA

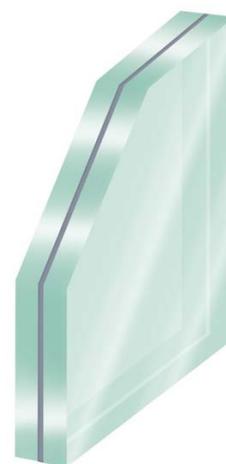
- Float chiaro 4 mm
- Polivinilbutirrale 0.76 mm
- Float chiaro 4 mm

Caratteristiche dimensionali		Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Isolamento acustico
Spessore (mm)	Peso (Kg/m ²)	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	R _w * (dB)
8.8	20	87	8	77	22	33
		EN 410	EN 410	EN 410	EN 410	EN 717-1

* Vedi norma UNI EN 12758

Caratteristiche di sicurezza		
Prova di resistenza	Classe	Standard
Impatto secondo prova del pendolo	1(B)1	UNI EN 12600
Resistenza all'effrazione	P2A	UNI EN 356

N.B. vedi nota in premessa



2 - VETRO DI SICUREZZA TEMPRATO TERMICAMENTE

➤ Float chiaro 8 mm temprato termicamente

Caratteristiche dimensionali		Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Isolamento acustico
Spessore (mm)	Peso (Kg/m ²)	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	R _w * (dB)
8	20	87	8	80	17	32
		EN 410	EN 410	EN 410	EN 410	EN 717-1

* Vedi norma UNI EN 12758

Caratteristiche di sicurezza		
Prova di resistenza	Classe	Standard
Impatto secondo prova del pendolo	1(C)2	UNI EN 12600

N.B. vedi nota in premessa



3 - VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA

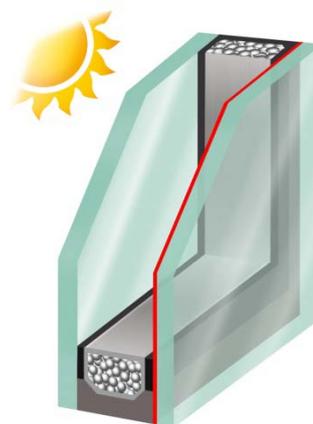
- Float chiaro 4 mm
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Float bassoemissivo 4 mm (*coating in faccia 3*)

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Isolamento acustico	Caratteristiche di sicurezza
	τ_v (%)	ρ_v (%)	G (%)	α_e (%)	R _w * (dB)	Classe **
20	79	13	61	21	29	NPD + NPD
	EN 410	EN 410	EN 410	EN 410	EN 717-1	UNI EN 12600

* Vedi norma UNI EN 12758

**Questa vetrata, così come l'analogo prodotto al seguente punto 4, non garantisce nessuna delle condizioni di sicurezza richieste dalla norma UNI 7697

Trasmittanza termica in funzione di intercapedine e gas			
Gas di riempimento	Spessore (nominale) intercapedine (mm)	U _g (W/m ² K)	Spessore totale vetrata (mm)
Aria	6	2.5	14
Aria	9	1.9	17
Aria	12	1.6	20
Aria	16	1.4	24
Argon (90%)	6	2.0	14
Argon (90%)	9	1.6	17
Argon (90%)	12	1.3	20
Argon (90%)	16	1.1	24



4 - VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA E SELETTIVA

La vetrata isolante, oltre a contenere un coating con prestazioni bassoemissive, può essere composta con coatings aventi prestazioni selettive diverse in ragione della tipologia del coating impiegato, come esemplificato nella tabella seguente.

A titolo meramente indicativo e con la sola finalità di illustrare tali variazioni, viene proposta una vetrata di composizione:

- Float chiaro bassoemissivo e selettivo 4 mm (*coating in faccia 2*)
- Intercapedine 16 mm argon (90%)
- Float chiaro 4 mm

In questo caso, la vetrata ha le proprietà indicate nella tabella seguente, ferme restando le prestazioni acustiche indicate per l'analogo prodotto di cui al precedente punto 3; resta inteso che anche questa vetrata non garantisce nessuna delle condizioni di sicurezza richieste dalla norma UNI 7697.



Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Selettività	Trasmittanza termica
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	τ_v / g (l)	U _g (W/m ² K)
20	67	24	45	16	1.48	1.0
	72	10	43	27	1.67	1.1
	EN 410	EN 410	EN 410	EN 410		

N.B. vedi nota in premessa

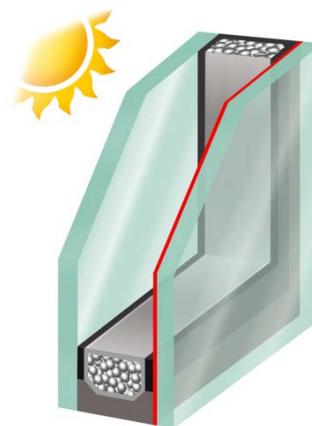
5 - VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA CON UN VETRO TEMPRATO DI SICUREZZA

- Float chiaro 4 mm
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Float bassoemissivo temprato 4 mm (*coating in faccia 3*)

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Isolamento acustico	Caratteristiche di sicurezza
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	R_w^* (dB)	Classe
20	80	12	64	17	29	NPD + 1(C)3
	EN 410	EN 410	EN 410	EN 410	EN 717-1	UNI EN 12600

* Vedi norma UNI EN 12758

Trasmittanza termica in funzione di intercapedine e gas			
Gas di riempimento	Spessore (nominale) intercapedine (mm)	U_g (W/m ² K)	Spessore totale vetrata (mm)
Aria	6	2.5	14
Aria	9	1.9	17
Aria	12	1.6	20
Aria	16	1.4	24
Argon (90%)	6	2.0	14
Argon (90%)	9	1.6	17
Argon (90%)	12	1.3	20
Argon (90%)	16	1.1	24



6 - VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA E SELETTIVA CON UN VETRO TEMPRATO DI SICUREZZA

La vetrata isolante, oltre a contenere un coating con prestazioni bassoemissive, può essere composta con coatings aventi prestazioni selettive diverse in ragione della tipologia del coating impiegato, come esemplificato nella tabella seguente.

A titolo meramente indicativo e con la sola finalità di illustrare tali variazioni, viene proposta una vetrata di composizione:

- Float chiaro bassoemissivo e selettivo 4 mm (*coating in faccia 2*)
- Intercapedine 16 mm argon (90%)
- Float chiaro temprato 4 mm

In questo caso, la vetrata ha le proprietà indicate nella tabella seguente, ferme restando le prestazioni acustiche e di sicurezza indicate per l'analogo prodotto di cui al precedente punto 5:

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Selettività	Trasmittanza termica
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	τ_v / g (l)	U_g (W/m ² K)
20	67	24	45	16	1.48	1.0
	72	10	43	27	1.67	1.1
	EN 410	EN 410	EN 410	EN 410		

N.B. vedi nota in premessa



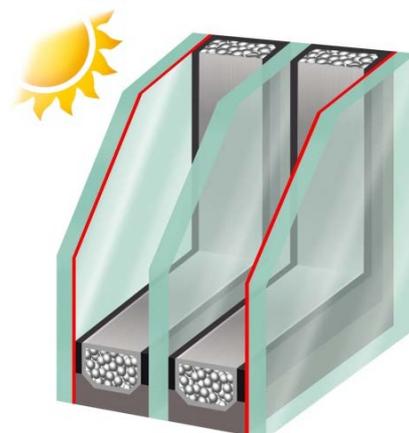
7 - VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA TRIPLA CON UN VETRO TEMPRATO DI SICUREZZA

- Float bassoemissivo 4 mm (*coating in faccia 2*)
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Float chiaro 4 mm
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Float temprato bassoemissivo 4 mm (*coating in faccia 5*)

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Isolamento acustico	Caratteristiche di sicurezza
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	R_w^* (dB)	Classe
30	71	16	51	24	30	NPD + NPD + 1(C)3
	EN 410	EN 410	EN 410	EN 410	EN 717-1	UNI EN 12600

* Vedi norma UNI EN 12758

Trasmittanza termica in funzione di intercapedine e gas			
Gas di riempimento	Spessore (nominale) intercapedine (mm)	U_g (W/m ² K)	Spessore totale vetrata (mm)
Aria-Aria	9-9	1.2	30
Aria-Aria	12-12	0.9	36
Aria-Aria	16-16	0.8	44
Argon-Argon 90%	9-9	0.9	30
Argon-Argon 90%	12-12	0.7	36
Argon-Argon 90%	16-16	0.6	44



8 - VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA E SELETTIVA TRIPLA CON UN VETRO TEMPRATO DI SICUREZZA

Sul mercato sono disponibili coating dalle prestazioni assai differenziate. A seconda di quale si utilizzi, o in taluni casi di come si combinino coating con diverse caratteristiche sulla stessa vetrata, si possono ottenere risultati estremamente diversi.

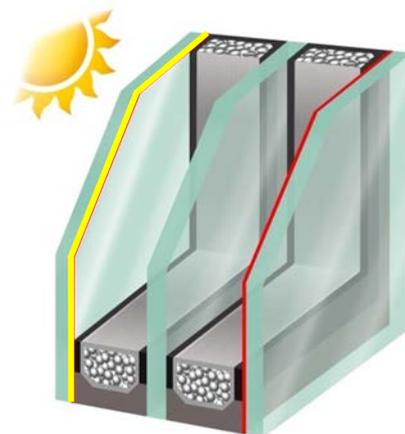
A tal fine viene proposta, a titolo meramente indicativo e con la sola finalità di illustrare tali variazioni, due vetrate che differiscono solo per il coating applicato sulla lastra esterna:

- Float selettivo 4 mm (*coating in faccia 2*)
- Intercapedine 16 mm argon (90%)
- Float chiaro 4 mm
- Intercapedine 16 mm argon (90%)
- Float temprato bassoemissivo 4 mm (*coating in faccia 5*)

Le vetrate avranno le proprietà con le variazioni indicate nella tabella seguente, ferme restando le prestazioni acustiche e di sicurezza indicate per l'analogo prodotto di cui al precedente punto 7:

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Selettività	Trasmittanza termica
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	τ_v / g (l)	U_g (W/m ² K)
30	60	26	41	21	1.46	0.6
	64	12	39	32	1.64	0.6
	EN 410	EN 410	EN 410	EN 410		

N.B. vedi nota in premessa



9 - VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA CON UN VETRO STRATIFICATO DI SICUREZZA

- Float chiaro 4 mm
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Vetro stratificato 33.1 (coating in faccia 3)

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Isolamento acustico	Caratteristiche di sicurezza
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	R_w * (dB)	Classe
26	78	13	61	23	34	NPD + 2(B)2
	EN 410	EN 410	EN 410	EN 410	EN 717-1	UNI EN 12600

* Vedi norma UNI EN 12758

Trasmittanza termica in funzione di intercapedine e gas			
Gas di riempimento	Spessore (nominale) intercapedine (mm)	U_g (W/m ² K)	Spessore totale vetrata (mm)
Aria	6	2.4	16.4
Aria	9	1.9	19.4
Aria	12	1.6	22.4
Aria	16	1.4	26.4
Argon (90%)	6	2.0	16.4
Argon (90%)	9	1.5	19.4
Argon (90%)	12	1.3	22.4
Argon (90%)	16	1.1	26.4



10 - VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA E SELETTIVA CON UN VETRO STRATIFICATO DI SICUREZZA

La vetrata isolante, oltre a contenere un coating con prestazioni basso-emissive, può essere composta con coatings aventi prestazioni selettive diverse in ragione della tipologia del coating impiegato, come esemplificato nella tabella seguente.

A titolo meramente indicativo e con la sola finalità di illustrare tali variazioni, viene proposta una vetrata di composizione:

- Float chiaro bassoemissivo e selettivo 4 mm (*coating in faccia 2*)
- Intercapedine 16 mm argon (90%)
- Vetro stratificato 33.1

In questo caso, la vetrata ha le proprietà indicate nella tabella seguente, ferme restando le prestazioni acustiche e di sicurezza indicate per l'analogo prodotto di cui al precedente punto 9:



Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Selettività	Trasmittanza termica
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	τ_v / g (/)	U_g (W/m ² K)
20	65	24	45	20	1.44	1.0
	70	10	43	30	1.63	1.1
	EN 410	EN 410	EN 410	EN 410		

N.B. vedi nota in premessa

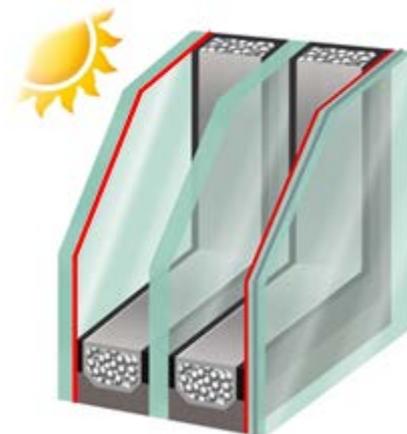
11 - VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA TRIPLA CON UN VETRO STRATIFICATO DI SICUREZZA

- Float bassoemissivo 4 mm (*coating in faccia 2*)
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Float chiaro 4 mm
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Stratificato 33.1 (*coating in faccia 5*)

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Isolamento acustico	Caratteristiche di sicurezza
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	R_w^* (dB)	Classe
35.5	70	16	50	27	35	NPD + NPD + 2(B)2
	EN 410	EN 410	EN 410	EN 410	EN 717-1	UNI EN 12600

* Vedi norma UNI EN 12758

Trasmittanza termica in funzione di intercapedine e gas			
Gas di riempimento	Spessore (nominale) intercapedine (mm)	U_g (W/m ² K)	Spessore totale vetrata (mm)
Aria-Aria	9-9	1.2	32.4
Aria-Aria	12-12	0.9	38.4
Aria-Aria	16-16	0.8	46.4
Argon-Argon 90%	9-9	0.9	32.4
Argon-Argon 90%	12-12	0.7	38.4
Argon-Argon 90%	16-16	0.6	46.4



12 - VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA E SELETTIVA TRIPLA CON UN VETRO STRATIFICATO DI SICUREZZA

Sul mercato sono disponibili coating dalle prestazioni assai differenziate. A seconda di quale si utilizzi, o in taluni casi di come si combinino coating con diverse caratteristiche sulla stessa vetrata, si possono ottenere risultati estremamente diversi.

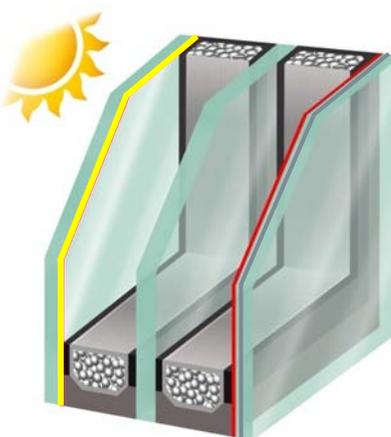
A tal fine viene proposta, a titolo meramente indicativo e con la sola finalità di illustrare tali variazioni, due vetrate che differiscono solo per il coating applicato sulla lastra esterna:

- Float selettivo 4 mm (*coating in faccia 2*)
- Intercapedine 16 mm argon (90%)
- Float chiaro 4 mm
- Intercapedine 16 mm argon (90%)
- Stratificato 33.1 (*coating in faccia 5*)

Le vetrate avranno le proprietà con le variazioni indicate nella tabella seguente, ferme restando le prestazioni acustiche e di sicurezza indicate per l'analogo prodotto di cui al precedente punto 11:

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Selettività	Trasmittanza termica
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	τ_v / g (l)	U_g (W/m ² K)
30	59	26	40	24	1.47	0.6
	63	12	39	34	1.61	0.6
	EN 410	EN 410	EN 410	EN 410		

N.B. vedi nota in premessa



13 - VETRATA ISOLANTE ACUSTICA CON UN VETRO STRATIFICATO DI SICUREZZA

- Float chiaro 6 mm
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Stratificato acustico 44.1 A (*coating in faccia 3*)

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Isolamento acustico
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	R_w^{**} (dB)
36.25	75	12	57	32	41
	EN 410	EN 410	EN 410	EN 410	EN 717-1

** Valori sperimentali

Trasmittanza termica in funzione di intercapedine e gas			
Gas di riempimento	Spessore (nominale) intercapedine (mm)	U_g (W/m ² K)	Spessore totale vetrata (mm)
Aria	6	2.4	20.5
Aria	9	1.9	23.5
Aria	12	1.6	26.5
Aria	16	1.4	30.5
Argon (90%)	6	2.0	20.5
Argon (90%)	9	1.5	23.5
Argon (90%)	12	1.3	26.5
Argon (90%)	16	1.1	30.5



Caratteristiche di sicurezza		
Prova di resistenza	Classe	Standard
Impatto secondo prova del pendolo	NPD + 1(B)1	UNI EN 12600
Resistenza all'effrazione	NPD	UNI EN 356

N.B. vedi nota in premessa

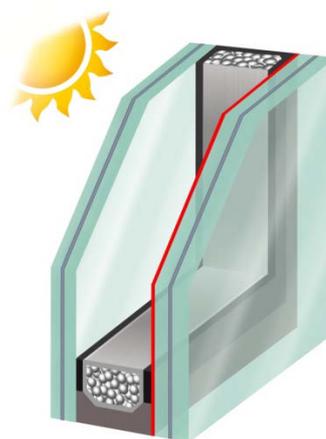
14 - VETRATA ISOLANTE ACUSTICA CON DUE VETRI STRATIFICATI DI SICUREZZA

- Stratificato acustico 44.2 A
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Stratificato acustico 66.2 A (*coating in faccia 3*)

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Isolamento acustico
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	R_w^{**} (dB)
54	72	12	53	42	49
	EN 410	EN 410	EN 410	EN 410	EN 717-1

** Valori sperimentali

Trasmittanza termica in funzione di intercapedine e gas			
Gas di riempimento	Spessore (nominale) intercapedine (mm)	U_g (W/m ² K)	Spessore totale vetrata (mm)
Aria	6	2.4	27.6
Aria	9	1.9	30.6
Aria	12	1.6	33.6
Aria	16	1.3	37.6
Argon (90%)	6	2.0	27.6
Argon (90%)	9	1.5	30.6
Argon (90%)	12	1.3	33.6
Argon (90%)	16	1.1	37.6



Caratteristiche di sicurezza		
Prova di resistenza	Classe	Standard
Impatto secondo prova del pendolo	1(B)1 + 1(B)1	UNI EN 12600
Resistenza all'effrazione	NPD	UNI EN 356

N.B. vedi nota in premessa



Sede

Via Barberini, 67
00187 Roma
Tel. 06 4871130 (r.a.)
Fax 06 42011162
e-mail: assovetro@assovetro.it
www.assovetro.it

Ufficio di Milano

Piazzale Giovanni dalle Bande Nere, 9
20146 Milano



Sede

Via dei Prefetti, 46
00186 Roma
Tel. 06 6832980
Fax 06 68307563
e-mail: info@ea.ancitel.it
www.ea.ancitel.it