

Prodotti vetrari per l'edilizia - Linee guida per la progettazione ed elementi per il capitolato

Glass in building - Guidelines for design and contract specifications

La prassi di riferimento fornisce ai progettisti, ai tecnici delle pubbliche amministrazioni, ai direttori dei lavori e a tutti gli operatori interessati una serie di linee guida con le principali indicazioni per l'individuazione della tipologia di prodotto vetrario per l'edilizia da impiegare nella specifica applicazione.

Pubblicata il 22 novembre 2016

ICS 81.040.20





© UNI
Via Sannio 2 – 20137 Milano
Telefono 02 700241
www.uni.com – uni@uni.com

Tutti i diritti sono riservati.

I contenuti possono essere riprodotti o diffusi (anche integralmente) a condizione che ne venga data comunicazione all'editore e sia citata la fonte.

Documento distribuito gratuitamente da UNI.

PREMESSA

La presente prassi di riferimento UNI/PdR 23:2016 non è una norma nazionale, ma è un documento pubblicato da UNI, come previsto dal Regolamento UE n.1025/2012, che raccoglie prescrizioni relative a prassi condivise all'interno dei seguenti soggetti firmatari di un accordo di collaborazione con UNI:

ASSOVETRO – Associazione Nazionale degli Industriali del Vetro

Via Barberini 67
00187 Roma

Ancitel Energia e Ambiente s.p.a.

Via dei Prefetti 46
00186 Roma

La presente prassi di riferimento è stata elaborata dal Tavolo “Prodotti vetrari per edilizia”, condotto da UNI, costituito dai seguenti esperti:

Arturo Benini – Project Leader (Assovetro)

Andrea Bianchi (Comune di Poggio Mirteto - Ancitel Energia e Ambiente)

Mario Boschi (Commissione Tecnica UNI “Vetro”)

Giorgio De Giovanni (Assovetro)

Andrea Lo Russo (Comune di Montevarchi - Ancitel Energia e Ambiente)

Sabrina Nanni (Ancitel Energia e Ambiente)

Nicolò Padoan (NSG Group)

Giuseppe Rinaldi (Ancitel Energia e Ambiente)

Carlo Solisio (Comune di Genova - Ancitel Energia e Ambiente)

La presente prassi di riferimento è stata ratificata dal Presidente dell'UNI il 21 novembre 2016.

Le prassi di riferimento, adottate esclusivamente in ambito nazionale, rientrano fra i “prodotti della normazione europea”, come previsti dal Regolamento UE n.1025/2012, e sono documenti che introducono prescrizioni tecniche, elaborati sulla base di un rapido processo ristretto ai soli autori, sotto la conduzione operativa di UNI.

Le prassi di riferimento sono disponibili per un periodo non superiore a 5 anni, tempo massimo dalla loro pubblicazione entro il quale possono essere trasformate in un documento normativo (UNI, UNI/TS, UNI/TR) oppure devono essere ritirate.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione della presente prassi di riferimento, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, che li terrà in considerazione.

SOMMARIO

INTRODUZIONE	6
1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	7
2 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI.....	7
3 TERMINI E DEFINIZIONI	11
4 PRINCIPIO	12
5 ASPETTI DI SICUREZZA	14
5.1 SICUREZZA NEGLI EDIFICI - NORMATIVA DI RIFERIMENTO, RESPONSABILITÀ E COMPITI.....	14
5.2 VETRO E SICUREZZA	15
5.2.1 GENERALITÀ	15
5.3 VETRI DI SICUREZZA.....	15
5.3.1 GENERALITÀ	15
5.3.2 VETRO STRATIFICATO E VETRO STRATIFICATO DI SICUREZZA	16
5.3.2.2 VETRO STRATIFICATO ACUSTICO DI SICUREZZA.....	16
5.3.2.3 VETRO STRATIFICATO DI SICUREZZA RESISTENTE AL FUOCO	16
5.3.3 VETRO TEMPRATO DI SICUREZZA.....	16
5.4 APPLICAZIONE DELLA UNI 7697.....	17
5.4.1 GENERALITÀ	17
5.4.2 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE DELLA UNI 7697	18
5.4.3 CRITERI DI SCELTA DELLE LASTRE DI VETRO DA IMPIEGARE	18
5.4.3.2 OSSERVAZIONI SUL PROSPETTO 1 E PROSPETTO 2 DELLA NORMA UNI 7697	18
5.4.4 INDICAZIONI PER EDILIZIA SCOLASTICA.....	19
5.5 COME RICONOSCERE UN VETRO DI SICUREZZA	20
6 RESISTENZA MECCANICA.....	20
6.1 GENERALITÀ	20
6.2 AZIONI E CARICHI	21
6.2.1 GENERALITÀ	21
6.2.2 CARICHI VARIABILI.....	21
6.2.2.1 CARICHI VERTICALI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI	21

6.2.2.2	CARICHI VERTICALI CONCENTRATI	21
6.2.2.3	CARICHI ORIZZONTALI LINEARI	21
6.2.3	AZIONI DEL VENTO	21
6.2.3.2	PRESSIONE DEL VENTO	22
6.2.3.3	AZIONE TANGENZIALE DEL VENTO	22
6.2.3.4	PARTICOLARI PRECAUZIONI PROGETTUALI	22
6.2.4	AZIONI DELLA NEVE	23
6.2.4.1	CARICO NEVE	23
6.2.4.2	CARICO NEVE SULLE COPERTURE	23
6.3	PRECAUZIONI PER I VETRI IN COPERTURA	23
7	PRESTAZIONI LUMINOSE	23
7.1	GENERALITÀ	23
7.2	COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE DI TRASMISSIONE LUMINOSA DELLA FORNITURA	24
8	PRESTAZIONI TERMICHE	24
8.1	LEGISLAZIONE IN MATERIA DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI	24
8.2	TECNOLOGIE DISPONIBILI	25
8.3	RISCALDAMENTO	26
8.3.1	GENERALITÀ	26
8.3.2	ISOLAMENTO TERMICO DEL VETRO	28
8.3.3	SUGGERIMENTI E CONTROLLI APPLICABILI ALLE VETRATE ISOLANTI CON COATING	28
8.4	RAFFRESCAMENTO E CONTROLLO DELL'ENERGIA SOLARE ATTRAVERSO LE SUPERFICI TRASPARENTI	29
8.4.1	GENERALITÀ	29
8.4.2	DISPOSIZIONI IN MATERIA FORNITE DAL DECRETO 2015 E DALLA UNI/TS 11300-1	30
8.4.3	CALCOLO DEL FATTORE DI TRASMISSIONE GLOBALE DI ENERGIA SOLARE g_{gl+sh}	32
8.4.4	COATING E RUOLO DEGLI ELEMENTI VETRARI	33
8.4.5	TIPOLOGIE DI VETRO DISPONIBILI PER UN EFFICACE CONTROLLO SOLARE	34
8.5	COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE ENERGETICHE DELLE VETRATE	36
9	ASSORBIMENTO ENERGETICO E STRESS TERMICO	36
9.1	FONDAMENTI DELLA SOLLECITAZIONE TERMICA	36

9.2	INDICAZIONI PER LA PROGETTAZIONE PRODOTTO VETRARIO PER L'EDILIZIA	38
9.2.1	INDICAZIONI PER IL PROGETTISTA	38
9.2.1.2	VALUTAZIONE DEL CARICO TERMICO	38
10	ISOLAMENTO ACUSTICO	40
10.1	GENERALITÀ	40
10.2	PRESTAZIONI ACUSTICHE	41
10.3	COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE ACUSTICHE DELLE VETRATE	42
11	RESISTENZA AL FUOCO	43
11.1	GENERALITÀ	43
11.2	COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA E REAZIONE AL FUOCO DELLE VETRATE	43
12	MONTAGGIO	44
12.1	GENERALITÀ	44
12.2	SUGGERIMENTI PER IL CANTIERE	45
12.2.1	STOCCAGGIO DEL MATERIALE IN CANTIERE	45
12.2.2	PRECAUZIONI DURANTE I LAVORI DI CANTIERE	45
12.2.3	PRECAUZIONI A FINE LAVORI DI CANTIERE	45
13	MANUTENZIONE	45
13.1	GENERALITÀ	45
13.2	VETRI AUTOPULENTI	45
14	ASPETTI PRESTAZIONALI E QUALITATIVI	46
15	DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE (DoP) E MARCATURA CE	47
15.1	DoP (REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011)	47
15.2	MARCATURA CE (REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011)	48
	APPENDICE A – SCHEMA PER LA PROGETTAZIONE	50
	APPENDICE B – SCHEMA “VERIFICA DEL PROGETTO”	52
	APPENDICE C – SCHEMA “VERIFICA DI CANTIERE”	55

APPENDICE D – INDICAZIONI RELATIVE ALLA SICUREZZA.....	58
APPENDICE E – INDICAZIONI PER PREVENIRE IL RISCHIO DI ROTTURE	64
APPENDICE F – EFFICIENZA ENERGETICA NELL’EDILIZIA	67
APPENDICE G – CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DI ALCUNE TIPOLOGIE DI PRODOTTI VETRARI PER L’EDILIZIA	80
BIBLIOGRAFIA.....	97

INTRODUZIONE

Un qualunque elemento vetrario impiegato nelle superfici trasparenti degli edifici rappresenta un importante elemento dell'involucro edilizio. Tale elemento 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 prerogative di trasparenza richieste, ma offre crescenti caratteristiche prestazionali non immediatamente visibili, sebbene intrinsecamente presenti.

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 infatti la sua naturale trasparenza), ma sicuramente presenti, proponibili e attestabili 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 prodotto vetrario per l'edilizia più idoneo alla specifica applicazione.

La presente prassi di riferimento, frutto dell'attività svolta da Assovetro in collaborazione con Ancitel Energia e Ambiente per l'elaborazione del documento *Indicazioni per la progettazione ed Elementi per il capitolato dei prodotti vetrari per l'edilizia*, rappresenta uno strumento completo per supportare le scelte per il corretto utilizzo dei prodotti vetrari per l'edilizia, sia in fase di progettazione che in ambito di redazione di capitolati, fornendo ai tecnici ed operatori privati e alle Amministrazioni Locali, informazioni relative alle prestazioni dei prodotti vetrari, con particolare riferimento alla sicurezza degli utenti.

1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente prassi di riferimento fornisce ai progettisti, ai tecnici delle pubbliche amministrazioni, ai direttori dei lavori ed a tutti gli operatori interessati una serie di linee guida con le principali indicazioni per l'individuazione della tipologia di prodotto vetrario per l'edilizia da impiegare nella specifica applicazione.

Il documento fornisce indicazioni pratiche circa le prestazioni e le applicazioni di vetrate per l'edilizia in relazione ai seguenti temi sulla base delle esigenze rilevate in sede di progettazione:

- a. sicurezza;
- b. resistenza meccanica;
- c. prestazioni luminose;
- d. prestazioni termiche;
- e. assorbimento energetico e stress termico;
- f. isolamento acustico;
- g. resistenza al fuoco;
- h. montaggio;
- i. manutenzione;
- j. aspetti qualitativi;
- k. Dichiarazione di Prestazione (DoP) e marcatura CE.

Per la scelta del prodotto vetrario per l'edilizia più idoneo in relazione alla specifica applicazione e per la successiva redazione del relativo capitolato, si consiglia l'utilizzo dello "Schema di Progettazione" riportato nell'Appendice A.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

La presente prassi di riferimento rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi e legislativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nel presente documento come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento.

Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio

Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia

Legge 9 gennaio 1991, n. 10 Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia

Legge 11 gennaio 1996, n. 23 Norme per l'edilizia scolastica

Legge 23 dicembre 1996, n. 649 Ripubblicazione del testo del decreto-legge 23 ottobre 1996, n. 542, coordinato con la legge di conversione 23 dicembre 1996, n. 649, recante: "Differimento di termini previsti da disposizioni legislative in materia di interventi in campo economico e sociale"

Legge 6 agosto 2008 n. 133 Testo del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, coordinato con la legge di conversione 6 agosto 2008, n. 133, recante: «Disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria»

D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

D. Lgs. 30 maggio 2008, n. 115 e s.m.i. Modifiche ed integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115, recante attuazione della direttiva 2006/32/CE, concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazioni della direttiva 93/76/CEE

D.Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 e s.m.i. Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia

D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 e s.m.i. Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture

Decreto del Presidente della Repubblica del 26 agosto 1993 n. 412 Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della Legge 9 gennaio 1991, n. 10 (D.P.R. 26 agosto 1993 n. 412)

Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 14 giugno 1989, n. 236 Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche (D.M. 14 giugno 1989 n. 236)

Decreto del Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato del 2 aprile 1998, Modalità di certificazione delle caratteristiche e delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti ad essi connessi (D.M. 2 aprile 1998)

Decreto del Ministero dell'Interno 26 agosto 1992, Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica (D.M. 26 agosto 1992)

Decreto del Ministero dell'interno del 16 febbraio 2007, Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione (D.M. 16 febbraio 2007)

Decreto del Ministero delle infrastrutture del 14 gennaio 2008, Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008)

Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 22 gennaio 2008, n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici (D.M. 22 gennaio 2008, n. 37)

Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”

Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del 25 luglio 2011, Adozione dei criteri minimi ambientali da inserire nei bandi di gara della Pubblica Amministrazione per l'acquisto di prodotti e servizi nei settori della ristorazione collettiva e fornitura di derrate alimentari e serramenti esterni (D.M. 25 luglio 2011)

Decreto del Ministro dell'istruzione, dell'università e della ricerca di concerto con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare dell'11 aprile 2013, Adozione delle linee guida contenenti indirizzi progettuali di riferimento per la costruzione di nuove scuole, anche in linea con l'innovazione introdotta nell'organizzazione della didattica con la diffusione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione

Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 26 giugno 2015, Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici (G.U. n.162 del 15/07/2015) (D.M.26 giugno 2015) (Decreto “Schema relazione”)

Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 26 giugno 2015, Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici (G.U. n.162 del 15/07/2015) (Decreto 2015)

Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 26 giugno 2015, Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici (G.U. n.162 del 15/07/2015)

Linee Guida Nazionali per la certificazione energetica degli edifici (D.M. 26 giugno 2009, come adeguato dal Decreto “Schema relazione”)

D.P.C.M. 5 dicembre 1997 Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici (G.U. n. 297 del 22/12/1997), attuativo della Legge quadro n. 447 del 26 ottobre 1995

Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Costruzioni con Elementi Strutturali di Vetro - CNR DT210 dicembre 2013

UNI 7697:2015 Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie

UNI/TS 11300-1:2014 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

UNI/TR 11404:2011 Vetrate isolanti per impiego in edilizia - Qualità ottica e visiva per serramenti

UNI EN 356:2002 Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza - Prove e classificazione di resistenza contro l'attacco manuale

UNI EN 410:2011 Vetro per edilizia - Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate

UNI EN 572-1:2016 Vetro per edilizia - Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico - Parte 1: Definizioni e proprietà generali fisiche e meccaniche

UNI EN 673:2011 Vetro per edilizia - Determinazione della trasmittanza termica (valore U) - Metodo di calcolo

UNI EN 1063:2001 Vetro per edilizia - Vetrate di sicurezza - Classificazione e prove di resistenza ai proiettili

UNI EN 1279-1 Vetro per edilizia - Vetrate isolanti - Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema

UNI EN 1279-2 Vetro per edilizia - Vetrate isolanti - Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d acqua

UNI EN 1279-3 Vetro per edilizia - Vetrate isolanti - Parte 3: Prove d invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas

UNI EN 1279-4 Vetro per edilizia - Vetrate isolanti - Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo

UNI EN 1279-5:2010 Vetro per edilizia - Vetrate isolanti - Parte 5: Valutazione della conformità

UNI EN 1279-6:2004 Vetro per edilizia - Vetrate isolanti - Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche

UNI EN 1863-1:2012 Vetro per edilizia - Vetro di silicato sodo-calcico indurito termicamente - Parte 1: Definizione e descrizione

UNI EN 12150-1:2015 Vetro per edilizia - Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente - Parte 1: Definizione e descrizione

UNI EN 12488:2016 Vetro per edilizia - Raccomandazioni per la messa in opera - Principi di posa per vetrate verticali ed inclinate

UNI EN 12600:2004 Vetro per edilizia - Prova del pendolo - Metodo della prova di impatto e classificazione per il vetro piano

UNI EN 12758:2011 Vetro per edilizia - Vetrazioni e isolamento acustico per via aerea - Descrizioni del prodotto e determinazione delle proprietà

UNI EN 12898:2002 Vetro per edilizia - Determinazione dell emissività

UNI EN 13501-1:2009 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco

UNI EN 13501-2: 2009 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 2: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco, esclusi i sistemi di ventilazione

UNI EN 13501-5:2009 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 5: Classificazione in base ai risultati delle prove di esposizione dei tetti a un fuoco esterno

UNI EN 13541:2012 Vetro per edilizia - Vetrate di sicurezza - Prove e classificazione della resistenza alla pressione causata da esplosioni

UNI EN 14179-1:2005 Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza di silicato sodico calcico temprato termicamente e sottoposto a "heat soak test" - Parte 1: Definizione e descrizione

UNI EN 14179-2:2005 Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza di silicato sodico calcico temprato termicamente e sottoposto a "heat soak test" - Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto

UNI EN 14351-1:2016 Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali

UNI EN ISO 717-1:2013 Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea

UNI EN ISO 10077-1:2007 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità

UNI EN ISO 12543-1:2011 Vetro per edilizia - Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza - Parte 1: Definizioni e descrizione delle parti componenti

3 TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini del presente documento valgono i termini e le definizioni seguenti:

3.1 coating (o deposito): Rivestimento superficiale applicato sulle lastre di vetro, in grado di modificarne le proprietà spettrofotometriche

3.2 Dichiarazione di Prestazione (DoP): Dichiarazione delle caratteristiche prestazionali, documento obbligatoriamente emesso dal produttore delle vetrate, ai sensi del Regolamento (UE) N.305/2011

3.3 faccia: Superficie della lastra di vetro

3.4 intercalare: Polimero plastico in fogli, generalmente PVB (polivinilbutirrale), interposto tra le lastre per la produzione del vetro stratificato di sicurezza

3.5 lastra stratificata asimmetrica: Lastra stratificata composta da due o più vetri di diverso spessore e/o tipologia disposti in modo non simmetrico

3.6 NTC: Nuove Norme Tecniche delle Costruzioni, ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i.

3.7 numerazione delle facce delle vetrate isolanti: Numerazione assegnata progressivamente a ciascuna delle facce del prodotto vetrario per l'edilizia a partire dalla faccia esterna della vetrata che costituisce la numero 1. L'assegnazione avviene con il seguente criterio: numero 1, faccia esterna del

vetro esterno; numero 2 faccia interna del vetro esterno; numero 3, faccia interna del secondo vetro; numero 4 faccia esterna del secondo vetro (vedere Figura 1).

Nel caso di vetrate multiple si prosegue con il medesimo criterio.

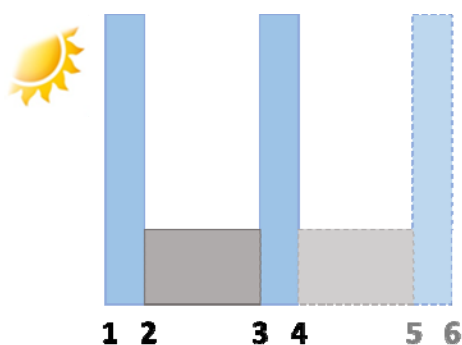


Figura 1 – Numerazione delle facce delle vetrate isolanti

3.8 progettista: Tecnico o gruppo di tecnici incaricati della progettazione dell'opera, così come definita dal D. Lgs. 50/2016

3.9 progettista del kit: Tecnico incaricato della progettazione di uno specifico insieme di elementi (es. progetto del serramento)

3.10 progettista della vetrata: Tecnico incaricato della progettazione riferita ad uno specifico prodotto vetrario per l'edilizia (es. progetto di una vetrata isolante per un'applicazione specifica)

3.11 trasmittanza di energia solare totale (fattore solare): Frazione della radiazione solare incidente che è totalmente trasmessa attraverso il vetro

[Definizione tratta dalla UNI EN 410]

NOTA Nelle norme armonizzate dei prodotti vetrari tale fattore è indicato come g ed è calcolato secondo UNI EN 410. Nella UNI/TS 11300-1 è indicato come trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale, $g_{gl,n}$.

3.12 vetrata isolante asimmetrica: Prodotto vetrario per l'edilizia isolante composto da lastre esterne di diverso spessore, tipologia e/o composizione

4 PRINCIPIO

Partendo dal presupposto che nella fase di progettazione dell'edificio e dell'involucro edile 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, si richiama l'attenzione sul fatto che le principali esigenze che il progettista e il costruttore devono considerare, oltre agli aspetti dimensionali, sono:

- a) esigenze strutturali e di sicurezza;
- b) riduzione dei consumi energetici:
 - riscaldamento;
 - condizionamento;
 - illuminazione;

- ventilazione.

c) comfort:

- termico;
- periodo estivo,
- periodo invernale,
- visivo;
- acustico.

d) aspetti estetici:

- trasparenza;
- “relazione” con l'esterno;
- ottimale uso della superficie.

e) altri elementi:

- durabilità;
- manutenzione;
- eco-compatibilità;
- ecc.

La presente prassi di riferimento si propone dunque quale strumento a supporto delle scelte progettuali e/o in ambito di redazione di capitolati per un corretto utilizzo dei prodotti vetrari per l'edilizia, prestando particolare attenzione agli aspetti di sicurezza, così come evidenziato nel seguente punto 5.

Sono quindi trattati gli aspetti di carattere prestazionale, quali la resistenza meccanica, le prestazioni luminose, le prestazioni termiche, l'assorbimento energetico e la resistenza alla sollecitazione termica, l'isolamento acustico e la resistenza al fuoco.

Sono infine fornite una serie di indicazioni di ordine pratico in relazione al montaggio, alla movimentazione e allo stoccaggio in cantiere delle lastre di vetro, alla manutenzione, agli aspetti qualitativi ed infine alla Dichiarazione di Prestazione (DoP) e alla marcatura CE.

Per l'approfondimento di alcuni aspetti particolari e per fornire alcuni esempi di documentazione, la presente prassi di riferimento fornisce le appendici qui di seguito elencate:

- Appendice A – Schema per la progettazione
- Appendice B – Schema “Verifica del progetto”
- Appendice C – Schema “Verifica di cantiere”
- Appendice D – Indicazioni relative alla sicurezza
- Appendice E – Indicazioni per prevenire il rischio di rotture
- Appendice F – Efficienza energetica nell'edilizia
- Appendice G – Caratteristiche prestazionali di alcune tipologie di prodotti vetrari per l'edilizia

5 ASPETTI DI SICUREZZA

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

In tema di sicurezza, le regolamentazioni cogenti di riferimento cui tutti gli edifici, fra cui 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 le regole 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 garantire la sicurezza dei locali e degli edifici, obblighi che restano a carico dell'Amministrazione che è 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.

5.2 VETRO E SICUREZZA

5.2.1 GENERALITÀ

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 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.

5.3 VETRI DI SICUREZZA

5.3.1 GENERALITÀ

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 tecniche 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 per 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.

Ai sensi della legislazione vigente, 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 si assume la responsabilità della loro conformità alla Dichiarazione di Prestazione (DoP). Possono

essere apposti marchi volontari aggiuntivi, con l'intervento di un Ente Terzo. Per ulteriori informazioni vedere il punto 14.

Le diverse funzioni che possono essere conferite al vetro di sicurezza, nonché le relative classificazioni prestazionali, sono approfondite all'interno dell'Appendice D sulla sicurezza.

5.3.2 VETRO STRATIFICATO E VETRO STRATIFICATO DI SICUREZZA

5.3.2.1 GENERALITÀ

La UNI EN ISO 12543-1 definisce “vetro stratificato” il vetro composto da almeno due lastre unite da uno o più intercalari, mentre definisce “vetro stratificato di sicurezza” il vetro nel quale, 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.

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.



a) schema di assemblaggio



b) lastra stratificata di sicurezza



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

5.3.2.2 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 punto 10.

5.3.2.3 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 punto 11.

5.3.3 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 di ridotte dimensioni con bordi generalmente arrotondati e deve essere marcato in modo permanente, recando il numero di tale norma.



a) Schema lastra monolitica



b) Lastra temprata rotta

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 previsto nelle UNI EN 14179-1 e 2 (Heat Soak Test).

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

Nei punti seguenti sono esposti i casi in cui è obbligatorio l'utilizzo di un prodotto vetrario per l'edilizia temprato di sicurezza sottoposto a HST.

5.4 APPLICAZIONE DELLA UNI 7697

5.4.1 GENERALITÀ

La UNI 7697 relativa ai criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie, pubblicata nel febbraio 2015, 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.

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

In essa sono infatti contenuti tutti i riferimenti ai requisiti prestazionali in vigore relativamente alle applicazioni vetrarie considerate; inoltre, nella prima parte, contiene una lista di definizioni relative a tutti i 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 deve essere esaminata nella sua interezza considerata l'articolazione delle disposizioni in essa contenute, si riportano di seguito alcune indicazioni utili all'applicazione del presente documento.

5.4.2 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE DELLA UNI 7697

La norma non si applica ai prodotti vetrari che rientrano nello scopo e campo di applicazione di norme tecniche specifiche, come ad esempio i vetri montati su mobili o quelli installati su mezzi di trasporto terrestri e navali.

La UNI 7697 esamina le vetrature in funzione del contesto in cui sono collocate, della loro funzione, del posizionamento, del tipo di montaggio e della possibilità di contatto con le persone, ed in relazione a 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 tecnica considera diversi tipi di azioni/sollecitazioni che si presume possano agire prodotto vetrario per edilizia installato nelle normali condizioni d'uso.

Tra queste, particolare attenzione è 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 prestazione richiesta tiene conto delle sollecitazioni prevedibili e dei rischi che eventuali rotture possono provocare alla comunità, a persone e a cose.

5.4.3 CRITERI DI SCELTA DELLE LASTRE DI VETRO DA IMPIEGARE

5.4.3.1 GENERALITÀ

La UNI 7697 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 devono installare sempre vetri di sicurezza, sulla base delle indicazioni riportate nella norma stessa.

Nel caso in cui il rischio di danno a persone o cose conseguente alla rottura della vetratura isolante sia prevedibile solo da un lato, il vetro di sicurezza deve essere installato dalla parte in cui si trovano le persone o le cose che si intende proteggere durante l'impiego. In fase progettuale, comunque, devono essere tenute in considerazione le conseguenze della rottura di entrambe le lastre e su questa base decidere quale vetro utilizzare per ogni lato.

Deve essere 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 vetrario per l'edilizia temprato debba essere sottoposto al trattamento HST, che riduce il rischio di rottura. Qualora si utilizzino prodotti vetrari in composizione asimmetrica (vetrate isolanti o stratificate), per spessore o tipologia di lastra, al fine di garantire la prestazione dichiarata si deve rispettare nella posa il verso utilizzato per sottoporre a prova il prodotto vetrario per l'edilizia, verso che deve essere indicato dal produttore.

5.4.3.2 OSSERVAZIONI SUL PROSPETTO 1 E PROSPETTO 2 DELLA NORMA UNI 7697

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

Nei prospetti è indicato anche quando la lastra deve fornire una prestazione residua anche nel caso di rottura; in questi casi viene prescritto vetro stratificato di sicurezza che possieda tale caratteristica.

Quando vi siano condizioni di impiego, di posa, o di fissaggio particolarmente critiche, è consigliabile verificare le prestazioni in condizioni reali.

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 antisdrucciolo (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, discriminando le caratteristiche di ciascuna delle lastre componenti il prodotto vetrario per edilizia, pone un'elevata attenzione sulle applicazioni vetrarie destinate ai luoghi pubblici o di pubblica utilità, come ad esempio scuole, asili e ospedali ecc., e relaziona tali caratteristiche all'altezza dal piano di calpestio e/o alla tipologia applicativa.

Nella vetrata isolante, che costituisce il prodotto vetrario per edilizia tipico degli involucri poiché è in grado di soddisfare le prestazioni energetiche richieste dalla normativa, la lastra interna deve essere di sicurezza per rispondere ai requisiti introdotti dalla UNI 7697.

Tra le principali modifiche introdotte nell'edizione 2015 della norma, evidenziamo quella relativa ai vetri temprati HST posti in facciata ad altezza maggiore di 4 m dal piano di calpestio.

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, la destinazione d'uso, le caratteristiche geometriche, il tipo di fissaggio e i carichi agenti.

Una volta stabilito, in base alla UNI 7697, quale debba essere la tipologia delle lastre componenti il prodotto vetrario per l'edilizia, al fine di soddisfare le prestazioni di sicurezza richieste dall'applicazione, occorre procedere al loro dimensionamento.

Il calcolo dello spessore del prodotto vetrario per l'edilizia, infatti, rappresenta parte essenziale della progettazione e va eseguito secondo quanto prescritto dalle norme di riferimento vigenti.

Non si esclude anche il ricorso a verifiche sperimentali; 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.

5.4.4 INDICAZIONI PER 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 le vetrate devono essere realizzate, sia all'interno che all'esterno, con vetri stratificati di sicurezza di classe 2(B)2 di classe 1(B)1 fino a 90 cm di altezza dal piano di calpestio.

Le prescrizioni indicate nella UNI 7697 sono coerenti con quelle ministeriali, ma innalzano a 100 cm l'altezza della soglia sotto la quale il vetro deve essere di classe 1(B)1, al fine di offrire maggiori garanzie di sicurezza all'utenza contro il rischio di caduta.

5.5 COME RICONOSCERE UN VETRO DI SICUREZZA

Ai sensi della legislazione vigente, il vetro deve essere fornito corredato di marcatura CE e deve essere resa disponibile la DoP (vedere punto 15) che ne specifica le caratteristiche prestazionali.

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

6 RESISTENZA MECCANICA

6.1 GENERALITÀ

Il vetro è un solido amorfo che, per la sua composizione chimico-fisica, 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 ridistribuzione 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 (generalmente bordi e spigoli), da cui potrebbero innescarsi le rotture delle lastre. Il suo comportamento fragile ne condiziona le modalità di utilizzo, ed è quindi necessaria una piena conoscenza dei parametri meccanici e termici che lo caratterizzano. Nella Tabella 1 seguente sono richiamati i principali parametri di interesse.

Tabella 1 – Principali parametri meccanici e termici

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⁾
Conducibilità 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			

Fonte: UNI EN 572-1 Vetro per edilizia - Prodotti di base di vetro di silicato sodio-calcico - Parte 1: Definizioni e proprietà generali fisiche e meccaniche

NOTA In attesa della norma europea sul dimensionamento degli spessori delle lastre in vetro con funzione di tamponamento, indicazioni procedurali in materia sono fornite dall'UNI/TR 11463, che ha preso a riferimento metodi e principi della normativa europea in corso di definizione. L'UNI/TR 11463 adotta il metodo di calcolo 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.

6.2 AZIONI E CARICHI

6.2.1 GENERALITÀ

Secondo quanto già indicato nel Capitolo 3 delle NTC, di cui al D.M. 14 gennaio 2008, 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.

6.2.2 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.

6.2.2.1 CARICHI VERTICALI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI

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

6.2.2.2 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.

6.2.2.3 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.

6.2.3 AZIONI DEL VENTO

6.2.3.1 GENERALITÀ

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, emanata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, fornisce, inoltre, il metodo di calcolo della velocità di riferimento riferita ad un generico periodo di ritorno.

6.2.3.2 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.

6.2.3.3 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 2 febbraio 2009, n. 617.

6.2.3.4 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.

6.2.4 AZIONI DELLA NEVE

6.2.4.1 CARICO NEVE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture deve essere 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.

6.2.4.2 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.

6.3 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.

7 PRESTAZIONI LUMINOSE

7.1 GENERALITÀ

Il flusso luminoso che colpisce un prodotto vetrario per l'edilizia si divide in due componenti:

1. la quantità di luce visibile che attraversa il vetro;
2. la quantità che viene riflessa dal prodotto.

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

- a) trasmissione luminosa;

- b) riflessione luminosa;

Essi dipendono dallo spessore e dalla colorazione del prodotto vetrario per l'edilizia, nonché, eventualmente, dalle sostanze che costituiscono i depositi superficiali.

La trasmissione luminosa (TL o τ_v) 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.

La trasmissione luminosa del prodotto vetrario per l'edilizia deve essere fornita dal produttore ed è misurata in conformità alla norma UNI 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.

7.2 COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE DI TRASMISSIONE LUMINOSA DELLA FORNITURA

Ai sensi della legislazione vigente, il vetro deve essere fornito corredato di marcatura CE e deve essere resa disponibile la Dichiarazione di Prestazione (DoP, vedere punto 15) che ne specifica le caratteristiche prestazionali.

8 PRESTAZIONI TERMICHE

8.1 LEGISLAZIONE IN MATERIA DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

La Direttiva europea 2010/31/UE prescrive che ogni Paese disciplini i consumi e la prestazione energetica degli edifici affinché tutti gli edifici di nuova costruzione siano a energia quasi zero entro il 2021.

Alla data di edizione del presente documento, la legislazione che in Italia regola le prestazioni energetiche degli edifici, in ottemperanza a quanto indicato nella suddetta Direttiva, è rappresentata dal D. Lgs. del 19 agosto 2005 n. 192 e s.m.i. che attraverso tre decreti attuativi (G.U. n.162 del 15/07/2015), in capo al Ministero dello Sviluppo Economico, disciplina in modo completo il quadro delle prestazioni energetiche in edilizia. I tre decreti, che risultano tutti vigenti alla data del 1 ottobre 2015, trattano:

- a) la metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche integrate degli edifici, i requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche e i criteri generali per la certificazione energetica degli edifici;
- b) gli schemi e le modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto, in funzione delle diverse tipologie di lavori;
- c) le Linee guida per l'attestazione della prestazione energetica degli edifici, che riportano una classificazione degli edifici, il format di Attestato di Prestazione Energetica (APE) e il format di

Attestato di Qualificazione energetica (AQE). Relativamente alla figura del certificatore energetico, è in vigore il 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.

Poiché vale la “clausola di cedevolezza”, è necessario verificare la presenza di disposizioni di carattere legislativo locale (legge/ regolamento regionale e/o comunale), con prescrizioni differenti.

8.2 TECNOLOGIE DISPONIBILI

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

La stima degli scambi termici attraverso la finestra ci è data dalla trasmittanza termica complessiva del serramento U_w , che è funzione della trasmittanza termica del prodotto vetrario per l'edilizia U_g , della trasmittanza del telaio U_f e tiene anche conto delle caratteristiche del canalino distanziatore. La normativa tecnica relativa al calcolo della trasmittanza termica dei componenti trasparenti è la UNI EN ISO 10077-1, in alternativa si assume il valore dichiarato dal fabbricante in base alla UNI EN 14351-1.

Il valore di trasmittanza termica U_g , che incide in modo rilevante sul bilancio energetico invernale dell'edificio, è fornito dal produttore, che lo calcola secondo la norma UNI EN 673. La gamma prestazionale dei vetri è molto ampia: il valore di trasmittanza termica è compreso tra $U_g = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ per il vetro singolo e $U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ 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 $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Le vetrate composte da vetro chiaro semplice sono quasi trasparenti rispetto alla radiazione solare, ma la tecnologia dei depositi applicati sulle superfici delle lastre permette di filtrare la radiazione solare, riducendo il surriscaldamento degli ambienti e facendo risparmiare l'energia per il raffrescamento.

Depositi superficiali del tipo a controllo solare sono invece in grado di schermare la radiazione infrarossa e, grazie ad essi, i prodotti vetrari svolgono anche la funzione di schermo e/o filtro solare.

Il parametro che esprime, in maniera adimensionale o in %, la quantità di calore che oltrepassa la vetrata per edilizia è la trasmittanza di energia solare totale dei componenti trasparenti dell'involucro edilizio g ; più basso è tale parametro, 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%).

A partire dal fattore solare g del vetro, e mediante la conoscenza delle caratteristiche prestazionali relative a eventuali schermature mobili installate, il progettista è in grado di calcolare il fattore solare totale g_{gl+sh} della finestra, necessario per le verifiche previste dal Decreto 26 giugno 2015 del Ministero dello Sviluppo Economico relativo ai requisiti minimi degli edifici e trattato al punto 8.4 seguente.

Ai sensi della legislazione vigente, 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 si assume la responsabilità della loro conformità alla DoP. Se poi sono marchiati anche CSICERT UNI, ciò significa che sono stati sottoposti, su base volontaria, ad un controllo supplementare, e che in tale procedura interviene un Ente Terzo secondo Regolamenti CSI specifici di prodotto. Vedere punto 14.

8.3 RISCALDAMENTO

8.3.1 GENERALITÀ

Il Decreto 26 giugno 2015 “Requisiti minimi degli edifici”, di seguito Decreto 2015, di cui al precedente punto 8.1, lettera a), è in vigore dal 1 ottobre 2015 e distingue tra le seguenti tipologie di intervento:

- 1) edifici di nuova costruzione;
- 2) edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni importanti di primo livello, cioè interventi sull'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 50% della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio, comprendenti anche la ristrutturazione dell'impianto termico;
- 3) edifici sottoposti a ristrutturazioni importanti di secondo livello, ossia con incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda;
- 4) edifici oggetto di riqualificazione energetica, ossia altre tipologie di interventi non ricadenti nella fattispecie dei punti precedenti, quali, a titolo indicativo e non esaustivo, la manutenzione ordinaria o straordinaria, la ristrutturazione e il risanamento conservativo.

Per gli edifici di nuova costruzione, per gli ampliamenti di edifici esistenti e per le ristrutturazioni importanti di primo livello, il Decreto 2015 non impone valori limite di trasmittanza per i serramenti e per le chiusure trasparenti, tuttavia prevede, tra le altre, la verifica di un coefficiente globale di scambio termico H'_T riferito all'involucro, in funzione della zona climatica e del rapporto S/V; per il calcolo si procede come indicato nel Decreto 2015. Tale coefficiente, i cui valori sono riportati nella seguente Tabella 2, deve essere rispettato anche per i casi di ristrutturazioni importanti di secondo livello, limitatamente alle sole parti dell'involucro interessate dai lavori, fatte salve le verifiche dei valori limite di trasmittanza.

Tabella 2 - Valore massimo ammissibile del coefficiente globale di scambio termico H'_T [W/m²K]

Tipologia di intervento	ZONA CLIMATICA				
Nuova costruzione e ristrutturazioni importanti di 1° livello	A e B	C	D	E	F
Rapporto di Forma					
$S/V \geq 0,7$					
$0,7 < S/V \leq 0,4$					
$S/V < 0,4$	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70
Tipologia di intervento	A e B	C	D	E	F
Ampliamenti e ristrutturazioni importanti di 2° livello per tutte le tipologie edilizie	0,73	0,70	0,68	0,65	0,62

Fonte: Appendice A, Tabella 10 – Decreto 26 giugno 2015 – “Requisiti minimi degli edifici”

Per ogni edificio di nuova costruzione o soggetto a ristrutturazione importante di primo livello, il Decreto 2015 impone il confronto di tale edificio, con i corrispondenti valori prestazionali di un *edificio di riferimento*, ossia di un edificio identico in termini di geometria, orientamento, ubicazione, destinazione d'uso e situazione al contorno, nel quale gli elementi costruttivi e gli impianti abbiano le caratteristiche termiche e i parametri energetici indicati nelle Tabelle dell'Appendice A del Decreto 2015. Qui per brevità si sceglie di riportare, tra i parametri che caratterizzano l'edificio di riferimento, solo quelli riferibili ai componenti finestrati, ossia il fattore solare (vedere punto 8.4) e la trasmittanza termica, rimandando all'Appendice F per la trattazione completa dei parametri che caratterizzano l'edificio di riferimento. I valori di trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti (componenti finestrati), comprensivi degli infissi, dell'edificio di riferimento, sono dunque riportati nella seguente Tabella 3.

Tabella 3 - Valori della trasmittanza termica del serramento U dell'edificio di riferimento

ZONA CLIMATICA	TRASMITTANZA DEL SERRAMENTO DAL 1° LUGLIO 2015 U (W/m^2K)	TRASMITTANZA DEL SERRAMENTO DAL 1° GENNAIO 2019 (edifici pubblici/a uso pubblico) e DAL 1° GENNAIO 2021 (tutti gli edifici) U (W/m^2K)
A e B	3,2	3,0
C	2,4	2,2
D	2,0	1,8
E	1,8	1,4
F	1,5	1,1

Fonte: Appendice A, Tabella 4 – Decreto 26 giugno 2015 – “Requisiti minimi degli edifici”

Il Decreto 2015, come riportato nella Tabella 3, stabilisce le caratteristiche prestazionali relative all'edificio di riferimento per i due differenti periodi di applicazione:

- primo periodo: dal 1/10/2015 al 31/12/2018 per gli edifici pubblici e ad uso pubblico e dal 1/10/2015 al 31/12/2020 per tutti gli altri edifici;
- secondo periodo: dal 1/1/2019 per gli edifici pubblici e ad uso pubblico e dal 1/1/2021 per tutti gli altri edifici.

Nei casi di ristrutturazione importante di secondo livello e di riqualificazione energetica e per tutte le categorie di edifici, ad eccezione della categoria E.8 (edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili), il Decreto 2015 stabilisce che il valore massimo della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti nel suo complesso, comprensive di vetro e infissi, nonché dei ponti termici all'interno delle strutture oggetto di riqualificazione, debba rispettare la seguente Tabella 4.

Tabella 4 - Valori limite della trasmittanza termica U del serramento per i casi di ristrutturazione energetica di secondo livello e di riqualificazione energetica

ZONA CLIMATICA	TRASMITTANZA DEL SERRAMENTO DAL 1° LUGLIO 2015 U (W/m²K)	TRASMITTANZA DEL SERRAMENTO DAL 1° GENNAIO 2021 U (W/m²K)
A e B	3,2	3,0
C	2,4	2,0
D	2,1	1,8
E	1,9	1,4
F	1,7	1,0

Fonte: Appendice B, Tabella 4 – Decreto 26 giugno 2015 – “Requisiti minimi degli edifici”

In caso di interventi di riqualificazione energetica dell'involucro opaco con isolamento termico dall'interno o in intercapedine, indipendentemente dall'entità della superficie coinvolta, i valori delle trasmittanze, tra cui anche quella del serramento, sono incrementati del 30%.

Come anticipato, inoltre, nei casi di ristrutturazione importante di secondo livello è necessario verificare anche il rispetto dei valori del coefficiente H'_T , i cui valori sono riportati in Tabella 2.

NOTA Oltre ai requisiti minimi degli edifici introdotti a livello nazionale, è opportuno verificare l'esistenza di limiti prestazionali più restrittivi fissati da eventuali normative locali.

8.3.2 ISOLAMENTO TERMICO DEL VETRO

Il valore di trasmittanza termica U, proprio di ciascun tipo di prodotto vetrario per l'edilizia, disciplinato dalla UNI 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 UNI EN 1279, parti da 1 a 6).

I vetri bassoemissivi assemblati in vetrata isolante garantiscono, di fatto, prestazioni di isolamento termico sei volte più elevate di un vetro singolo.

8.3.3 SUGGERIMENTI E CONTROLLI APPLICABILI ALLE VETRATE ISOLANTI CON COATING

I coating hanno raggiunto un elevato livello di trasparenza e neutralità, rendendo il vetro rivestito simile al vetro senza coating.

Di seguito si forniscono alcuni suggerimenti pratici per verificare le caratteristiche del prodotto vetrario installato:

- 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;
- la presenza di un coating può essere facilmente rilevata anche con strumenti specifici, senza danneggiare le vetrate;

- il diverso posizionamento del deposito sulla lastra (esterna o interna – facce 1, 2, 3 o 4 individuate secondo i criteri di numerazione delle facce delle vetrate isolanti indicati al punto 3.7) delle vetrate isolanti, può far variare l'aspetto cromatico e prestazionale. È quindi importante che il posizionamento del coating si mantenga uniforme sull'intera facciata dell'edificio, così da evitare effetti indesiderati di disomogeneità dell'aspetto;
- 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 per verificarne la conformità a quanto richiesto dal committente (spessore vetri, presenza coating, riempimento gas, ecc.).

Ogni tipo di informazione è comunque reperibile rivolgendosi direttamente al fornitore del prodotto.

8.4 RAFFRESCAMENTO E CONTROLLO DELL'ENERGIA SOLARE ATTRAVERSO LE SUPERFICI TRASPARENTI

8.4.1 GENERALITÀ

Il fattore solare g di una superficie vetrata indica la percentuale di energia termica τ_e che la attraversa, rispetto al totale dell'energia incidente sulla superficie stessa.

Nel caso di una vetrata isolante, il fattore solare si arricchisce di un ulteriore contributo: è, infatti, rappresentato, oltre che dall'energia che la attraversa in modo diretto τ_e , anche dal flusso di calore secondario q_i trattenuto dal vetrocamera e successivamente trasmesso verso l'interno.

Il fattore solare è un parametro determinante nella progettazione di un edificio, soprattutto quando gli ambienti presentano ampie superfici trasparenti, poiché è in grado di quantificare il calore che entra negli ambienti interni, ricoprendo un'importanza assai rilevante nella determinazione del bilancio energetico complessivo dell'edificio. Vedere figura 2 seguente.

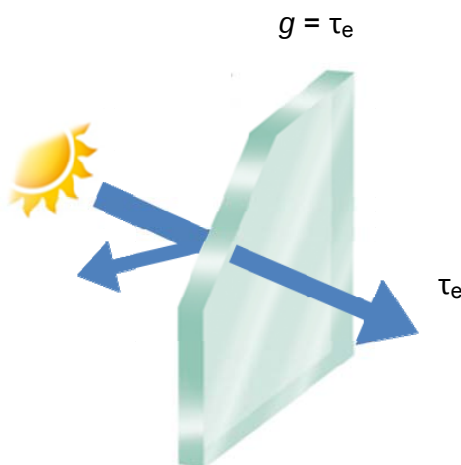


Figura 2 – Schema di trasmissione solare attraverso il vetro singolo

Nei mesi invernali, infatti, gli apporti solari gratuiti contribuiscono a ridurre il fabbisogno energetico per il riscaldamento, ma, comportando un aumento della temperatura interna, possono essere problematici nella stagione estiva se non correttamente considerati durante la fase progettuale o durante la scelta del prodotto vetrario per l'edilizia, in modo particolare per i paesi mediterranei. Vedere figura 3.

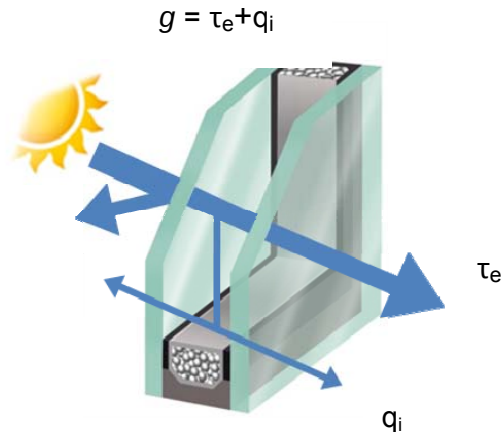


Figura 3 – Schema di trasmissione solare attraverso una vetrata isolante

8.4.2 DISPOSIZIONI IN MATERIA FORNITE DAL DECRETO 2015 E DALLA UNI/TS 11300-1

L'esigenza di costruire involucri edili sempre più efficaci nel contenere i consumi energetici ha portato la normazione italiana ed europea a richiedere maggiore efficienza a tutti i loro componenti, anche per le prestazioni connesse con il raffrescamento estivo. Già il D.P.R. 2 aprile 2009, n.59 imponeva limiti prestazionali al fattore solare g del vetro, prescrivendo l'utilizzo di vetrate con $g \leq 50\%$, qualora fosse dimostrata la non convenienza tecnica e/o economica di sistemi schermanti esterni. Tale dettame, mirato al miglioramento del comfort interno e alla riduzione del fabbisogno energetico estivo, ha rappresentato un pratico riferimento per le superfici vetrate.

Più recentemente il Decreto 2015 ha introdotto il fattore di trasmissione globale di energia solare g_{gl+sh} , in cui g è il fattore solare ed i pedici gl e sh indicano rispettivamente i contributi forniti dal vetro e quelli dalle schermature. g_{gl+sh} tiene conto quindi non solo del ruolo del vetro (*glass*), ma anche di eventuali schermature mobili (*shading*), purché, come precisato dalla specifica tecnica UNI/TS 11300-1 al punto 14.3.3, siano applicate *in modo solidale con l'involucro edilizio e non liberamente montabili e smontabili dall'utente*.

Ai fini del calcolo del fattore solare per ottemperare a quanto previsto dal Decreto 2015, possono essere computati i contributi di tutte le chiusure oscuranti o schermature mobili, purché permettano una modulazione variabile e controllata dei parametri energetici e ottico luminosi in risposta alle sollecitazioni solari.

Il parametro g_{gl+sh} , non è previsto nelle norme armonizzate dei singoli prodotti che invece prevedono g_{tot} ; il g_{gl+sh} va verificato ai sensi del Decreto 2015 per le sole chiusure trasparenti delimitanti un ambiente climatizzato verso l'esterno *con orientamento da Est a Ovest, passando per Sud*, e va determinato considerando il soleggiamento del mese di luglio e l'effetto delle schermature solari mobili eventualmente presenti.

Nei punti seguenti sono esplicitate le verifiche da effettuare in tema di controllo dell'energia solare, in relazione alla tipologia di intervento prevista.

8.4.2.1 RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI SECONDO LIVELLO E RIQUALIFICAZIONI ENERGETICHE

Per alcune tipologie di interventi, il Decreto 2015 fissa il valore massimo del fattore di trasmissione di energia solare totale g_{gl+sh} della componente finestrata, il quale deve risultare $g_{gl+sh} \leq 0,35$ per tutte le zone climatiche e qualunque sia la destinazione d'uso dell'edificio in cui la stessa sia inserita.

In particolare, il limite $g_{gl+sh} \leq 0,35$ riguarda soltanto gli edifici sottoposti alle seguenti tipologie di interventi:

- a) edifici soggetti a ristrutturazioni importanti di secondo livello;
- b) edifici oggetto di riqualificazione energetica.

Sono esclusi gli edifici adibiti ad attività industriali e artigianali (categoria E.8).

8.4.2.2 EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE, AMPLIAMENTI VOLUMETRICI E RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI PRIMO LIVELLO

Per gli interventi di nuova costruzione, gli ampliamenti volumetrici o le ristrutturazioni importanti di primo livello, cui sono richieste verifiche sulla prestazione globale dell'edificio e sulle efficienze degli impianti in esso installati, il parametro di riferimento, rispetto al quale si richiede di effettuare la verifica, non è g_{gl+sh} , bensì il rapporto tra l'area solare equivalente estiva e l'area della superficie utile:

$$(A_{sol,est}/A_{sup\ utile})$$

Nel dettaglio, l'area solare equivalente estiva $A_{sol,est}$ tiene conto non solo del vetro e delle schermature, ma anche dell'ombreggiatura offerta da corpi, ostruzioni esterne ed aggetti, orizzontali e verticali, nonché della latitudine in cui è inserito l'edificio in esame e del suo orientamento. Essa si calcola come sommatoria delle aree equivalenti di ogni componente vetrato k , secondo la relazione:

$$A_{sol,est} = \sum_k F_{sh,ob} \times g_{gl+sh} \times (1-F_F) \times A_{w,p} \times F_{sol,est} \quad [m^2]$$

dove:

$F_{sh,ob}$ è il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie vetrata k -esima, riferito al mese di luglio;

g_{gl+sh} è il fattore di trasmissione di energia solare totale, attraverso il quale si considera l'esposizione della finestra in esame;

F_F è la componente che tiene in considerazione l'area del telaio del serramento e, nello specifico, rappresenta il rapporto tra l'area proiettata del telaio e l'area proiettata totale del componente finestrato;

$A_{w,p}$ è l'area proiettata totale del componente finestrato (area del vano finestra);

$F_{sol,est}$ è il fattore di correzione per l'irraggiamento incidente, ricavato come rapporto tra l'irradianza media nel mese di luglio, nella località e sull'esposizione considerata, e l'irradianza media annuale di Roma, sul piano orizzontale.

I valori massimi imposti dal Decreto 2015 al rapporto $(A_{sol,est}/A_{sup\ utile})$ sono riportati nella seguente Tabella 5.

Tabella 5 - Valori limite del rapporto $A_{sol,est} / A_{sup\ utile}$

Categoria dell'edificio	Tutte le zone climatiche
Categoria E.1 fatta eccezione per collegi, conventi, case di pena, caserme nonché per la categoria E.1(3)	$\leq 0,030$
Tutti gli altri edifici	$\leq 0,040$

Fonte: Appendice A, Tabella 11 – Decreto 26 giugno 2015 – “Requisiti minimi degli edifici”

I due parametri g_{gl+sh} e $A_{sol,est}$, necessari per la determinazione del comportamento in termini di controllo solare relativo allo specifico edificio, devono essere considerati attentamente in fase di progettazione.

La completa definizione dei valori che determinano il comportamento solare dell'edificio (g_{gl+sh} e $A_{sol,est}$) richiede l'intervento del progettista, sia per le superfici opache sia per le superfici trasparenti.

Come anticipato, i parametri riferibili ai vetri che caratterizzano il fabbricato dell'*edificio di riferimento*, e, pertanto, influiscono sulle verifiche relative agli indici di prestazione energetica globale dell'edificio, sono:

- la **trasmissione termica** U delle chiusure trasparenti, esplicitata al punto 8.3;
- il **fattore di trasmissione globale di energia solare** g_{gl+sh} che, per le chiusure tecniche trasparenti verso l'esterno con orientamento da Est a Ovest, passando per il Sud, indipendentemente dalla zona climatica, assume il valore $g_{gl+sh} = 0,35$. Con questo valore si deve verificare la prestazione termica utile per la climatizzazione.

8.4.3 CALCOLO DEL FATTORE DI TRASMISSIONE GLOBALE DI ENERGIA SOLARE g_{gl+sh}

Sul piano pratico, per il calcolo di g_{gl+sh} è necessario dapprima determinare il fattore solare relativo al solo vetro g_{gl} ; per ottenere tale parametro è necessario moltiplicare il fattore solare g misurato con incidenza normale (normato dalla UNI EN 410 e rinominato $g_{gl,n}$ dalla UNI/TS 11300-1), per il fattore di esposizione F_w , di cui la suddetta UNI/TS fornisce i valori, in funzione del mese⁽¹⁾, dell'esposizione e del tipo di prodotto vetrario per l'edilizia (vetro singolo, vetrata isolante doppia o tripla).

Calcolato quindi il fattore solare del solo vetro g_{gl} con la relazione: $g_{gl} = g_{gl,n} \times F_w$, si procede a stimare la trasmittanza solare complessiva g_{gl+sh} dovuta anche agli elementi schermanti, ovvero:

$$g_{gl+sh} = g_{gl} \times (g_{gl+sh} / g_{gl})$$

Il fattore di riduzione dovuto agli elementi schermanti (g_{gl+sh} / g_{gl}) è generalmente indicato dal fornitore². In assenza di tale indicazione, tale fattore è ricavabile dal prospetto B.6 dell'Appendice B della UNI/TS 11300-1, in relazione al tipo di tenda utilizzata e al suo posizionamento rispetto al vetro.

Ferma restando la completezza delle prescrizioni introdotte dal Decreto 2015, si ritiene che vi siano, anche altri punti che richiedono una maggiore definizione:

¹ Il Decreto 2015 indica di utilizzare, ai fini del calcolo, i valori del mese di luglio.

² Le FAQ, pubblicate dal MISE in materia di Efficienza Energetica in edilizia il 1 agosto 2016, chiariscono che nel calcolo è possibile tener conto di qualsiasi tipologia di schermatura, cioè anche dell'eventuale contributo delle chiusure oscuranti (quali tapparelle, scuri, persiane...) oltre che delle schermature mobili (tende, veneziane...). Il requisito sul fattore g_{gl+sh} può essere dunque inteso come limite sul parametro g_{tot} (g_t).

- nel calcolo del fattore solare g_{gl+sh} per gli edifici soggetti a ristrutturazioni importanti di secondo livello o a riqualificazione energetica non si tiene conto della parte opaca rappresentata dal telaio del serramento, che limita la superficie di trasmissione e, quindi, la quantità di energia trasmessa..
- il Decreto impone di verificare il valore del parametro g_{gl+sh} , in relazione al quale la FAQ 2.34 del 1° agosto 2016 del MISE riconosce un'equivalenza con $g_{tot.}$

8.4.4 COATING E RUOLO DEGLI ELEMENTI VETRARI

L'industria vetraria, al fine di garantire al mercato prodotti sempre più performanti da destinare all'involucro edilizio, ha sviluppato e incrementato tecnologie in grado di modificarne sensibilmente le prestazioni energetiche, in termini di trasmittanza termica U_g , di fattore solare g e di fattore di trasmissione luminosa τ_v (la quantità di luce trasmessa attraverso la vetrata, spesso indicato come TL. Vedere punto 7).

Poiché tali parametri non sono totalmente indipendenti, normalmente un vetro a basso fattore solare g ha una trasmissione luminosa τ_v minore rispetto a quella del normale vetro float. Tale effetto può essere efficacemente gestito con l'adozione di vetri opportuni, come i vetri multifunzione che hanno elevate capacità selettive, sono cioè capaci di distinguere tra i diversi fasci di lunghezze d'onda, quelli su cui esercitare, in modo differenziato, la loro azione di filtro.

Sul mercato esistono numerose tipologie di vetri selettivi, vetri che abbinano una bassa emissività e un ridotto fattore solare, ad una buona trasmissione luminosa.

Non esiste alcuna specifica definizione in ambito normativo, però, in gergo commerciale, al fine di permettere una valutazione semplificata delle prestazioni dei prodotti, comunemente si utilizza l'**indice di selettività** che descrive il rapporto tra la trasmissione luminosa ed il fattore solare (TL/g). Quanto più tale indice è elevato, tanto maggiore è la selettività del vetro.

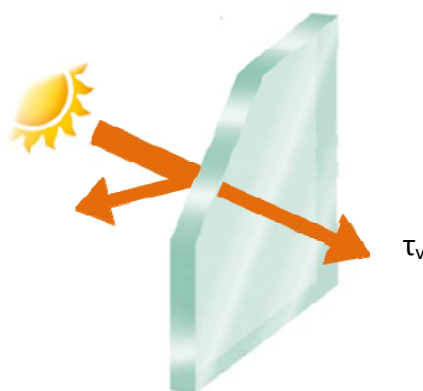


Figura 4 – Schema di trasmissione luminosa attraverso un vetro singolo

È particolarmente importante sapere che, utilizzando vetri selettivi, i quali, come detto, abbinano efficacemente un basso fattore solare a buone caratteristiche di trasmissione luminosa, è possibile soddisfare le prescrizioni del Decreto 2015, anche in assenza di schermature.



Attraverso il valore del fattore solare del vetro, fornito dal vetraio in sede di Dichiarazione di Prestazione (DoP), e conoscendo le caratteristiche prestazionali delle eventuali schermature mobili, è possibile calcolare il fattore solare totale della chiusura trasparente g_{gl+sh} .

Per quel che riguarda il comportamento energetico di una vetrata isolante la tipologia di rivestimento superficiale applicato sulle lastre riveste un ruolo determinante per la definizione della prestazione.

Il deposito, finalizzato a controllare gli scambi per irraggiamento attraverso il vetro, è in grado di filtrare in modo selettivo le radiazioni elettromagnetiche e di abbattere l'emissività, finanche a valori inferiori all'1%, pur consentendo di mantenere buoni valori di trasmissione luminosa.

Le principali tecnologie di applicazione del coating sono:

- il processo pirolitico, che permette di ottenere un deposito di elevata resistenza meccanica;
- il processo magnetronico, che è più versatile, poiché consente di applicare numerosi strati sovrapposti, conferendo caratteristiche più varie e complesse al prodotto vetrario per edilizia, capace di soddisfare le più diverse esigenze.

8.4.5 TIPOLOGIE DI VETRO DISPONIBILI PER UN EFFICACE CONTROLLO SOLARE

Osservando il comportamento energetico di alcuni prodotti vetrari, emerge con evidenza che la forte innovazione tecnologica ha permesso di migliorare le prestazioni del prodotto vetrario per l'edilizia, in termini di controllo solare, come visibile dalla Tabella 6 sottostante, in cui si riportano, a puro titolo informativo, i valori ottenuti utilizzando alcune tipologie di prodotti disponibili sul mercato.

Com'è possibile rilevare, i prodotti vetrari ad alte prestazioni offrono caratteristiche in termini di indice di selettività (TL/g) quasi doppie rispetto a quelle di una vetrata isolante tradizionale. L'adozione di tali vetri consente anche di rispettare i dettami ministeriali relativi al controllo solare anche in assenza di schermature (vedere FAQ 2.34 del MISE).

Tabella 6 - Prestazioni energetiche di alcune tipologie di vetrate isolanti

Composizione vetrata isolante intercapedine: 16mm Argon		Caratteristiche energetiche		Trasmittanza termica	Caratteristiche ottiche		Indice di Selettività
vetrata isolante		Fattore solare	Assorbimento energetico		Trasmissione luminosa	Riflessione luminosa	
		g (%)	α_e (%)	U_g (W/m ² K)	τ_v (%)	ρ_v (%)	TL /g (l)
lastra esterna*	lastra interna*	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 673	UNI EN 410	UNI EN 410	/
senza coating	senza coating	78	8	2,6	82	13	1,05
senza coating	bassoemissivo	62	19	1,1	79	13	1,27
selettivo 70/40	senza coating	43	27	1,1	72	10	1,67
selettivo 70/40	bassoemissivo pirolitico (faccia 4)	36	27	0,9	65	18	1,80
selettivo 70/35	senza coating	38	25	1,0	71	16	1,87
selettivo 60/28	senza coating	28	30	1,0	61	14	2,17
selettivo 40/22	senza coating	23	49	1,1	40	20	1,74
* Nota: Per i criteri minimi di sicurezza delle lastre, occorre fare riferimento alla norma UNI 7697							

Esempio di calcolo: si sceglie di utilizzare, tra le diverse composizioni proposte dalla tabella, la soluzione di vetrata isolante che presenta un coating selettivo tipo 70/35 (vedere figura 5), per la quale si ottiene il seguente comportamento energetico:

- trasmittanza termica $U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- fattore solare $g = 0,38$

Volendo esaminare il caso più critico, si assumono le seguenti considerazioni:

- assenza di schermature mobili di ausilio, ossia $(g_{gl+sh} / g_{gl}) = 1$
- finestra orientata con l'esposizione più gravosa, indifferentemente Est o Ovest, avente per il mese di luglio $F_w = 0,915$

si ottiene $g_{gl+sh} = 0,348$, che rispetta la relazione $g_{gl+sh} \leq 0,35$ imposta dal Decreto 2015, senza che vi sia la necessità di installare elementi di schermo solare.



Figura 5 – Schema di vetrata isolante con coating in faccia 2

8.5 COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE ENERGETICHE DELLE VETRATE

Ai sensi della legislazione vigente, il vetro deve essere fornito corredato di marcatura CE e deve essere resa disponibile la Dichiarazione di Prestazione (DoP, vedere punto 15) che ne specifica queste caratteristiche prestazionali.

Per favorire un'azione di monitoraggio sull'effettivo rispetto dei dettami legislativi, approfonditi nell'Appendice F, nonché delle prescrizioni contenute nel Regolamento Edilizio, le Appendici B e C riportano rispettivamente le Schede "Verifiche del Progetto" e "Verifica del cantiere", che devono essere compilate e fornite all'ufficio comunale competente.

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

9 ASSORBIMENTO ENERGETICO E STRESS TERMICO

9.1 FONDAMENTI DELLA SOLLECITAZIONE TERMICA

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

Come la maggior parte dei materiali, anche il vetro è soggetto al fenomeno della dilatazione termica, che avviene 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 del prodotto vetrario per l'edilizia (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 del prodotto vetrario per l'edilizia (vetro stratificato, vetrata 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 vi siano più elevati gradienti termici, maggiore è il rischio di arrivare alla rottura.

Un comune esempio di questa condizione lo si può rilevare in una lastra intelaiata sul perimetro, in cui la porzione di vetro esposta alla radiazione solare diretta assorbe calore, aumentando la sua temperatura, mentre la parte intelaiata resta ad una temperatura inferiore in quanto viene schermata.

Per prevenire che questi effetti possano portare a rottura, le norme tecniche 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 rottura di una lastra che sia conseguenza di eccessive 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 - vedere figura 6 riportata qui di seguito). In funzione delle tensioni che l'hanno generata, il successivo propagarsi della rottura può assumere le direzioni e le forme più varie.

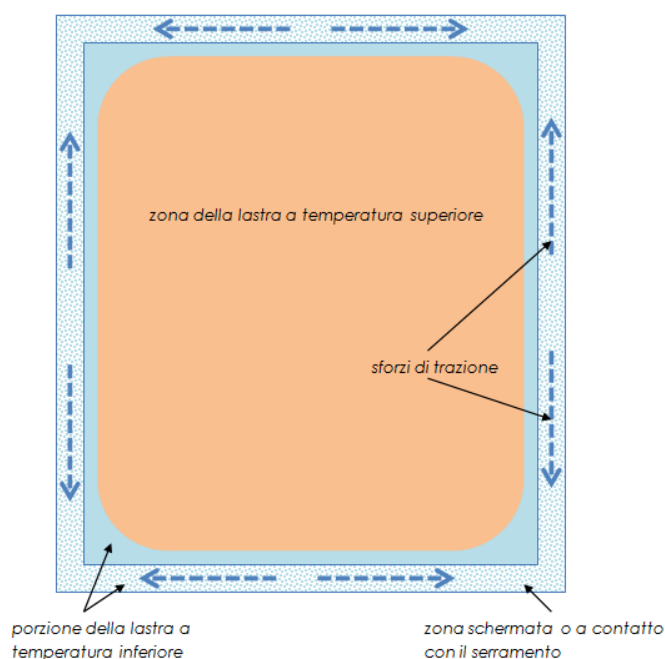


Figura 6 – Esempio di una sollecitazione termica in una lastra di vetro

Nel caso in cui il bordo del vetro presenti difettosità variamente causate o sopravvenute, l'innescio 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.

9.2 INDICAZIONI PER LA PROGETTAZIONE PRODOTTO VETRARIO PER L'EDILIZIA

9.2.1 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 isolante, se non ricorrendo a sistemi complessi di calcolo. In termini del tutto generali è possibile affermare che le vetrate isolanti per loro stessa natura (due vetri) sono soggette a carichi termici superiori rispetto a quelli agenti su un vetro singolo.

9.2.1.1 DIMENSIONAMENTO DELLA LASTRA IN RELAZIONE AI CARICHI

Scelto il tipo di vetro da impiegare ai fini della sicurezza (vedere UNI 7697), la dimensione della lastra ed il suo spessore devono essere adeguati alla situazione di carico presente secondo la normativa vigente. Oltre a tener conto dei tradizionali carico neve, carico vento e carichi climatici, è necessario prestare attenzione anche ad eventuali carichi termici, che se eccessivi, possono comportare la rottura del vetro.

NOTA Al momento della stesura del presente documento il riferimento normativo è l'UNI/TR 11463.

9.2.1.2 VALUTAZIONE DEL CARICO TERMICO

9.2.1.2.1 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.

9.2.1.2.2 INCLINAZIONE DELLA FACCIATA

Tanto più la superficie del prodotto vetrario per l'edilizia 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.

9.2.1.2.3 VALORE ASSORBIMENTO ENERGETICO DA PARTE DELLA VETRATA 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 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.

9.2.1.2.4 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.

9.2.1.2.5 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. Una tipica condizione critica può verificarsi al mattino con bassa temperatura ambientale e in presenza di irraggiamento solare diretto. Il bordo del prodotto vetrario per l'edilizia, schermato poiché inserito nella scanalatura del telaio, rimane a bassa temperatura, mentre la restante parte della lastra, esposta ad irraggiamento solare diretto, riscalda rapidamente.

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.

9.2.1.2.6 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.

9.2.1.2.7 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 ad evitare il rischio.

9.2.1.2.8 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 determinare la rottura per sollecitazioni di natura

termica. Telai ad elevata inerzia termica accentuano i gradienti termici creando condizioni di maggiore sollecitazione termica.

9.2.1.2.9 VARIAZIONE DI TEMPERATURA LOCALIZZATA PRODOTTO VETRARIO PER L'EDILIZIA

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 (ad esempio tende, veneziane, ostruzioni retrostanti), 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 deve 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 del prodotto vetrario per l'edilizia, 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.

9.2.1.2.10 SERRAMENTI SCORREVOLI SOVRAPPONIBILI SENZA ADEGUATA AERAZIONE

Quando viene progettata una finestra o una porta vetrata 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.

9.2.1.2.11 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 extrachiario, oppure, nei casi più critici, di vetro indurito o temprato.

Ai sensi della legislazione vigente, il vetro deve essere fornito corredato di marcatura CE e deve essere resa disponibile la Dichiarazione di Prestazione (DoP, vedere punto 15) che ne specifica la resistenza ai differenziali di temperatura.

L'Appendice E "Indicazioni per prevenire il rischio di rotture" fornisce ulteriori elementi relativi al montaggio, all'utilizzo finale e alla pulizia dei prodotti vetrari.

10 ISOLAMENTO ACUSTICO

10.1 GENERALITÀ

Le caratteristiche di fonoisolamento dei prodotti vetrari, indicate dalle norme UNI EN 12758 ed UNI EN ISO 717-1 e -2, sono fornite dai produttori a seguito di test eseguiti in laboratori notificati, 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 che le prestazioni dei serramenti sono fortemente condizionate dalle 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 prodotto vetrario per l'edilizia, si possono raggiungere livelli di fonoisolamento in grado di soddisfare qualsiasi esigenza applicativa, anche con prestazioni maggiori di 48 dB.

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.

10.2 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. La Tabella 7 riporta la classificazione degli ambienti abitativi come da art. 2 D.P.C.M. 5 dicembre 1997.

Tabella 7 - 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

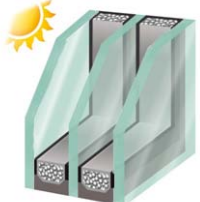
La Tabella 8 riporta valori limite come da art. 3 D.P.C.M. 5 dicembre 1997.

Tabella 8 - 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 al potere fonoisolante di 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/16/4 4.2A	Isol. acust. R_w (dB)
	29		30		41		49

Ulteriori esempi, corredati dai valori prestazionali più significativi, tra cui la riduzione del rumore aereo diretto, sono contenuti all'interno dell'Appendice G.

10.3 COME VERIFICARE LE CARATTERISTICHE ACUSTICHE DELLE VETRATE

Ai sensi della legislazione vigente, il vetro deve essere fornito corredato di marcatura CE e deve essere resa disponibile la Dichiarazione di Prestazione (DoP, vedere punto 15) che ne specifica queste caratteristiche prestazionali.

11 RESISTENZA AL FUOCO

11.1 GENERALITÀ

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 UNI 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 prodotti vetrari che assicurano la classe prestazionale al fuoco richiesta anche per applicazioni specifiche, quali coperture calpestabili o lastre di grandi dimensioni e forniscono al contempo prestazioni aggiuntive, come il controllo solare e la sicurezza per gli utenti, pur mantenendo spessori contenuti.

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

Ai sensi della legislazione vigente, il vetro deve essere fornito corredato di marcatura CE e deve essere resa disponibile la Dichiarazione di Prestazione (DoP, vedere punto 15) che ne specifica queste caratteristiche prestazionali.

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

12 MONTAGGIO

12.1 GENERALITÀ

La norma di riferimento per il montaggio e la posa per vetrate verticali ed inclinate in opere edilizie è la UNI EN 12488. Ulteriori indicazioni pratiche possono essere 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, vedere punto 9).

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.

NOTA 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 che possano 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 separate con elementi distanziatori, deve avvenire in condizioni protette da agenti fisici o chimici dannosi.

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

12.2 SUGGERIMENTI PER IL CANTIERE

12.2.1 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 che 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.

12.2.2 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 che possa determinare 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.

12.2.3 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.

13 MANUTENZIONE

13.1 GENERALITÀ

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.

13.2 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 dalle spiccate capacità catalitiche, che è applicato sulla superficie.

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

14 ASPETTI PRESTAZIONALI E QUALITATIVI

Ai sensi della legislazione vigente, per i prodotti vetrari per l'edilizia 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 vetrario per l'edilizia 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.



Il sistema di controllo prescritto 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 (CSICERT 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, antifuoco e antiesplorazione) né campionamenti e verifiche sul prodotto.

Come detto sopra, questi controlli sono finalizzati a verificare le prestazioni e la 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 di aspetto del prodotto vetrario per l'edilizia, l'UNI/TR 11404 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. Il tema della qualità ottica e visiva è attualmente in fase di discussione a livello di norma tecniche europee.

Nell'UNI/TR 11404 sono stabiliti 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.

Le 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.

15 DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE (DoP) E MARCATURA CE

15.1 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 vetrario per l'edilizia;
- 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 vetrario per l'edilizia;
- 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 devono essere rese disponibili le ulteriori caratteristiche prestazionali richieste dall'ordine.

Per alcune delle caratteristiche prese in esame nella presente prassi di riferimento, le norme tecniche di prodotto europee (EN) forniscono i valori di riferimento 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 seguente punto 15.2.

Un esempio di DoP per una vetrata isolante è riportata qui di seguito.

15.2 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 vetrario per l'edilizia, per la sua natura e dimensioni, rendesse impossibile od ingiustificata 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.			
Vetrata isolante per impiego in edifici e costruzioni EN 1279-5: 2010		Nome azienda, Ragione Sociale,	
CARATTERISTICHE ESSENZIALI	Sistemi	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	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/m²K)	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.			
ULTERIORI CARATTERISTICHE	Sistemi	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	/

APPENDICE A – SCHEMA PER LA PROGETTAZIONE

SCHEMA PER LA PROGETTAZIONE: INVOLUCRO								
Tipo di prodotto vetrario per l'edilizia		Vetrata isolante						
Proprietà termiche e luminose		ZONA CLIMATICA						
		A	B	C	D	E	F	
trasmissione termica del serramento U [W/m²K]	Ristrutturazioni importanti 2° livello e Riqualificazioni energetiche	dal 1/10/2015						
		3,2		2,4	2,1	1,9	1,7	
		dal 1/1/2021 per tutti gli edifici						
		3,0		2,0	1,8	1,4	1,0	
	con detrazioni	3,7	2,4	2,1	2,0	1,8	1,6	
fattore solare globale g_{gl+sh} [%]		orientamento da Est a Ovest, passando per Sud			altri orientamenti			
		< 35%			/			
trasmissione luminosa τ_v [%]		secondo esigenza						
Isolamento Acustico		CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI						
		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		vedere UNI/TR 11404						
Richieste specifiche esigenze estetiche comfort cromatico comfort luminoso riflessione		secondo esigenze particolari						

SCHEMA PER LA PROGETTAZIONE: VETRI INTERNI	
Tipo di prodotto vetrario per l'edilizia	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	vedere UNI/TR 11404
Richieste specifiche esigenze estetiche comfort cromatico comfort luminoso riflessione	secondo esigenze particolari

APPENDICE B – SCHEMA “VERIFICA DEL PROGETTO”

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 dei vari EP (9)		
Software di calcolo utilizzato (10)		Validato CTI ☐ SI ☐ NO

Verifica della coerenza e completezza della documentazione D. Lgs. 192/05 + L. 90/2013 e s.m.i. INVOLUCRO (11)	Verifica
1. La relazione tecnica e la documentazione grafica sono coerenti tra loro	☐ SI ☐ NO
2. Gli schemi di calcolo delle trasmittanze sono completi e coerenti	☐ SI ☐ NO
3. I valori di S/V ed il calcolo dell' H'_T sono coerenti	☐ SI ☐ NO
4. I ponti termici sono calcolati e rappresentati graficamente in modo corretto	☐ SI ☐ NO
5. Coerenza tra trasmittanze del rapporto tecnico con quelle del progetto (disegni e relazioni tecniche)	☐ SI ☐ NO
6. È presente una relazione tecnica per il calcolo dello sfasamento/attenuazione (se prevista la classificazione estiva)	☐ SI ☐ NO

Verifiche dimensionali – Volumi (12)			
Edificio / Zona	Vol. prog. [m ³]	Vol. calc. [m ³]	Verifica
			☐ SI ☐ NO
			☐ SI ☐ NO
			☐ SI ☐ NO

Verifiche dimensionali – Superfici (12)			
Edificio / Zona	Sup. prog. [m ²]	Sup. calc. [m ²]	Verifica
			☐ SI ☐ NO
			☐ SI ☐ NO
			☐ SI ☐ NO

Verifica energetica strutture opache – MURATURE VERTICALI (13)							
Strutt	Descrizione	U [W/m ² K]	λ isol. [W/mK]	Sp. isol. [m]	Docum.	Marcatura CE	Verifica
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi perché verifica il punto 1.4.3, c. 2 del Decreto 2015							☐ SI ☐ 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.	Marcatura CE	Verifica
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi perché verifica il punto 1.4.3, c. 2 del Decreto 2015							☐ SI ☐ 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/m²K]	λ isol. [W/mK]	Sp. isol. [m]	Docum.	Marcatura CE	Verifica
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi perché verifica il punto 1.4.3, c. 2 del Decreto 2015							☐ SI ☐ NO

Documentazione: A) Riferimenti costruttore B) Norme UNI

Verifica energetica strutture trasparenti (13)

Strutt	Descrizione	U _w [W/m²K]	U _g [W/m²K]	Certificazi one	Marchio UNI vetrate isolanti	Verifica (solo U _w)
				☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
				☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
				☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
				☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
				☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO

I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi perché verifica il punto 1.4.3, c. 2 del Decreto 2015
I prodotti forniti saranno accompagnati dalla marcature CE come disposto dal Regolamento (UE) N. 305/2011

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 + L. 90/2013 e s.m.i.**IMPIANTI (14)**

	Verifica
1. Coerenza progetto esecutivo impianto termico climatizzazione invernale	☐ SI ☐ NO
2. Coerenza progetto esecutivo impianto termico climatizzazione estiva	☐ SI ☐ 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	☐ SI ☐ 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	☐ SI ☐ NO
5. Le fonti rinnovabili sono correttamente dimensionate in base al fabbisogno energetico di riferimento per l'ACS e con le normative locali vigenti	☐ SI ☐ NO

Generatore (15)	Tipo	Combustibile		Potenza	Verifica
☐ Generatore di calore					☐ SI ☐ NO
☐					☐ SI ☐ NO
Generatore (15)	Superficie	Inclin.	Orient.	Potenza	Verifica
☐ Impianto solare termico					☐ SI ☐ NO
☐ Impianto solare fotovoltaico					☐ SI ☐ NO
☐					☐ SI ☐ NO
Sistema di distribuzione, erogazione e controllo (16)		Tipo			Verifica
☐ Sistema di distribuzione					
☐ Terminali scaldanti					
☐ Sistema di regolazione centrale					☐ SI ☐ NO
☐ Sistema di regolazione di zona					☐ SI ☐ NO
☐ Sistema di regolazione ambiente					☐ SI ☐ NO

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

[illegible]

Comunicazioni (17)	☐ Comunicazione al Proprietario	☐ 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. Norme di riferimento utilizzate per il calcolo degli EP	Indicare le norme di riferimento utilizzate (UNI TS 11300, UNI 13790, ...)
10. Software di calcolo utilizzato	Indicare il software di calcolo utilizzato per il calcolo degli EP riportando se è stato validato dal CITI
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 dell'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 la marcatura CE e se la trasmittanza U degli elementi verifica i valori richiesti dalla legge nazionale e/o regionale o comunale. Nell'involucro trasparente indicare il valore U del vetro e del serramento, 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 i rendimenti e la dimensione 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
----------	-------------	------

APPENDICE C – SCHEMA “VERIFICA DI CANTIERE”

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 degli EP (9)		Validato CTI ☐ SI ☐ NO
Software di calcolo utilizzato (10)		

Verifica della coerenza e completezza della documentazione D. Lgs. 192/05 + L. 90/2013 e s.m.i. INVOLUCRO (11)	Verifica
1. La relazione tecnica e la documentazione grafica sono coerenti tra loro	☐ SI ☐ NO
2. Gli schemi di calcolo delle trasmittanze sono completi e coerenti	☐ SI ☐ NO
3. I valori di S/V ed il calcolo dell’H _T sono coerenti	☐ SI ☐ NO
4. I ponti termici sono calcolati e rappresentati graficamente in modo corretto	☐ SI ☐ NO
5. Coerenza tra trasmittanze del rapporto tecnico con quelle del progetto (disegni e relazioni tecniche)	☐ SI ☐ NO
6. È presente una relazione tecnica per il calcolo dello sfasamento/attenuazione (se prevista la classificazione estiva)	☐ SI ☐ NO

Verifiche dimensionali – Volumi (12)			
Edificio / Zona	Vol. prog. [m³]	Vol. calc. [m³]	Verifica
			☐ SI ☐ NO
			☐ SI ☐ NO
			☐ SI ☐ NO

Verifiche dimensionali – Superfici (12)			
Edificio / Zona	Sup. prog. [m²]	Sup. calc. [m²]	Verifica
			☐ SI ☐ NO
			☐ SI ☐ NO
			☐ SI ☐ NO

Verifica energetica strutture opache – MURATURE VERTICALI (13)							
Strutt	Descrizione	U [W/m²K]	λ isol. [W/mK]	Sp. isol. [m]	Docum.	Marcatura CE	Verifica
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi perché verifica il punto 1.4.3, c. 2 del Decreto 2015							☐ SI ☐ NO

Documentazione: A) Riferimenti costruttore B) Norme UNI

Verifica energetica strutture opache – PAVIMENTI (13)							
Strutt	Descrizione	U [W/m²K]	λ isol. [W/mK]	Sp. isol. [m]	Docum.	Marcatura CE	Verifica
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi perché verifica il punto 1.4.3, c. 2 del Decreto 2015							☐ SI ☐ 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/m²K]	λ isol. [W/mK]	Sp. isol. [m]	Docum.	Marcatura CE	Verifica
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
					☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi perché verifica il punto 1.4.3, c. 2 del Decreto 2015							☐ SI ☐ NO

Documentazione: A) Riferimenti costruttore B) Norme UNI

Verifica energetica strutture trasparenti (13)							
Strutt	Descrizione	U _w [W/m²K]	U _g [W/m²K]	g _{gl+sh} ≤ 0.5*	Certificazione	Marchio UNI vetrate isolanti	Verifica (solo U _w)
				☐ SI ☐ NO	☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
				☐ SI ☐ NO	☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
				☐ SI ☐ NO	☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
				☐ SI ☐ NO	☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
				☐ SI ☐ NO	☐ A ☐ B	☐ SI ☐ NO	☐ SI ☐ NO
I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi perché verifica il punto 1.4.3, c. 2 del Decreto 2015 * Solo per componenti finestrati con orientamento da Est ad Ovest, passando per Sud I prodotti forniti saranno accompagnati dalla marcature CE come disposto dal Regolamento (UE) N. 305/2011							☐ SI ☐ 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 + L. 90/2013 e s.m.i.	Verifica
IMPIANTI (14)	
1. Coerenza progetto esecutivo impianto termico climatizzazione invernale	☐ SI ☐ NO
2. Coerenza progetto esecutivo impianto termico climatizzazione estiva	☐ SI ☐ 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	☐ SI ☐ 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	☐ SI ☐ NO
5. Le fonti rinnovabili sono correttamente dimensionate in base al fabbisogno energetico di riferimento per l'ACS e con le normative locali vigenti	☐ SI ☐ NO

Generatore (15)	Tipo	Combustibile		Potenza	Verifica
☐ Generatore di calore					☐ SI ☐ NO
☐					☐ SI ☐ NO
Generatore (15)	Superficie	Inclin.	Orient.	Potenza	Verifica
☐ Impianto solare termico					☐ SI ☐ NO
☐ Impianto solare fotovoltaico					☐ SI ☐ NO
☐					☐ SI ☐ NO
Sistema di distribuzione, erogazione e controllo (16)		Tipo			Verifica
☐ Sistema di distribuzione					
☐ Terminali scaldanti					
☐ Sistema di regolazione centrale					☐ SI ☐ NO
☐ Sistema di regolazione di zona					☐ SI ☐ NO
☐ Sistema di regolazione ambiente					☐ SI ☐ NO

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

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

Note:

Comunicazioni (17)	☐ Comunicazione al Proprietario	☐ 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. Norme di riferimento utilizzate per il calcolo degli EP	Indicare le norme di riferimento utilizzate (UNI TS 11300, UNI 13790, ...)
10. Software di calcolo utilizzato	Indicare il software di calcolo utilizzato per il calcolo degli 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 dell'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 la marcatura CE e se la trasmittanza U degli elementi verifica i valori richiesti dalla legge nazionale e/o regionale o dalla normativa comunale. Nell'involucro trasparente indicare il valore U del vetro (U_g) e del serramento (U_w), 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, periti 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
----------	-------------	------

APPENDICE D – INDICAZIONI RELATIVE ALLA SICUREZZA

D.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.

D.1.1 NORME DI RIFERIMENTO

Il vetro viene classificato prestazionalmente come di seguito descritto.

D.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.



Figura D.1 - Provino intelaiato rotto



**Figura D.2 - 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 D.1 - Livelli di impatto

Classificazione	Altezza di caduta (mm)
3	190
2	450
1	1200

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

La direzione dell'impatto, che avverrà al centro del provino, deve 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.

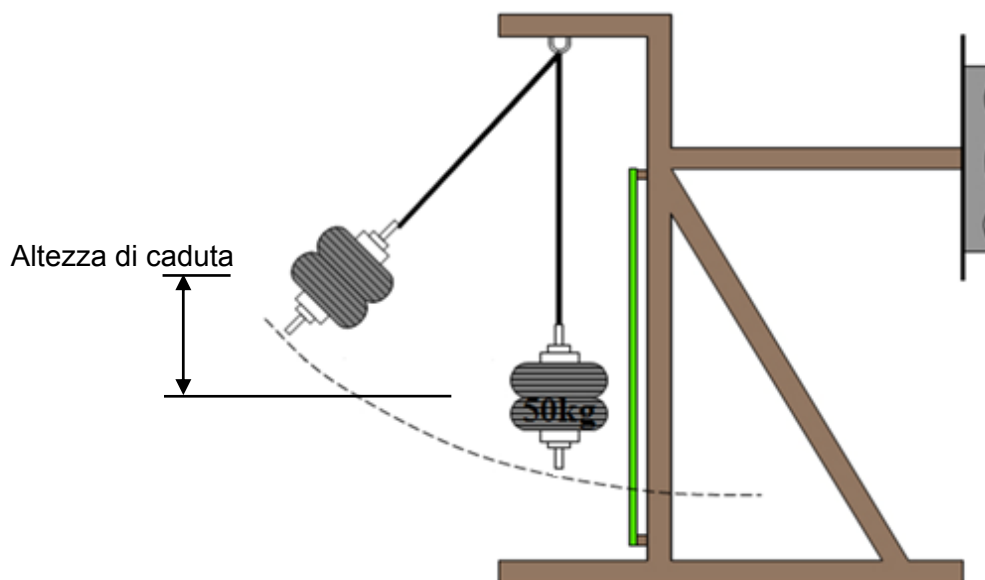


Figura D.3 - Schema dell'impattatore utilizzato nelle prove

La classificazione di un prodotto vetrario per l'edilizia 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 di sicurezza o del vetro stratificato di sicurezza;
- β : è espresso con una lettera (A, B oppure 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 di sicurezza.

Per rendere più chiara e leggibile l'indicazione della classificazione prevista dalla norma UNI EN 12600 del prodotto vetrario per l'edilizia [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 D.2 riportata di seguito schematizza le indicazioni prima esaminate.

Tabella D.2 - Tabella riassuntiva UNI EN 12600

<u>Classificazione</u>		
α	(β)	ϕ
Altezza massima a cui il campione non si rompe o si rompe come un vetro di sicurezza: classe 1 = 1200 mm classe 2 = 450 mm classe 3 = 190 mm	Modalità di rottura: A = tipica del vetro float ricotto B = tipica del vetro stratificato C = tipica del vetro temprato	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: classe 1 = 1200 mm classe 2 = 450 mm classe 3 = 190 mm

Il vetro float ricotto, modalità di rottura A, non è un vetro di sicurezza.

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 1200 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 sodo-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 1200 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 sodo-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 1200 mm: tutti i 4 provini si sono rotti in modo conforme a quanto indicato nella prima colonna della tabella precedente.

D.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 il prodotto vetrario per l'edilizia (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. La Tabella D.3 riportata qui di seguito indica la classificazione per la resistenza delle vetrate di sicurezza.

Tabella D.3 - Tabella di classificazione per la resistenza delle vetrate di sicurezza

Categoria di resistenza	Altezza di caduta (mm)	Numero totale di colpi
Prova di caduta di un corpo duro		
P1A	1500	3 in un triangolo
P2A	3000	3 in un triangolo
P3A	6000	3 in un triangolo
P4A	9000	3 in un triangolo
P5A	9000	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

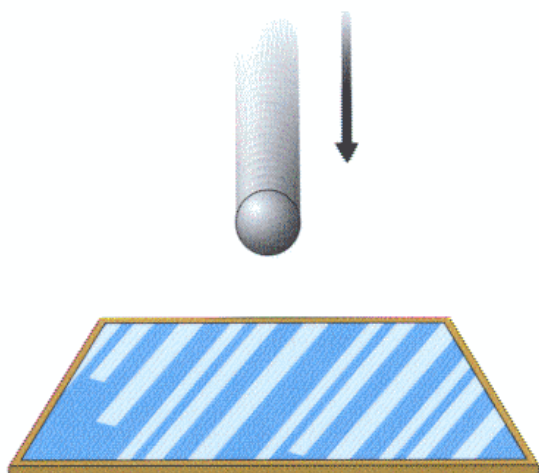


Figura D.4 - Prova di caduta di un corpo duro



Figura D.5 - Prova di resistenza all'attacco di mazza e ascia

D.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.

D.1.1.4 UNI EN 13541 PROVE E CLASSIFICAZIONE DELLA RESISTENZA ALLA PRESSIONE CAUSATA DA ESPLOSIONI

La UNI EN 13541 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).

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

APPENDICE E – INDICAZIONI PER PREVENIRE IL RISCHIO DI ROTTURE

E.1 INDICAZIONI PER L'INSTALLAZIONE E PER IL MONTAGGIO

Al fine di ridurre il rischio di rottura del vetro, 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:

E.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 vedere 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.

E.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.

E.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 riportato al punto E.1.2.

E.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.

E.1.5 MONTAGGIO A REGOLA D'ARTE

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

E.2 INDICAZIONI PER L'UTILIZZATORE

E.2.1 ISTRUZIONI PER L'USO

Al fine di evitare che la durabilità del prodotto vetrario per l'edilizia sia compromessa da rotture inaspettate, è necessario evitare di imporre ulteriori carichi termici sui vetri per tutto il ciclo di vita del prodotto vetrario per l'edilizia. 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.

E.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.

E.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.

E.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.

E.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.

E.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 termico 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 deve sopportare. In caso di dubbio si raccomanda quindi di evitare condizioni critiche come queste.

E.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.

APPENDICE F – EFFICIENZA ENERGETICA NELL'EDILIZIA

F.1 RICHIAMI NORMATIVI

F.1.1 PRESCRIZIONI PRESTAZIONALI DEL FABBRICATO - IMPIANTO

Il D. Lgs. 192/2005 e s.m.i. riguarda gli indici di prestazione energetica dell'edificio e le efficienze degli impianti per il riscaldamento e per il raffrescamento degli edifici, sia di nuova costruzione sia oggetto di interventi di ristrutturazione o di riqualificazione.

Come esposto al punto 8.3, il Decreto 2015 “Requisiti minimi degli edifici” tratta i seguenti interventi:

- a) edifici di nuova costruzione;
- b) edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni importanti di primo livello (interventi sull'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 50% della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio, comprendenti anche la ristrutturazione dell'impianto termico);
- c) edifici sottoposti a ristrutturazioni importanti di secondo livello (incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda);
- d) edifici oggetto di riqualificazione energetica.

Le prescrizioni si differenziano, come schematizzato in tabella F.1, in base alla tipologia di intervento:

Tabella F.1 – Tipologie di interventi

CASO 1)	CASO 2)
a) Edifici di nuova costruzione	c) Ristrutturazioni importanti di 2° Livello
b) Ristrutturazioni importanti di 1° Livello	d) Riqualificazione energetica

CASO 1)

Nel caso di edifici di nuova costruzione e per le ristrutturazioni importanti di primo livello si deve procedere, in sede progettuale, alla determinazione dei seguenti valori prestazionali:

- coefficiente globale di scambio termico H_T riferito all'intera porzione dell'involucro oggetto dell'intervento (parete verticale, copertura, solaio, serramenti, ecc.), il cui valore deve essere inferiore al valore massimo ammissibile riportato nella tabella F.2 seguente, in funzione della zona climatica e del rapporto S/V:

Tabella F.2 – Valore massimo ammissibile del coefficiente H'_T [W/m^2K] - Edifici di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazioni importanti di primo livello

Tipologia di intervento	ZONA CLIMATICA				
Nuova costruzione e ristrutturazioni importanti di 1° livello	A e B	C	D	E	F
Rapporto di Forma					
$S/V \geq 0,7$	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
$0,7 < S/V \leq 0,4$	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
$S/V < 0,4$	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70

- rapporto tra l'area solare estiva e l'area della superficie utile $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$, il cui valore deve risultare inferiore ai valori riportati nella seguente tabella F.3.

Tabella F.3 – Valore massimo ammissibile del rapporto tra area solare equivalente estiva dei componenti finestrati e l'area della superficie utile $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$

Categoria dell'edificio	Tutte le zone climatiche
Categoria E.1 fatta eccezione per collegi, conventi, case di pena, caserme nonché per la categoria E.1(3)	$\leq 0,030$
Tutti gli altri edifici	$\leq 0,040$

- indici di prestazione termica per il riscaldamento ($EP_{H,nd}$), il raffrescamento ($EP_{C,nd}$) ed energetica globale (EP_{gl}), verificando che risultino inferiore ai valori dei corrispondenti indici limite calcolati per l'edificio di riferimento ($EP_{H,nd,limite}$, $EP_{C,nd,limite}$, $EP_{gl,tot,limite}$);
- efficienze medie stagionali degli impianti di climatizzazione invernale (η_H), di produzione di acqua calda sanitaria (η_W), e di climatizzazione estiva (η_C), verificando che risultino superiori ai valori delle corrispondenti efficienze indicate per l'edificio di riferimento ($\eta_{H,limite}$, $\eta_{W,limite}$, $\eta_{C,limite}$).

I valori degli indici di prestazione termica e globale calcolati per l'edificio di riferimento ($EP_{H,nd,limite}$, $EP_{C,nd,limite}$, $EP_{gl,tot,limite}$), nonché delle efficienze degli impianti ($\eta_{H,limite}$, $\eta_{W,limite}$, $\eta_{C,limite}$), sono ottenuti attribuendo, agli elementi tecnologici dell'edificio di riferimento (di cui al punto 8.3), i valori di trasmittanza di seguito riportati nella tabella F.4:

Tabella F.4 – Trasmittanza termica U massima degli elementi edilizi dell'edificio di riferimento

Zona climatica	PARETI		COPERTURE		PAVIMENTI		CHIUSURE TRASPARENTI	
	2015	2019/2021	2015	2019/2021	2015	2019/2021	2015	2019/2021
A e B	0,45	0,43	0,38	0,35	0,46	0,44	3,2	3,0
C	0,38	0,34	0,36	0,33	0,40	0,38	2,4	2,2
D	0,34	0,29	0,30	0,26	0,32	0,29	2,0	1,8
E	0,30	0,26	0,25	0,22	0,30	0,26	1,8	1,4
F	0,28	0,24	0,23	0,20	0,28	0,24	1,5	1,1

CASO 2)

Per le ristrutturazioni importanti di secondo livello si deve verificare, in sede progettuale, il rispetto dei requisiti di trasmittanza termica, dettagliati al seguente punto F.1.2 e si deve procedere alla determinazione del coefficiente globale di scambio termico H'_T riferito all'involucro, secondo quanto indicato al punto 8.3.

Tabella F.5 – Valore massimo ammissibile del coefficiente H'_T [W/m²K] - Edifici sottoposti a ristrutturazioni importanti di secondo livello

Tipologia di intervento	ZONA CLIMATICA				
	A e B	C	D	E	F
Ampliamenti e ristrutturazioni importanti di 2° livello per tutte le tipologie edilizie	0,73	0,70	0,68	0,65	0,62

Per gli interventi di riqualificazione energetica, si deve verificare, in sede progettuale, unicamente il rispetto dei requisiti di trasmittanza termica, dettagliati al punto F.1.2.

Nei casi di ristrutturazioni importanti di secondo livello e di riqualificazioni energetiche, per gli edifici dotati di impianto termico centralizzato (non a servizio di singola unità immobiliare residenziale o assimilata), anche in caso di installazione di nuove chiusure tecniche trasparenti, apribili e assimilabili, delimitanti il volume climatizzato verso l'esterno, ovvero verso ambienti non climatizzati, è d'obbligo l'installazione di valvole termostatiche.

F.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 2015 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 unicamente per gli interventi di ristrutturazione importante di 2° livello e di riqualificazione energetica [Caso 2)].

F.1.2.1 VALORI DI TRASMITTANZA TERMICA DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

I valori di trasmittanza massima ammissibile sono indicati nelle tabelle che seguono, tratte dal Decreto 2015; tali valori sono riferiti a due differenti periodi di applicazione:

- primo periodo: dal 1/10/2015 al 31/12/2020 per tutti gli edifici;
- secondo periodo: dal 1/1/2021 per tutti gli edifici.

Tabella F.6 – Trasmittanze termiche U massime degli elementi edilizi - Edifici sottoposti a ristrutturazioni importanti di secondo livello o a riqualificazioni energetiche

Zona climatica	PARETI		COPERTURE		PAVIMENTI		CHIUSURE TRASPARENTI	
	2015	2021	2015	2021	2015	2021	2015	2021
A e B	0,45	0,40	0,34	0,32	0,48	0,42	3,2	3,0
C	0,40	0,36	0,34	0,32	0,42	0,38	2,4	2,0
D	0,36	0,32	0,28	0,26	0,36	0,32	2,1	1,8
E	0,30	0,28	0,26	0,24	0,31	0,29	1,9	1,4
F	0,28	0,26	0,24	0,22	0,30	0,28	1,7	1,0

Si considera utile ricordare che, in caso di interventi di riqualificazione energetica dell'involucro opaco con isolamento termico dall'interno o in intercapedine, indipendentemente dall'entità della superficie coinvolta, i valori delle trasmittanze U riportati in tabella F.6, tra cui anche quella del serramento, sono incrementati del 30%.

Per completezza dei riferimenti normativi, si ritiene, inoltre, opportuno richiamare anche il Decreto 25 luglio 2011, che introduce, per edifici della pubblica amministrazione, ulteriori valori di trasmittanza del serramento U_w , qui di seguito riportati nella tabella F.7:

Tabella F.7 – Trasmittanza U_w dei serramenti degli edifici della pubblica amministrazione

ZONA CLIMATICA	TRASMITTANZA DEL SERRAMENTO (edifici pubblici e a uso pubblico) U_w (W/m ² K)
A	3,7
B	2,4
C	2,1
D	2,0
E	1,8
F	1,6

F.1.2.2 VALORI DI INERZIA TERMICA DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

Limitatamente agli edifici di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazioni importanti di primo livello, 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'irradianza 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 trasmittanza termica periodica (Y_{ie}) sia inferiore a $0,10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- per tutte le altre pareti opache orizzontali o inclinate, il valore del modulo della trasmittanza termica periodica (Y_{ie}) sia inferiore a $0,18 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Gli effetti positivi che si ottengono con il rispetto del valore di massa superficiale o trasmittanza 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 e certificazione che ne attesti l'equivalenza con le precedenti soluzioni costruttive.

F.1.3 AMBITO DI APPLICABILITÀ

L'obbligo di rispettare i limiti di trasmittanza termica U si applica ai seguenti casi:

Tabella F.8 - Ambito di applicazione del D. Lgs. 192/05 e s.m.i. – ex Allegato 1 del Decreto 2015

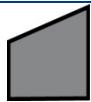
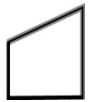
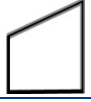
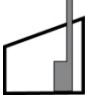
	Edifici di nuova costruzione o demoliti e ricostruiti	Art. 1.3 c.1 Art. 1.3 c.1, lett. a
	Ampliamenti con volume $>15\%$ del volume dell'edificio stesso o comunque superiore a 500 m^3	Art. 1.3 c.1, lett. b
	Ristrutturazioni importanti di primo livello	Art. 1.4.1 c. 3, lett. a
	Ristrutturazioni importanti di secondo livello	Art. 1.4.1 c. 3, lett. b
	Riqualificazioni energetiche di un edificio per tutti i casi diversi dai due sopra descritti.	Art. 1.4.2 c. 1
	Ristrutturazione dell'impianto/i di riscaldamento, di raffrescamento e produzione dell'acqua calda sanitaria o installazione di nuovo/i impianto/i per i predetti servizi	Art. 6.1 Tabella 4, penultima riga
	Sostituzione del solo generatore di calore e/o altri impianti tecnici per il soddisfacimento dei servizi dell'edificio	Art. 6.1 Tabella 4, ultima riga

Tabella F.9 - 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

F.1.3.1. 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 del decreto 26 giugno 2015 recante “Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell’applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici”, di seguito Decreto “Schema relazione”) contenente calcoli e valutazioni energetiche. I metodi di calcolo sono quelli stabiliti dall’UNI/TS 11300-1, oppure da apposite norme regionali, laddove adottate.

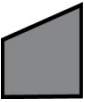
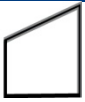
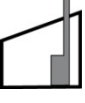
A conclusione dei lavori la conformità al progetto deve essere asseverata dal Direttore dei Lavori e presentata al Comune insieme alla dichiarazione di fine lavori.

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 F.10. 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 F.10 - Elenco dei documenti da presentare al Comune

Descrizione dei casi		D. Lgs. 192/05	ASSEV. (Decreto 2015*) DL (D. Lgs. 192/05)	AQE DL (D. Lgs. 192/05)	APE Certificatore (Linee Guida)
	Edifici di nuova costruzione o demoliti e ricostruiti	Art.1.3 c.1 Art.1.3 c.1, lett. a	Sì	Sì	Sì
	Ampliamenti con volume >15% del volume dell'edificio stesso o comunque superiore a 500 m ³	Art.1.3 c.1, lett. b	Sì	Sì	Sì
	Ristrutturazioni importanti di primo livello	Art.1.4.1 c. 3, lett. a	Sì	Sì	Sì
	Ristrutturazioni importanti di secondo livello	Art.1.4.1 c. 3, lett. b	Sì	Sì	Sì
	Riqualificazioni energetiche di un edificio per tutti i casi diversi dai due sopra descritti.	Art.1.4.2 c. 1	Sì	Sì	Sì
	Ristrutturazione dell'impianto/i di riscaldamento, di raffrescamento e produzione dell'acqua calda sanitaria o installazione di nuovo/i impianto/i per i predetti servizi	Art.6.1 Tabella 4, penultima riga	Sì	NO	Sì
	Sostituzione del solo generatore di calore e/o altri impianti tecnici per il soddisfacimento dei servizi dell'edificio	Art.6.1 Tabella 4, ultima riga	Sì	NO	Sì

* Decreto "Schema relazione"

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.

F.2 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 F.1.

Le schede di “Verifica del progetto” e “Verifica del cantiere”, rispettivamente Appendice B e Appendice C, potrebbero essere adottate 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 adeguato dal Decreto “Schema relazione”).

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

- il primo sulla base della documentazione di progetto (vedere scheda “Verifica del progetto” – Appendice B);
- il secondo durante le fasi di cantiere (vedere scheda “Verifica del cantiere” – Appendice C).

Il tecnico responsabile della redazione della relazione di calcolo del fabbisogno energetico dell'edificio (ai sensi del Decreto “Schema relazione”) compila la scheda “Verifica del progetto” (che potrà essere resa scaricabile dal sito del Comune, oppure direttamente on-line), e la consegna unitamente alla richiesta del permesso di costruire (PC) oppure al titolo edilizio “autocertificato” (DIA, SCIA) o equivalente.

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 alle normative vigenti.

Un approfondimento successivo può essere fatto confrontando i valori della scheda “Verifica del progetto” con quelli presenti sulla relazione (prodotta ai sensi del Decreto “Schema relazione”). 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).

Per quanto riguarda il rilascio del PC, se le motivazioni sono ritenute valide, si procederà nell'iter del rilascio, altrimenti si sospenderà la richiesta del PC, in attesa che sia ritrasmessa una nuova scheda di "Verifica del progetto" conforme.

Per i titoli edilizi "autocertificati" (DIA, SCIA) o equivalenti, nel caso siano presenti difformità, il Comune chiederà al tecnico integrazioni scritte e si sospenderanno i termini dell'efficacia del titolo edilizio.

La scheda "Verifica del progetto", riportata a titolo meramente esemplificativo in Appendice B, 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 imposti dalle normative e dai regolamenti vigenti, e che il progettista è chiamato a rispettare.

È chiaro che ogni Comune può personalizzare l'elenco degli elementi progettuali soggetti a verifica in base al proprio Regolamento edilizio.

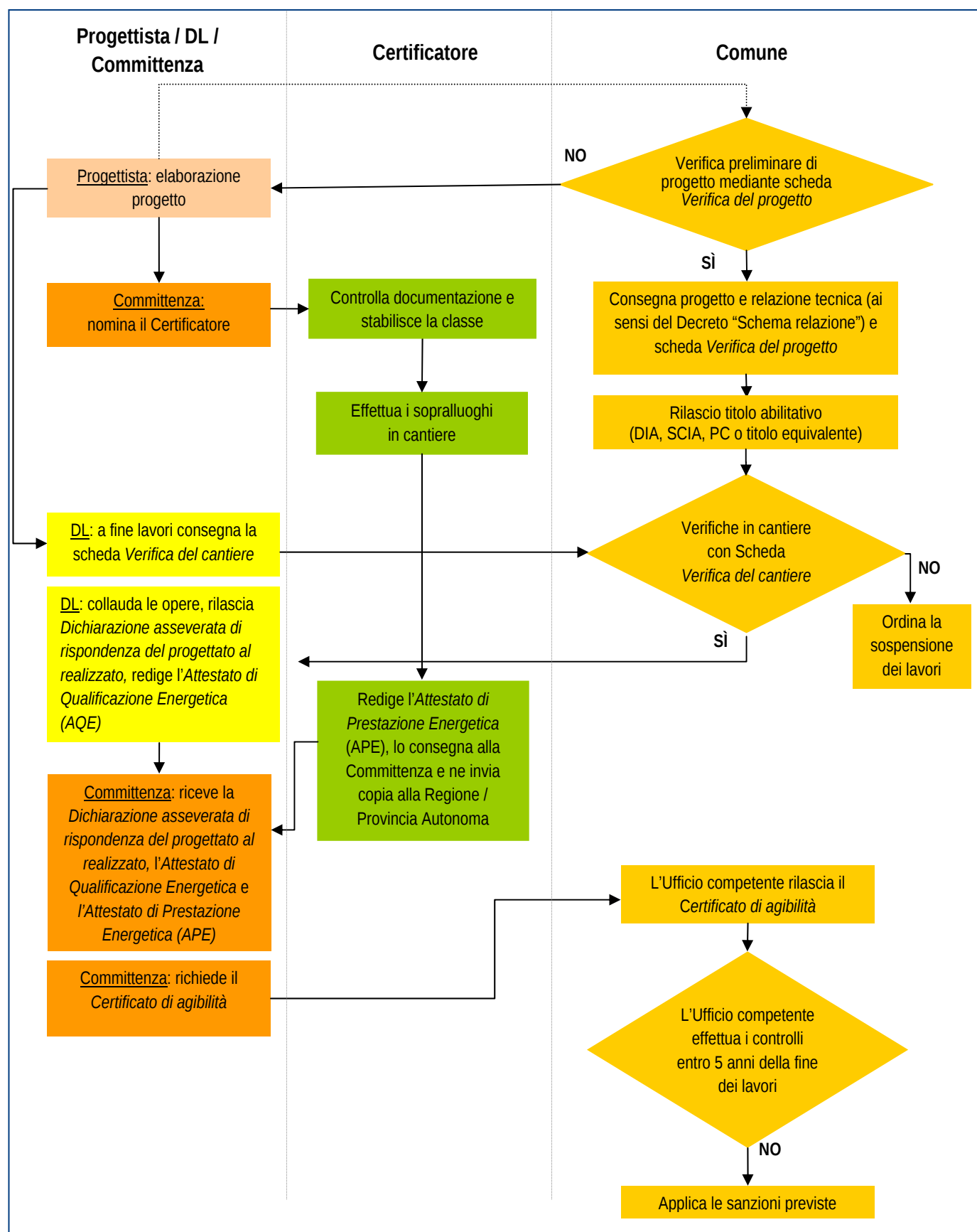


Figura F.1 – Ruoli e gestione del controllo e verifica dei progetti

F.2.1 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" (Appendice B) insieme al progetto dell'edificio.

Sia nel caso di PC che di altro titolo edilizio "autocertificato" (DIA, SCIA) o equivalente, 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 del Decreto "Schema relazione").

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

È 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.), è 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 in altro titolo edilizio "autocertificato" (DIA, SCIA) o equivalente;
- 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" (Appendice C) che sarà utile all'Ufficio comunale competente per poter procedere al controllo dell'opera.

Le Schede “Verifica del progetto” e “Verifica del cantiere” sintetizzano in poche pagine tutti gli elementi che caratterizzano il progetto dal punto di vista energetico.

Le ultime due colonne a destra devono 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 utilizzata 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 è 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/altro titolo edilizio equivalente.

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.

F.2.2 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” già predisposta dal Direttore dei Lavori. Nel caso si riscontrino delle difformità il tecnico può chiedere la sospensione dei lavori.

La suddetta verifica deve 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 adeguato dal decreto 26 giugno 2015 recante le Linee Guida Nazionali) 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”; 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”; in assenza di modifiche in corso d'opera, essa deve necessariamente essere identica alla scheda “Verifica del progetto”.

Insieme alla scheda di “Verifica del cantiere” la Direzione Lavori deve produrre e consegnare al Committente la Dichiarazione asseverata di rispondenza del progettato al realizzato, oltre

all'Attestato di Qualificazione Energetica (AQE) ai sensi del decreto 26 giugno 2015 recante le Linee Guida Nazionali.

La Committenza deve 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 G – CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DI ALCUNE TIPOLOGIE DI PRODOTTI VETRARI PER L'EDILIZIA

G.1 INTRODUZIONE

Nella presente Appendice sono 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 prodotto vetrario per l'edilizia. Per tale motivo, nella scheda riferita alla singola tipologia di prodotto 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.

L'Appendice G riporta le schede prestazionali relative alle seguenti tipologie di elementi vetrari impieganti nel settore dell'edilizia, :

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

G.3 ESEMPI APPLICATIVI

G.3.1 GENERALITÀ

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 UNI 7697.

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 vetrario per l'edilizia 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 (in funzione dell'orientamento delle finestre) obblighi previsti dal Decreto 2015, anche il fattore solare deve essere dichiarato, al fine di poter calcolare il valore di g_{gl+sh} , di cui al punto 8.4.1.

Nel caso in cui il produttore sia titolare del marchio CSICERT 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 (vedere punto 14).

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

Ai fini di quanto riportato nelle seguenti schede prestazionali si applica la legenda seguente:

LEGENDA

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

G.3.2 SCHEDE PRESTAZIONALI

SCHEDA PRESTAZIONALE G.1

VETRO STRATIFICATO DI SICUREZZA

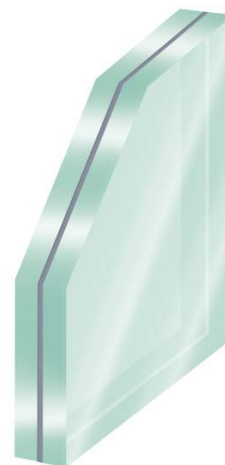
- Float chiaro 4 mm
- Polivinilbutirrale 0,76 mm
- Float chiaro 4 mm

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
		UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN ISO 717-1

* Vedere UNI EN 12758

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.

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



SCHEDA PRESTAZIONALE G.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
		UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN ISO 717-1

* Vedere UNI EN 12758

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.

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



SCHEDA PRESTAZIONALE G.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)

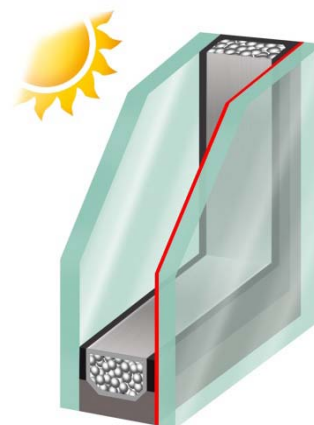
Peso	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Isolamento acustico	Caratteristiche di sicurezza
(Kg/m ²)	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	R_w^* (dB)	Classe **
20	79	13	61	21	29	NPD + NPD
	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN ISO 717-1	UNI EN 12600

* Vedere UNI EN 12758

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.

**Questa vetrata, così come l'analogo prodotto vetrario per l'edilizia della seguente scheda G.4, non garantisce nessuna delle condizioni di sicurezza richieste dalla 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



SCHEDA PRESTAZIONALE G.4

VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA E SELETTIVA

La vetrata isolante, oltre a contenere un coating con prestazioni basso-emissive, può essere composta con coating 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 proposto un prodotto vetrario per l'edilizia di composizione:

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



Due esempi di vetrata sono riportati nella tabella seguente, restando inteso che anche questa vetrata non garantisce nessuna delle condizioni di sicurezza richieste dalla UNI 7697.

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Indice di Selettività	Trasmittanza termica	Isolamento acustico	Caratteristiche di sicurezza
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	τ_v / g (/)	U_g (W/m ² K)	R_w * (dB)	Classe **
20	67	24	45	16	1,48	1,0	29	NPD + NPD
20	72	10	43	27	1,67	1,1	29	NPD + NPD
	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410		UNI EN 673	UNI EN ISO 717-1	UNI EN 12600

* Vedere UNI EN 12758

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.

**Questa vetrata, così come l'analogo prodotto vetrario per l'edilizia della seguente scheda G.4, non garantisce nessuna delle condizioni di sicurezza richieste dalla UNI 7697

SCHEDA PRESTAZIONALE G.5 VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIONA 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	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Isolamento acustico	Caratteristiche di sicurezza
(Kg/m²)	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	R_w * (dB)	Classe
20	80	12	64	17	29	NPD + 1(C)3
	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN ISO 717-1	UNI EN 12600

* Vedere UNI EN 12758

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.

Trasmittanza termica in funzione di intercapedine e gas			
Gas di riempimento	Spessore (nominale) intercapedine (mm)	U_g (W/m²K)	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

SCHEDA PRESTAZIONALE G.6 VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA E SELETTIVA CON UN VETRO TEMPRATO DI SICUREZZA

La vetrata isolante, oltre a contenere un coating con prestazioni basso-emissive, può essere composta con coating 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 proposto un prodotto vetrario per l'edilizia di composizione:

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



Due esempi di vetrata sono riportati nella Tabella seguente.

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Indice di Selettività τ_v / g (l)	Trasmittanza termica U_g (W/m ² K)	Isolamento acustico R_w * (dB)	Caratteristiche di sicurezza Classe
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)				
20	67	24	45	16	1,48	1,0	29	NPD + 1(C)3
20	72	10	43	27	1,67	1,1	29	NPD + 1(C)3
	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410		UNI EN 673	UNI EN ISO 717-1	UNI EN 12600

* Vedere UNI EN 12758

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.

SCHEDA PRESTAZIONALE G.7 VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA TRIPLA CON UN VETRO TEMPRATO DI SICUREZZA

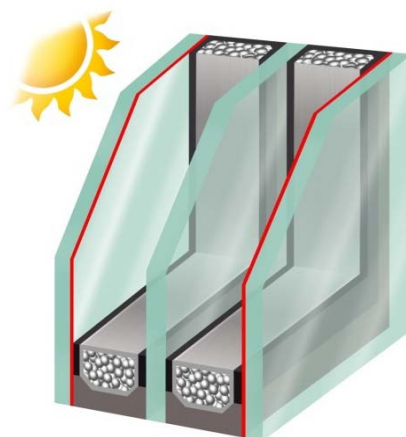
- Float bassoemissivo 4 mm (coating in faccia 2)
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Float chiaro 4 mm
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Float temprato bassoemissivo 4 mm (coating in faccia 5)

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

* Vedere UNI EN 12758

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.

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

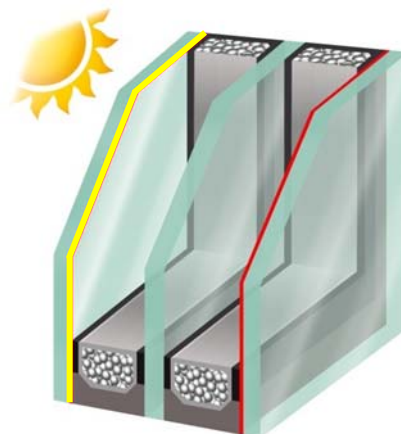


SCHEDA PRESTAZIONALE G.8 VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIONIVA E SELETTIVA TRIPLA CON UN VETRO TEMPRATO DI SICUREZZA

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 hanno le proprietà con le variazioni indicate nella tabella seguente:

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Indice di Selettività τ_v / g (/)	Trasmittanza termica U_g (W/m ² K)	Isolamento acustico R_w^* (dB)	Caratteristiche di sicurezza Classe
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)				
30	60	26	41	21	1,46	0,6	30	NPD+NPD+1(C)3
30	64	12	39	32	1,64	0,6	30	NPD+NPD+1(C)3
	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410		UNI EN 673	UNI EN ISO 717-1	UNI EN 12600

* Vedere UNI EN 12758

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.

SCHEDA PRESTAZIONALE G.9 VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA CON UN VETRO STRATIFICATO DI SICUREZZA

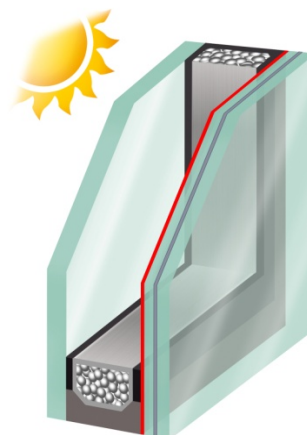
- Float chiaro 4 mm
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Vetro stratificato 33.1 (coating in faccia 3)

Peso	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Isolamento acustico	Caratteristiche di sicurezza
(Kg/m ²)	T _v (%)	P _v (%)	g (%)	α _e (%)	R _w * (dB)	Classe
26	78	13	61	23	34	NPD + 2(B)2
	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN ISO 717-1	UNI EN 12600

* Vedere UNI EN 12758

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.

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



SCHEDA PRESTAZIONALE G.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 coating 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 proposto un prodotto vetrario per l'edilizia 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:

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Indice di Selettività τ_v / g (/)	Trasmittanza termica U_g (W/m ² K)	Isolamento acustico R_w^* (dB)	Caratteristiche di sicurezza Classe
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)				
20	65	24	45	20	1,44	1,0	34	NPD + 2(B)2
20	70	10	43	30	1,63	1,1	34	NPD + 2(B)2
	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410		UNI EN 673	UNI EN ISO 717-1	UNI EN 12600

* Vedere UNI EN 12758

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.

SCHEDA PRESTAZIONALE G.11 VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA TRIPLA CON UN VETRO STRATIFICATO DI SICUREZZA

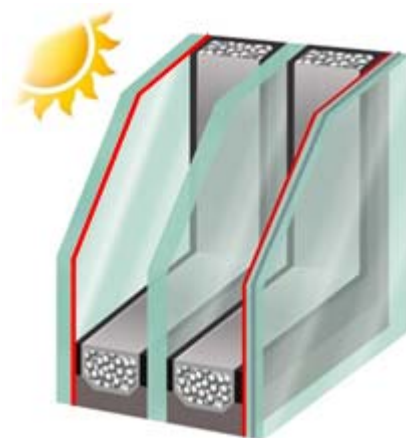
- Float bassoemissivo 4 mm (coating in faccia 2)
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Float chiaro 4 mm
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Stratificato 33.1 (coating in faccia 5)

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

* Vedi norma UNI EN 12758

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.

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

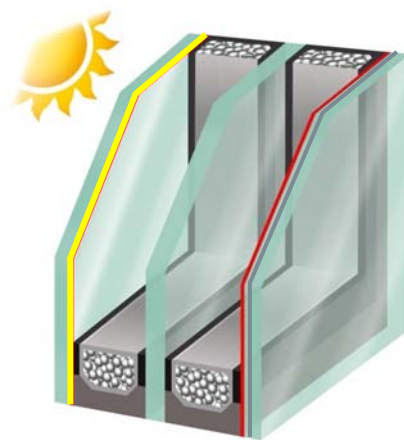


SCHEDA PRESTAZIONALE G.12 VETRATA ISOLANTE BASSOEMISSIVA E SELETTIVA TRIPLA CON UN VETRO STRATIFICATO DI SICUREZZA

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 vetrature 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 vetrature per edilizia avranno le proprietà con le variazioni indicate nella tabella seguente:

Peso (Kg/m ²)	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Indice di Selettività	Trasmittanza termica	Isolamento acustico	Caratteristiche di sicurezza
	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	τ_v / g (/)	U_g (W/m ² K)	R_w^* (dB)	Classe
30	59	26	40	24	1,47	0,6	35	NPD+NPD+2(B)2
30	63	12	39	34	1,61	0,6	35	NPD+NPD+2(B)2
	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410	UNI EN 410		UNI EN 673	UNI EN ISO 717-1	UNI EN 12600

* Vedere UNI EN 12758

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.

SCHEDA PRESTAZIONALE G.13 VETRATA ISOLANTE ACUSTICA CON UN VETRO STRATIFICATO DI SICUREZZA

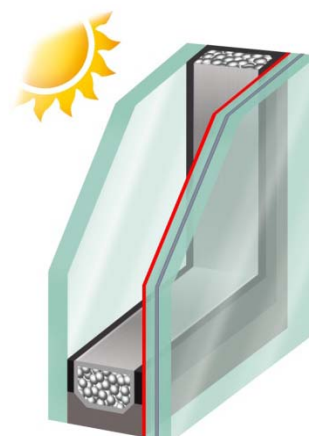
- Float chiaro 6 mm
- Intercapedine (vedi tabella per dimensioni e gas di riempimento)
- Stratificato acustico 44.1 A (coating in faccia 3)

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

* Valori sperimentali

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.

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	Norma
Impatto secondo prova del pendolo	NPD + 1(B)1	UNI EN 12600
Resistenza all'effrazione	NPD	UNI EN 356

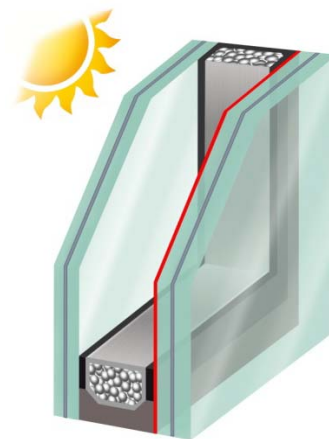
SCHEDA PRESTAZIONALE G.14 VETRATA ISOLANTE ACUSTICA CON DUE VETRI STRATIFICATI DI SICUREZZA

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

Peso	Caratteristiche ottiche		Caratteristiche energetiche		Isolamento acustico
(Kg/m ²)	τ_v (%)	ρ_v (%)	g (%)	α_e (%)	R_w^{**} (dB)
54	72	12	53	42	49
	EN 410	EN 410	EN 410	EN 410	UNI EN ISO 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	Norma
Impatto secondo prova del pendolo	1(B)1 + 1(B)1	UNI EN 12600
Resistenza all'effrazione	NPD	UNI EN 356

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.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)
- [2] “Linee Guida per il montaggio delle vetrate isolanti” – Assovetro [www.assovetro.it]
- [3] “Disciplinare sulla Qualità ottica e visiva delle vetrate per serramenti” – Assovetro [www.assovetro.it]
- [4] CNR DT210 – Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Costruzioni con Elementi Strutturali di Vetro, dicembre 2013
- [5] UNI/TS 11300-3:2010 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
- [6] UNI/TS 11300-2:2014 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali
- [7] UNI/TS 11300-4:2016 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- [8] UNI/TS 11300-5:2016 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
- [9] UNI/TR 11463:2012 Vetro per edilizia - Determinazione della capacità portante di lastre di vetro piano applicate come elementi aventi funzione di tamponamento - Procedura di calcolo
- [10] UNI EN 13501-3:2009 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 3: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi impiegati in impianti di fornitura servizi: condotte e serrande resistenti al fuoco
- [11] UNI EN 13501-4:2009 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 4: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei componenti dei sistemi di controllo del fumo
- [12] UNI EN ISO 717-2:2013 Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 2: Isolamento dal rumore di calpestio



Membro italiano ISO e CEN
www.uni.com
www.youtube.com/normeUNI
www.twitter.com/normeUNI
www.twitter.com/formazioneUNI

Sede di Milano

Via Sannio, 2 - 20137 Milano
tel +39 02700241, Fax +39 0270024375, uni@uni.com

Sede di Roma

Via del Collegio Capranica, 4 - 00186 Roma
tel +39 0669923074, Fax +39 066991604, uni.roma@uni.com