

Provincia di REGGIO EMILIA  
Comune di Scandiano

FABBRICATO

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA - II STRALCIO  
ISTITUTO COMPRENSIVO "L. SPALLANZANI"  
Via della Rocca 8 - 42019 Scandiano (RE)

COMMITTENTE

COMUNE DI SCANDIANO

Corso Vallisneri, 6  
42019 Scandiano (RE)



COMUNE DI  
SCANDIANO



REN Solution S.r.l.  
Via Monti Urali, 22  
42122 Reggio Emilia - ITALY  
Tel. +39 0522 430430  
Fax +39 0522 408657  
www.rensolution.com

RESPONSABILE DI COMMESSA

Stefano Anzillotti - Ingegnere  
Marco Boschini - Ingegnere Junior

TIMBRO E FIRMA

STAFF DI PROGETTO  
Ing. Simone Perdelli  
Geom. Lazzaro Papagni



RELAZIONE TECNICA

REVISIONE	DATA	DISEGN.	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE	COMMESSA
						0408G
						DOCUMENTO N.
1.0	06/11/2017	S.P.	S.A.	S.A.	EMISSIONE	A03
FASE	FILE	SCALA	FORMATO	FOGLIO		
DEFINITIVO/ESECUTIVO	0408G-A03_rev1.0	---	A4	-		

## **SOMMARIO**

1	NORMATIVA SUI SERRAMENTO .....	2
1.1	VETRO E PROFILO .....	2
1.2	CLASSIFICAZIONE SERRAMENTI.....	2
1.3	CRITERI AMBIENTALI MINIMI .....	3
1.4	NORME TECNICHE PER OMOLOGAZIONE PORTE DI SICUREZZA ED INFISSI.....	4
2	INTERVENTO DI SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI E SERRAMENTI.....	5
2.1	REQUISITI PRESTAZIONALI.....	5
2.1.1	CONTO TERMICO 2.0 E NORMATIVA SUL CONTENIMENTO DEL FABBISOGNO ENERGETICO DEGLI EDIFICI .....	5
2.1.2	CONTENIMENTO DEL FABBISOGNO ENERGETICO ESTIVO .....	6
2.1.3	NORMATIVA PER ACCESSO AGLI INCENTIVI .....	6
2.1.4	ISOLAMENTO ACUSTISTICO .....	7
2.1.5	SICUREZZA .....	7
2.2	SERRAMENTI IN PVC.....	8
2.3	CASSONETTI .....	11
2.4	PRESTAZIONE DEGLI INFISSI .....	13

# 1 NORMATIVA SUI SERRAMENTI

## 1.1 VETRO E PROFILO

La trasmittanza termica  $U$  [ $W/(m^2K)$ ] è un parametro che indica la misura della quantità di calore trasmesso per metro quadro, in condizioni stazionarie, per effetto di una differenza di temperatura unitaria.

Ogni elemento costituente il serramento finito contribuisce in maniera sostanziale alla prestazione globale del sistema in termini di trasmittanza termica e tra questi i principali sono sicuramente il vetro e il profilo. Per la componente vetro la trasmittanza termica varia in base alle modalità di costruzione. E così l'utilizzo del vetrocamera, intercapedine tra due strati di vetro che singolarmente avrebbero scarse caratteristiche di isolamento, riduce il passaggio di calore. Nell'intercapedine di solito è presente aria che funge da strato resistenziale supplementare a bassa conducibilità. Questo valore è ulteriormente migliorabile con l'utilizzo di altri gas aventi una ancor più bassa conducibilità quali l'argon o il kripton. E possibile inoltre far leva anche su un altro parametro, come l'emissività del vetro, riducendo la radiazione ad onde lunghe scambiata tra le lastre di vetro, rivestendole con prodotti a bassa emissività.

L'altro componente fondamentale alla prestazione del serramento finito è naturalmente il profilo, avendo un'incidenza in termini di superficie esposta anche del 30% del totale.

Il meccanismo di trasmissione del calore per i profili è del tutto assimilabile a quello definitivo per il vetro. Importante per determinare la prestazione di un serramento finito, è proprio l'abbinamento dei profili con cui esso è costituito dal momento che un serramento è in generale tanto più termicamente performante quanto più performante risulta il nodo ottenuto dai profili costituenti.

## 1.2 CLASSIFICAZIONE SERRAMENTI

In seguito alle esperienze ed alle proposte della direttiva europea sull'efficienza energetica degli edifici 2002/91 e alla norma UNI EN 15217, nella presente relazione si adotta una classificazione dei serramenti esterni in base al valore di trasmittanza termica:

- CLASSE A  $UW \leq 1,30 W/m^2K$
- CLASSE B  $UW \leq 2,00 W/m^2K$
- CLASSE C  $UW \leq 3,00 W/m^2K$
- CLASSE D  $UW \leq 5,00 W/m^2K$

I serramenti sono definiti in base al valore di trasmittanza termica presentata con i seguenti parametri:

dimensione: unità standard  $Uw = 1,30 \times 1,30 m = 1,69 m^2$

CLASSE	TIPOLOGIA	UW	Uf	Ug	$\Psi_g$
A	Buon Isolamento	1,2	1,2	1,1	0,04
B	Isolamento Medio	1,7	1,6	1,5	0,08
C	Basso Isolamento	3,0	2,4	3,3	0
D	Isolamento molto basso	4,6	2,4	5,7	0

I serramenti attualmente presenti possono essere considerati nella quasi totalità in classe D (isolamento molto basso) in quanto composti da telai in legno o metallo privo di taglio termico con vetro singolo e ad alta permeabilità. Si prevede la sostituzione degli infissi esistenti con serramenti ad alte prestazioni di classe A.

### 1.3 CRITERI AMBIENTALI MINIMI

In data 11 gennaio 2017 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica il decreto che individua i nuovi parametri riguardanti i CAM, che revisionano i criteri prima vigenti in funzione dell'applicazione dei "Criteri di sostenibilità energetica ed ambientale" proposti dal nuovo Codice degli Appalti.

All'interno dell'Allegato 2 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici" vengono definiti i parametri di riferimento sia per l'isolamento termico che acustico dell'edificio.

Al paragrafo 2.3.2, per le opere di riqualificazione energetica riguardanti l'involucro edilizio, si rimanda alla tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26 giugno 2015 e s.m.i. relativamente all'anno 2021, ove vengono definiti i parametri limite dei valori di trasmittanza.

Zona climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015 <sup>(1)</sup>	2021 <sup>(2)</sup>
A e B	3,20	3,00
C	2,40	2,00
D	2,10	1,80
E	1,90	1,40
F	1,70	1,00

**Tabella 1 – Tabella 4 valori limite trasmittanza elementi edilizi**

Come si evince dalla tabella per gli interventi di sostituzione degli infissi si richiede l'installazione di serramenti di classe B, molto prossimi a quelli di classe A.

Al paragrafo 2.3.5.6, vengono definiti i parametri riguardanti il comfort acustico. Nel caso di interventi su elementi componenti la facciata esterna di un edificio scolastico, si richiama al rispetto delle "prestazioni superiori" riportate nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma UNI EN 11367: 2010 "Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera".

Tramite tale tabella sono definite le classi acustiche per unità immobiliari.

PARAMETRI DI RIFERIMENTO	DESCRITTORE	PRESTAZIONE	
		BASE	SUPERIORE
Isolamento acustico normalizzato di facciata	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$\geq 40$	$\geq 43$
Potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari	$R'_w$ [dB]	$\geq 53$	$\geq 56$
Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato tra ambienti di differenti unità immobiliari	$L'_{n,w}$ [dB]	$\leq 58$	$\leq 53$
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo in ambienti diversi da quelli di installazione	$L_{ic}$ [dB(A)]	$\leq 28$	$\leq 28$
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo in ambienti diversi da quelli di installazione	$L_{id}$ [dB(A)]	$\leq 33$	$\leq 34$
Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$ [dB]	-	$\geq 55$
Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}$ [dB]	-	$\geq 50$
Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$L'_{n,w}$ [dB]	-	$\leq 53$

Tabella 2 – Prospetto A.1: classificazione acustica unità immobiliari

#### 1.4 NORME TECNICHE PER OMOLOGAZIONE PORTE DI SICUREZZA ED INFISSI

Sulla facciata frontale dell'edificio si prevede la sostituzione delle porte vetrate, le quali, essendo lo sbocco verso il cortile dell'istituto, sono le uscite di emergenza in caso di incendio e per questo devono rispondere ai dettami regolati dalla disciplina della prevenzione incendi.

In particolare il D.M. del 26 agosto 1992 prevede che lungo le vie di fuga siano impiegati dei materiali di classe di reazione al fuoco 1 in ragione del 50% massimo della loro superficie totale (pavimento + soffitto + pareti), mentre le restanti parti debbono essere appartenenti alla classe 0 (materiali incombustibili).

Le piastrelle del pavimento, il soffitto latero-cementizio e i vetri che facciano sui cortili sono da considerarsi materiali incombustibili, come definito dall'allegato 2 del D.M. del 10 marzo 2005. Si necessita che i telai delle porte e degli infissi siano almeno di classe di reazione al fuoco 1, che, per installazioni a parete, equivale alle Euroclassi A2-s1,d0, A2-s2,d0, A2-s3,d0, A2-s1,d1, A2-s2,d1, A2-s3,d1, B-s1,d0, B-s2,d0, B-sB,d0 e B-s2,d1, come definito dalla tabella 2 del D.M. del 15 marzo 2005. La classificazione è effettuata come prescritto dalla norma 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".

Inoltre le porte di emergenza devono essere dotate di appositi maniglioni di sicurezza, come definito dal D.M. 3/11/2004, conformi alle norme UNI EN 179:2008 "Accessori per serramenti - Dispositivi per uscite di emergenza azionati mediante maniglia a leva o piastra a spinta per l'utilizzo sulle vie di fuga - Requisiti e metodi di prova" ed UNI EN 1125:2008 "Accessori per serramenti - Dispositivi per le uscite antipanico azionati mediante una barra orizzontale per l'utilizzo sulle vie di esodo - Requisiti e metodi di prova".

## 2 INTERVENTO DI SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI E SERRAMENTI

### 2.1 REQUISITI PRESTAZIONALI

#### 2.1.1 CONTO TERMICO 2.0 E NORMATIVA SUL CONTENIMENTO DEL FABBISOGNO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

La trasmittanza dei nuovi serramenti dovrà essere inferiore a quanto indicato nel DM 16/02/2016 per l'accesso ai contributi del Conto Termico 2.0; nel decreto ministeriale sopra citato sono stati definiti criteri di ammissibilità per interventi di piccole dimensioni di incremento dell'efficienza energetica di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto. I valori di trasmittanza massima del Conto termico 2.0 sono molto più restrittivi dei requisiti limiti previsti dalla normativa nazionale e regionale sul contenimento del fabbisogno energetico degli edifici e rappresentano un miglioramento importante sotto l'aspetto energetico.

Tipologia di intervento		Requisiti tecnici di soglia per la tecnologia	
Articolo 4, comma 1, lettera a)	i. Strutture opache orizzontali: isolamento coperture (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946)	Zona climatica A	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica B	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica C	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica D	$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica E	$\leq 0,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica F	$\leq 0,19 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	ii. Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946)	Zona climatica A	$\leq 0,43 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica B	$\leq 0,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica C	$\leq 0,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica D	$\leq 0,28 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica E	$\leq 0,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica F	$\leq 0,23 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
	iii. Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946)	Zona climatica A	$\leq 0,38 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica B	$\leq 0,38 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica C	$\leq 0,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
Zona climatica D		$\leq 0,26 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	
Zona climatica E		$\leq 0,23 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	
Zona climatica F		$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	
Articolo 4, comma 1, lettera b)	Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 10077-1), se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento.	Zona climatica A	$\leq 2,60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica B	$\leq 2,60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica C	$\leq 1,75 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica D	$\leq 1,67 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica E	$\leq 1,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
		Zona climatica F	$\leq 1,00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Tabella 3 - Valori di trasmittanza massimi consentiti per l'accesso agli incentivi del Conto Termico 2.0

Come si può notare, considerando la zona climatica E, la sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi devono rispettare i requisiti di soglia per la trasmittanza U inferiore o uguale a **1,30 W/m<sup>2</sup>K**. I nuovi serramenti sono identificabili in classe A della norma **UNI EN 15217**.

### 2.1.2 CONTENIMENTO DEL FABBISOGNO ENERGETICO ESTIVO

Per il contenimento del fabbisogno di energia termica durante la stagione estiva, è richiesto un valore del fattore solare  $g_{gl+sh}$  minore di 0,35 nel mese di luglio per le finestre aventi orientamento compreso tra Est e Ovest (passando da Sud). Considerando un coefficiente di 0,915 per via della non perpendicolarità tra raggi solari e vetro ed un fattore di 0,9 attribuibile all'ombreggiamento offerto dagli alberi, è richiesto un valore di  $g_{gl,n}$  (fattore solare perpendicolare al vetro) minore del 42%.

### 2.1.3 NORMATIVA PER ACCESSO AGLI INCENTIVI

Come indicato dall'articolo 3, comma 1, lettera a), sono ammessi ai benefici previsti dal DM 16/02/2016 le amministrazioni pubbliche per la realizzazione di sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato (articolo 4, comma 1, lettera b)).

Secondo l'articolo 5, comma 1, lettera d), concorrono alla determinazione delle spese ammissibili ai fini degli incentivi per le opere descritte nell'articolo 4, gli interventi, che costituiscono un costo, finalizzati alla riduzione della trasmittanza termica U di chiusure apribili o assimilabili a tali.

Inoltre per l'articolo 15, comma 1, nel caso di realizzazione di interventi di cui all'articolo 4, comma 1, lettera b), per gli interventi realizzati in interi edifici con impianto di riscaldamento di potenza nominale totale del focolare (se non applicabile, da intendersi potenza nominale totale utile) maggiore o uguale a 200 kWt, ai fini della richiesta di incentivo la diagnosi energetica ante operam e l'attestato di prestazione energetica post operam sono obbligatorie, a pena di decadenza, per il riconoscimento degli incentivi.

Ai fini del rilascio dell'incentivo devono essere congiuntamente installati dei sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche o devono essere già presenti al momento dell'intervento.

Per gli interventi relativi alla sostituzione di chiusure trasparenti l'incentivo totale cumulato per gli anni di godimento è pari al 40% delle spese sostenute ammissibili.

[Tabella 5 – Allegato II - DM 16.02.16]			
Tipologia di intervento	Percentuale incentivata della spesa ammissibile (% <sub>spesa</sub> )	Costo massimo (C <sub>max</sub> )	Valore massimo dell'incentivo I <sub>max</sub> [€]
Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi, se installate congiuntamente a sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche ovvero in presenza di detti sistemi al momento dell'intervento	40	350 €/m <sup>2</sup> per le zone climatiche A, B, C	75.000
	40	450 €/m <sup>2</sup> per le zone climatiche D, E, F	100.000

**Tabella 1 - Chiusure trasparenti: valori necessari per il calcolo dell'incentivo**

Nei casi di obbligatorietà, le spese sostenute per la redazione della diagnosi e dell'APE sono incentivate nella misura del 100% , ad esclusione delle Cooperative di abitanti e delle Cooperative sociali per le quali è previsto un ristoro del 50% delle spese.

## 2.1.4 ISOLAMENTO ACUSTICO

Il **DPCM 5.12.97** ha imposto il rispetto di parametri specifici sull'isolamento acustico. Ai fini dell'applicazione del decreto gli ambienti sono stati classificati secondo la tabella 2.

<b>Categoria A</b>	Edifici adibiti a residenza o assimilabili
<b>Categoria B</b>	Edifici adibiti a uffici e assimilabili
<b>Categoria C</b>	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
<b>Categoria D</b>	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
<b>Categoria E</b>	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
<b>Categoria F</b>	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
<b>Categoria G</b>	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Tabella 4 – Categorie secondo DPCM 05/12/97

Al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore sono indicati in tabella 3, qui di seguito riportata, i valori limite delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne, definiti nell'allegato A del DPCM.

Categorie di cui alla tab. A	$R_w^2(\pm)$	$D_{2m,n} T_w$	$L_{n,w}^2$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
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

Tabella 5 – Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologico

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ( $D_{2m,nT_w}$ ) è il parametro (dB) che caratterizza con un solo numero le proprietà fonoisolanti della facciata. Ai fini del rispetto dei requisiti del decreto i serramenti dovranno avere proprietà fonoisolanti minime tali da rendere pari a **48** dB tale coefficiente. Si è effettuato il calcolo per ogni singolo serramento ed è risultato che il potere fonoisolante minimo che devono avere gli infissi è **45** Db, come indicato nella relazione di calcolo.

## 2.1.5 SICUREZZA

Gli infissi dovranno rispondere alla recente normativa europea ed essere realizzati con vetri antisfondamento sia all'interno che all'esterno dell'infisso, come prescritto dalla direttiva UNI EN 12600:2004 che classifica le lastre piane vetrarie mediante la "Prova del pendolo".

I vetri devono essere di classe 2B2, nel caso di lastre stratificate di sicurezza, mentre per le superfici finestrate ad altezza parapetto fino a cm 90 da terra o comunque a pericolo di caduta, di classe 1B1.

Per parapetti e balaustre, la composizione minima con classe prestazionale 1B1 deve prevedere uno spessore di intercalari non minore di 0.76 mm.



## 2.2 SERRAMENTI IN PVC

I serramenti devono soddisfare le caratteristiche tecnico-prestazionali, come stabilito dalla norma **UNI EN 14351-1**, riguardanti resistenza meccanica e stabilità, sicurezza in caso di incendio, igiene, sicurezza all'impiego protezione contro il rumore, risparmio energetico e isolamento termico. Le caratteristiche rilevanti riguardano:

- Permeabilità all'aria (**UNI EN 1026:2016**)
- Tenuta all'acqua (**UNI EN 1027:2016**)
- Resistenza al carico di vento (**UNI EN 12211:2016**)
- Isolamento termico (**UNI EN 10077-1:2007, UNI EN 10077-1:2012**)
- Isolamento acustico (**UNI EN ISO 10140-2:2010**)
- Sostanze pericolose

I serramenti in PVC offrono un grande risparmio energetico, un'elevata sicurezza e sono applicabili a tutte le esigenze abitative ed architettoniche. Garantiscono alte performance di isolamento termico. Ottimo è l'isolamento acustico, la tenuta all'acqua, la resistenza all'aria e agli agenti atmosferici aggressivi.

Nello specifico il doppio vetro prescelto, composto da un vetro esterno 33.2 stratophone ed uno interno 33.2 stratophone, con un'intercapedine di 20mm, è di classe antinfortunistica 1B1 (UNI EN 12600:2004), classe antivandalistica P2A (UNI EN 356:2002) e presenta elevate caratteristiche termiche (Trasmittanza pari a 1,1 W/m<sup>2</sup>K) ed acustiche (Potere fonoisolante di 43dB).

L'intercapedine del vetro dovrà essere riempita con Argon al 90% e dovrà presentare un distanziatore a bordo caldo, con un basso ponte termico lineare che contribuisca ad una minore conducibilità termica del profilo.

Il profilo in PVC del tipo Rehau, o simile equivalente a questo, dovrà essere composto da un sistema a 5 camere con profondità di 70 mm e 3 guarnizioni interne, rinforzi in acciaio per garantire maggiore stabilità ed essere altamente prestazionale essendo di classe C2/B3 per resistenza al carico del vento (UNI EN 12210:2016), classe 9/A per tenuta alla pioggia battente (UNI EN 12208:2000), classe 4 per permeabilità all'aria (UNI EN 12207:2017) e dovrà garantire una trasmittanza termica complessiva del serramento di 1,1 W/m<sup>2</sup>K.



Figura 1 - Sezione profilo Rehau

I serramenti utilizzati saranno del tipo “**monoblocco**”; i monoblocchi sono delle strutture che vengono prodotte in fabbrica in un unico elemento comprendente cassonetto, spallette e sottobancale. Sono dei blocchi autoportanti che pertanto devono essere solo posizionati e fissati nel vano murario; presentano dunque il grande pregio di una estrema facilità di installazione e sono immediatamente intonacabili, tappezzabili o piastrellabili dal lato interno. Garantiscono la risoluzione di tutti i possibili ponti termici tra muratura e serramento, ovviamente a condizione che vengano correttamente eseguite le istruzioni di installazione fornite dal produttore (anche in merito alla successiva sigillatura del nodo tra monoblocco e serramento).

Inoltre per garantire una migliore sigillatura tra serramento e monoblocco dovranno essere utilizzati speciali nastri autoespandenti come

- nastro sigillante in PVC a cellule chiuse, particolarmente adatto alla sigillatura dei giunti di posa inferiori dei serramenti. Se compresso del 50% e posato correttamente, sigilla in modo affidabile e permanente contro le infiltrazioni di acqua, aria e polvere.



Figura 2 – Nastri sigillante in PVC

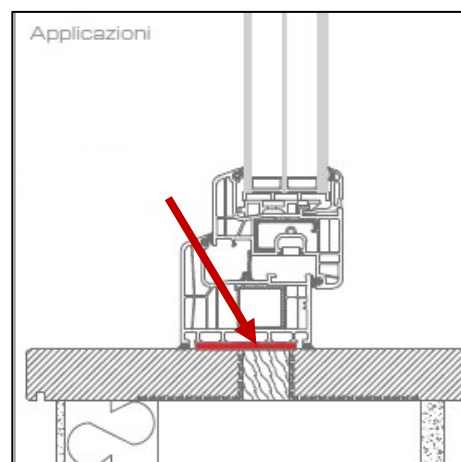


Figura 3 – Applicazione nastro

- una pellicola speciale con autoregolazione dell'umidità creata per l'impermeabilizzazione dei giunti di raccordo tra telaio e muratura di serramenti e falsi telai. Può essere utilizzata sia all'interno che all'esterno e permette la rimozione dell'umidità, assicurando una costante essiccazione del giunto.



Figura 4 – Pellicola

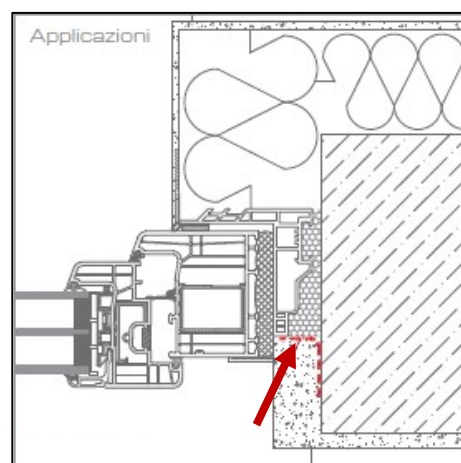


Figura 5 – Applicazione pellicola

- uno speciale nastro autoespandente ad altissima funzionalità ed elevata capacità di espansione. Ideale per la sigillatura dei giunti di posa di porte e finestre, garantisce la triplice funzione di tenuta

alla pioggia battente (lato esterno) - isolamento termoacustico (zona centrale) - barriera al vapore (lato interno).

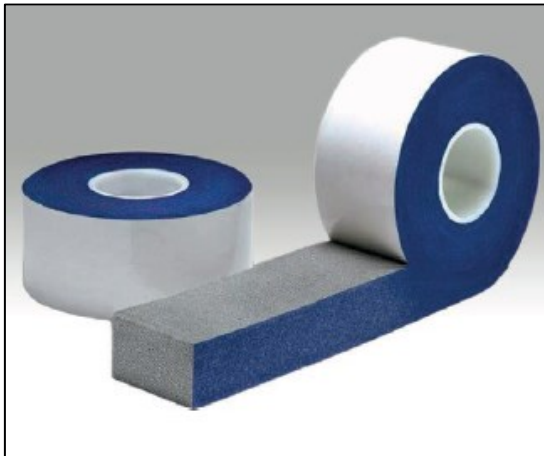


Figura 6 – Nastro auto espandente

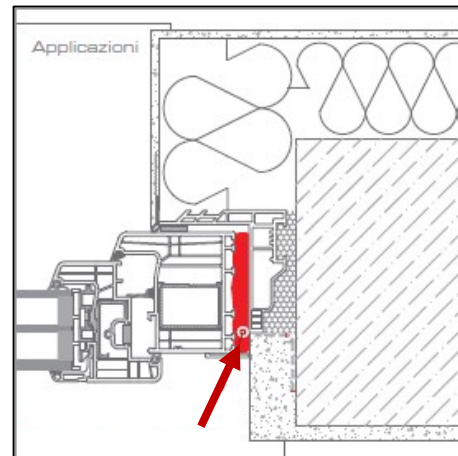


Figura 7 – Applicazione nastro

- un nastro in schiuma poliuretana morbida, impregnata con una dispersione acrilica. Creato principalmente per la sigillatura di fughe di collegamento tra diversi elementi di costruzione, garantisce una eccellente tenuta contro la pioggia battente (fino a 600 Pa) ed assicura alti valori di isolamento termico ed acustico.



Figura 8 – Nastro in schiuma

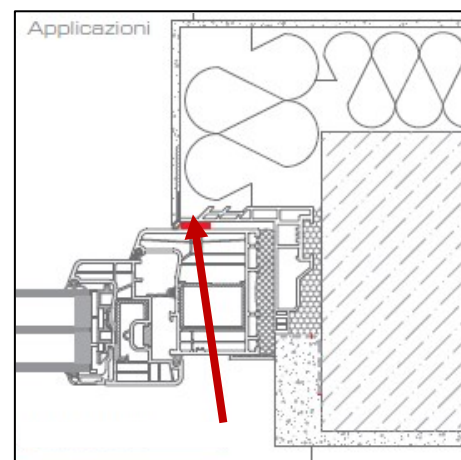


Figura 9 – Applicazione nastro

## 2.3 CASSONETTI

Il cassonetto della tapparella può rappresentare un ponte termico importante e richiede quindi molta attenzione. Essendo l'interno del cassonetto in comunicazione continua con l'esterno (attraverso la feritoia della tapparella) e quindi praticamente a temperatura esterna, la barriera che si interpone fra esterno ed interno in corrispondenza dello stesso si riduce in pratica all'involucro del cassonetto.

Quando il cassonetto dell'avvolgibile non è adeguatamente isolato si verifica una notevole dispersione di calore verso l'esterno che si ripercuote sulla spesa in bolletta. Per raggiungere elevati standard prestazionali della facciata è necessario che tutti i componenti siano opportunamente progettati ed è quindi fondamentale isolare anche i cassonetti e l'utilizzo del polistirene espanso sinterizzato (EPS) rappresenta sicuramente una soluzione ottimale, in linea con le politiche di risparmio energetico sempre più stringenti. Per le ragioni sopra citate l'intervento di sostituzione dei serramenti prevede anche la sostituzione del relativo cassonetto esistente privo di isolamento.

Il sistema dovrà essere un cassonetto monoblocco in PVC premontato sul serramento, senza falso telaio. Con questo sistema la finestra, l'avvolgibile e il cassonetto formano un tutt'uno armonico, e si montano completamente senza doverli assemblare, creando di fatto un corpo unico che minimizza le dispersioni di calore. Si presenta chiuso su quattro lati, con frontalino smontabile a scatto; sul vano cassonetto trova posto, oltre al telo e agli accessori per la sua movimentazione, anche l'isolamento termico in polistirene espanso con una speciale incavo semicircolare sul lato dell'avvolgibile che non intralcia l'avvolgimento del telo.

La trasmittanza termica del cassonetto è calcolata secondo la norma UNI EN ISO 10077-2:2012, la quale prevede l'analisi dell'elemento imponendo la temperatura esterna a 0°C e quella interna a 20°C. La trasmittanza calcolata, e certificata dalla ditta produttrice, è pari a 1,1074 W/m<sup>2</sup>K.

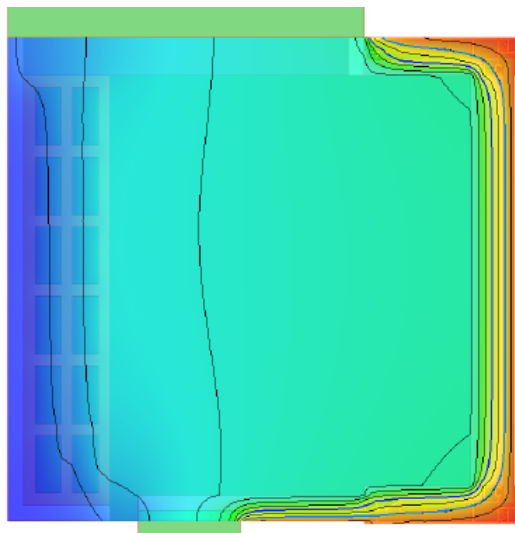


Figura 10 – Diffusione del calore internamente al cassonetto secondo UNI EN ISO 10007-2:2012

Il monoblocco dovrà essere completo di accessori per la movimentazione telo (rullo ottagonale in ferro zincato con diametro 60 mm, supporti, cuscinetti, calotte ed argano ad asta con fine corsa) e guide avvolgibili in PVC con guarnizione espansa. La movimentazione del telo dovrà essere di tipo standard con arganello (rapporto 1:8) ad asta plastificata con diametro 15,5mm e lunghezza di 164mm; il posizionamento dell'arganello dovrà essere lato maniglia per le finestre ad un'anta, lato anta secondaria nel caso di finestre a due ante.

Il telo avvolgibile dovrà essere in alluminio, con poliuretano espanso (stecca da 13x51 mm e peso ca. 2,95 Kg/mq) completo di terminale in alluminio estruso, tappi conici di arresto e tappi laterali.

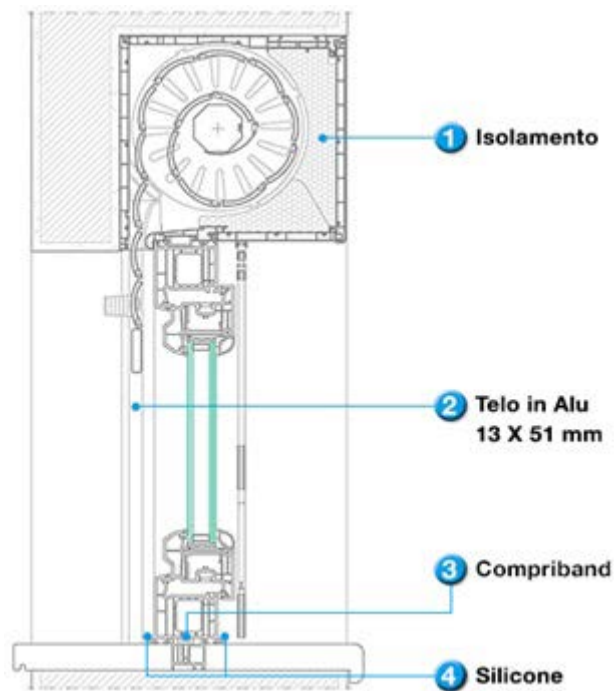


Figura 11 – Sezione verticale monoblocco

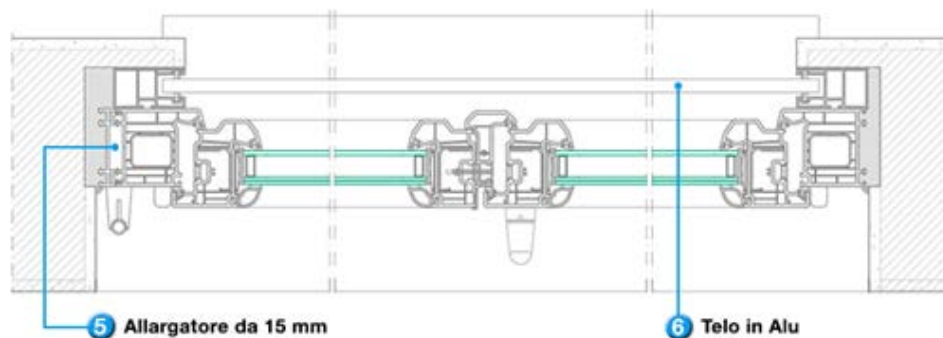


Figura 12 – Sezione laterale monoblocco

Dato che il monoblocco risulta essere più compatto rispetto alla finestra attualmente installata viene inserita una scossalina in alluminio preverniciato, di circa 5 cm, tra il monoblocco e l'elemento copri cassonetto in cemento armato presente sulla facciata esterna dell'edificio, in modo tale da sigillare lo spazio che vi è tra i due elementi.

## 2.4 PRESTAZIONE DEGLI INFISSI

Gli infissi progettati per la riqualificazione energetica della seconda metà dell'edificio scolastico, in conformità con i decreti e le norme di prodotto sopra citate, considerando la necessità di usufruire dell'incentivo "Conto termico 2.0", devo garantire i requisiti minimi riassunti nella tabella seguente:

PARAMETRO	NORMA DI RIFERIMENTO	VALORE DI PROGETTO
Trasmittanza termica $U_w$	UNI EN ISO 10077-1:2007	$\leq 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tenuta all'acqua	UNI EN 1027:2016	Classe 9A
Permeabilità all'aria	UNI EN 1026:2016	Classe 4
Resistenza al vento	UNI EN 12211:2016	Classe C2/B3
Antinfortunistica	UNI EN 12600:2004	Classe 1B1
Antivandalistica	UNI EN 356:2002	Classe P2A
Isolamento acustico	UNI EN 10140-2:2010	Vedi "0408G – A05_rev1.0 – Relazione di calcolo"
Fattore solare g	UNI EN 410:2011	$\leq 0,41$
Reazione al fuoco	DM 26/09/1992	Classe 1

Tabella 6 – Tabella riassuntiva caratteristiche minime infissi