



Tribiano, 24 Agosto 2011

ANALISI DI SINTESI SULLE DIFFERENTI FAMIGLIE DI DISTANZIATORI WARM EDGE PRESENTI SUL MERCATO:

Guida alla scelta consapevole

INTRODUZIONE

Il La diminuzione dei consumi energetici è il principale imperativo dei giorni nostri. Questo fattore prioritario ha inevitabilmente coinvolto anche l'industria del serramento portando a richiedere valori sempre più bassi di trasmittanza termica U_w [$W/m^2 K$] delle finestre. Al raggiungimento di questi obiettivi hanno contribuito anche una nuova generazione di distanziatori utilizzati per le vetrate isolanti detti "bordo caldo" o "warm edge".

Vengono definiti "bordo caldo" tutti quei distanziatori costruiti con materiali il cui coefficiente di conducibilità termica lineare (λ), sensibilmente inferiore al tradizionale distanziatore in alluminio, contribuisce a migliorare le prestazioni della finestra abbattendone il ponte termico al bordo. Tali materiali possono essere di natura diversa a seconda delle tipologie di distanziatore (schiume flessibili, termoplastici, combinati plastica/metalli, acciaio inossidabile).

Nella scelta del distanziatore occorre però tenere conto di molteplici fattori (ambientali, costruttivi, normativi, energetici) ed in questa scheda vedremo come la risposta ottimale si ottenga considerandoli nel complesso, anche in funzione della tipologia di applicazione delle vetrate.

DISTANZIATORI ATTUALMENTE PRESENTI SUL MERCATO

Allo stato attuale i distanziatori di tipo bordo caldo possono essere divisi in tre gruppi:

1° Gruppo: Distanziatori Flessibili

Materiali a base termoplastica e/o siliconica duttili, flessibili e con setacci molecolari incorporati. Tra questi si distinguono:

- a) I tipi "butilici" applicati a caldo senza altra aggiunta. Esempio: TPS
- b) I tipi "siliconici" applicati a freddo, che nella loro versione più evoluta vengono butilati lateralmente e con il dorso a contatto con il sigillante esterno. Esempio: SS Triseal

2° Gruppo: Distanziatori Combinati Plastica/Metallo

Materiali Plastici (PoliCarbonati, PoliPropilene, ecc.) accoppiati con bassi spessori metallici che dovrebbero avere le stesse modalità di lavorazione del tradizionale canalino in alluminio (taglio o



piegatura, butilatura, foratura per l'inserimento di sali e di gas). Esempi: Chromatech Ultra, Swisspacer, Thermix TXN, TGI.

3° Gruppo: Distanziatori in Acciaio Inossidabile

Materiali in solo acciaio inossidabile la cui modalità di lavorazione è anch'essa simile ai distanziatori di alluminio, ma con alcuni accorgimenti derivanti dall'uso di un materiale decisamente differente.

VANTAGGI NELL'UTILIZZO DEI DISTANZIATORI BORDO CALDO

I vantaggi universalmente accertati e riconosciuti dei distanziatori bordo caldo sono:

- 1) Risparmio energetico
- 2) Benefici sull'ambiente con minori emissioni di CO₂
- 3) Diminuzione dei fenomeni di condensa esterna al vetro isolante
- 4) Diminuzione dei rischi di formazione di muffe sui serramenti, loro maggiore durata
- 5) Superficie di contatto della vetrata meno fredda e quindi più confortevole

A differenza di questi l'Alluminio, ottimo conduttore di calore, crea un ponte termico che determina un abbassamento della temperatura nella zona perimetrale della vetrata, favorendo la condensazione e quindi la possibilità di muffa sul serramento, deterioramento del serramento, degradazione dei sigillanti e conseguente minor durata della vetrata isolante.

Tali effetti non si presentano o vengono minimizzati con l'utilizzo di questi distanziatori.

1-2) RISPARMIO ENERGETICO - BENEFICI SULL'AMBIENTE

L'utilizzo di distanziatori bordo caldo porta a una riduzione pari al 10% della trasmissione termica della finestra e conseguente riduzione delle spese di riscaldamento, oltre a minori emissioni di CO₂ con relativi benefici ambientali.

Esempio di vantaggi energetici ed ambientali che si possono ottenere con l'utilizzo del distanziatore bordo caldo:

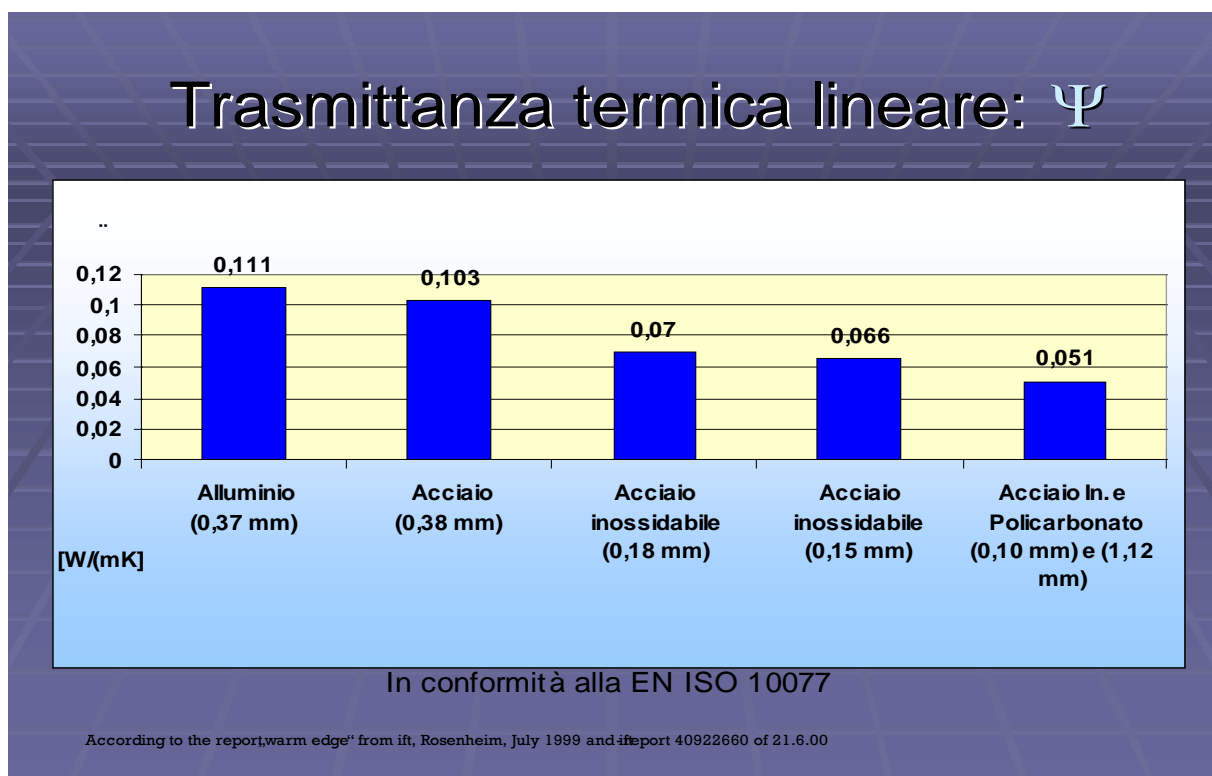
	Per anno	In 25 anni
Risparmio combustibile	60 litri	1.500 litri
Riduzione emissioni CO₂	100 m³	2.500 m³

3-4-5) FENOMENI DI CONDENSA, MUFFA, TEMPERATURA SUPERFICIALE

La condensazione esterna sui vetri inizia quando la temperatura del vetro scende al di sotto del punto di rugiada



Nel grafico seguente vengono illustrate, a seconda del tipo di distanziatore, le temperature esterne di inizio del fenomeno di condensa in condizioni normali (temperatura all'interno dell'ambiente pari a 20 °C con umidità relativa del 50%).



Il grafico mostra come i fenomeni di condensa non siano completamente eliminabili ma, utilizzando distanziatori warm edge possano essere notevolmente ridotti con beneficio anche del serramento in termini di durata.

I distanziatori di tipo warm edge hanno un effetto molto positivo sulla temperatura superficiale del vetro interno misurata vicino al bordo.

FATTORI CRITICI DEI DISTANZIATORI BORDO CALDO

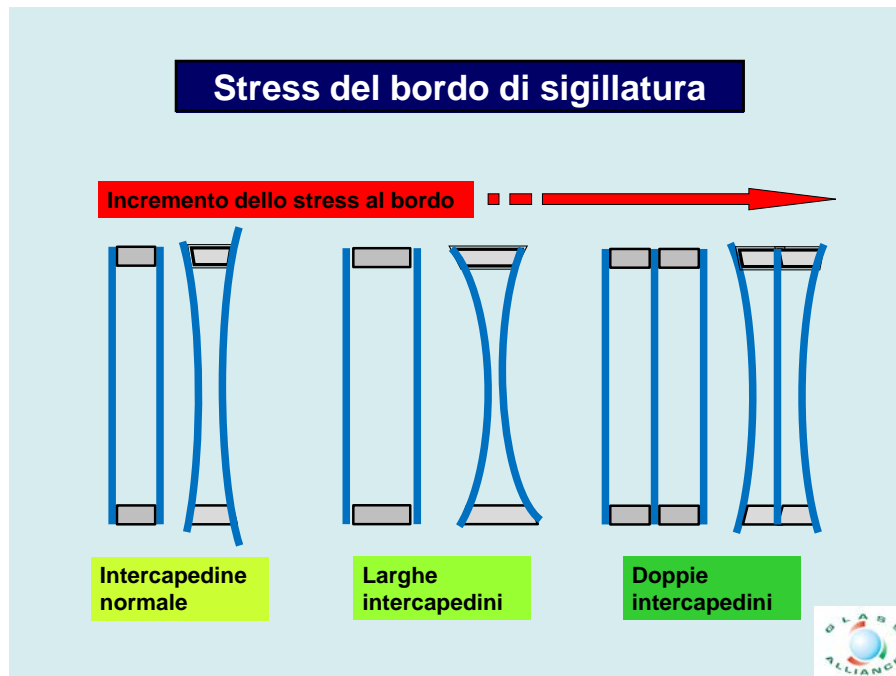
La scelta del distanziatore warm edge non può essere basata unicamente sull'eventuale risparmio energetico, ma occorre prestare attenzione anche ai seguenti fattori critici, più o meno evidenti a seconda della tipologia:

- 1) Stabilità meccanica e dilatazione termica
- 2) Compatibilità con i sigillanti al bordo
- 3) Adesione al sigillante esterno (UNI EN 1279/6)
- 4) Difficoltà di utilizzo in produzione e maggiori controlli (UNI EN 1279/1: System Description)
- 5) Conformità alle norme, in particolare alla UNI EN 1279
- 6) Permeabilità all'umidità (UNI EN 1279/2 e UNI EN1279/4) e perdita di gas (UNI EN 1279/3)
- 7) Il valore ψ e il risparmio energetico

1) STABILITÀ MECCANICA E DILATAZIONE TERMICA

Come noto le vetrate isolanti sono costantemente sollecitate al bordo per effetto degli agenti atmosferici; tali sollecitazioni aumentano in funzione della dimensione delle intercapedini e del numero di intercapedini.





Fattori come stabilità meccanica e dilatazione termica dei materiali costituenti i distanziatori bordo caldo giocano naturalmente un ruolo importante su queste sollecitazioni minimizzandole e/o incrementandole a seconda delle loro caratteristiche.

Materiali con elevata stabilità meccanica e bassa espansione termica, riducono sensibilmente gli stress esercitati sui sigillanti prima e seconda barriera che compongono il bordo della vetrata isolante. Viceversa, più alta sarà la dilatazione termica del distanziatore, più rilevanti saranno gli stress trasmessi sui sigillanti al bordo con possibili effetti negativi sulla durata temporale della finestra.

DILATAZIONE TERMICA DEI MATERIALI

M a t e r i a l i	Coefficiente di dilatazione lineare	E s p a n s i o n e a 60 °C per vetrata 2000 mm di lunghezza	Differenza di Espansione Relativa al vetro
Vetro (riferimento)	9 * 10⁻⁶	1.08	
Acciaio	12 * 10⁻⁶	1.44	0.36
Acciaio Inox	16 * 10⁻⁶	1.92	0.84
Alluminio	24 * 10⁻⁶	2.88	1.80
Policarbonato (PC)	65 * 10⁻⁶	7.80	6.72
Polipropilene (PP)	150 * 10⁻⁶	18.00	16.92

In generale, ad eccezione dei distanziatori bordo caldo in acciaio inossidabile, tutti gli altri contribuiscono ad aumentare le sollecitazioni al bordo della vetrata isolante fino ad arrivare a casi limite come quelli riportati in fotografia (distanziatore rientrato per dilatazione termica):



Infine, la stabilità meccanica dei distanziatori è un fattore che influenza anche la loro processabilità. Telai poco stabili meccanicamente sono più problematici durante l'assemblaggio in vetrata isolante, causando spesso il mancato rispetto delle tolleranze geometriche al bordo e difetti di sigillatura. Questo fenomeno viene enfatizzato all'aumentare delle dilatazioni del vetro e del distanziatore, portando a un distacco del butile e riducendo di conseguenza la più importante difesa della vetrata.

2) COMPATIBILITÀ CON I SIGILLANTI AL BORDO

Una delle problematiche più ricorrenti nel campo della produzione e commercializzazione di vetrate isolanti è la compatibilità tra i sigillanti per vetrocamera e i materiali o accessori aggiuntivi come distanziatori, separatori, angolari, cavi di plastica, connettori, resine di vetri laminati, etc.

Nell'assemblaggio dei vari componenti vengono spesso adoperati materiali e sigillanti dalle caratteristiche chimico-fisiche più disparate e appartenenti ad una vasta gamma di famiglie chimiche.

Studi approfonditi condotti anche presso i nostri laboratori in accordo alla IFT-Guideline DI-01/1 (§ 4.4 – VE-05/1) hanno permesso di studiare ed evidenziare questi fenomeni di incompatibilità tra i sigillanti al bordo e il distanziatore. I test di contatto nelle condizioni richieste dalla linea-guida hanno permesso di interpretare e di identificare eventuali perdite di adesione del sigillante sui substrati, presenza di untuosità, discioglimenti e ingiallimenti (yellowing).

Particolare attenzione va quindi prestata con distanziatori contenenti parti organiche che possano reagire con i sigillanti al bordo della vetrata isolante quindi, principalmente, appartenenti al 1° e 2° gruppo.



3) ADESIONE AL SIGILLANTE ESTERNO

Prove di adesione effettuate con distanziatori appartenenti al 1° gruppo danno generalmente risultati mediocri o al limite dell'accettabilità.

Risultati analoghi sono stati riscontrati con distanziatori metallici anodizzati e verniciati.

Inoltre si fa presente che la prova di trazione prevista dalla normativa UNI EN 1279/6 (Ann. F.3) con utilizzo di distanziatori del 1° gruppo può risultare difficoltosa o impraticabile.

La procedura di preparazione del campione, l'apparecchiatura e l'effettuazione della prova devono garantire che il carico sia applicato in modo costante, il canalino non si deformi ed il sigillante sia sempre in trazione.

4) DIFFICOLTÀ DI UTILIZZO IN PRODUZIONE E MAGGIORI CONTROLLI

4.1 Difficoltà di Utilizzo

Il passaggio dai distanziatori classici in alluminio ai distanziatori a bordo caldo prevede:

- 1) Per i distanziatori appartenenti al 1° gruppo un investimento in macchinari appositi.
- 2) Per quelli appartenenti al 2° gruppo un adeguamento dei macchinari e una sostituzione delle lame, con diversa predisposizione delle modalità di taglio, piegatura e foratura del canalino ove necessario.

Nota: L'estrema flessibilità e la forma particolare dei materiali appartenenti al 1° e al 2° rendono difficoltoso maneggiare telai di dimensioni rilevanti e richiedono una accurata verifica della quantità e continuità del cordolo.

- 3) Per i materiali appartenenti al 3° gruppo è necessario un adeguamento della piega profili e/o delle lame da taglio.

4.2 Controlli di Produzione

Per quanto riguarda i controlli di produzione occorre tenere conto che:

- 1) Per i distanziatori appartenenti al 1° gruppo è pressoché impossibile verificare l'attività dei sali quando questi sono parte integrante del distanziatore, altre prove risultano differenti da quelle effettuate con il distanziatore in alluminio, come riportati nella System Description e verificate con prove ITT di parte terza.
- 2) Per i distanziatori appartenenti al 2° gruppo le seguenti prove: permeabilità dei fori di aerazione, adesione sigillante esterno, quantità dei sali inseriti, applicazione del butile, ecc. risultano problematiche e i risultati ottenuti differenti da quelli riscontrati con il distanziatore in alluminio, come riportati nella System Description e verificati con prove ITT di parte terza.
- 3) Nessun problema si riscontra con l'utilizzo di distanziatori appartenenti al 3° gruppo.

5) CONFORMITÀ ALLE NORME, IN PARTICOLARE ALLA UNI EN 1279

La Marcatura CE è un obbligo di legge e il disattenderlo ha risvolti penali. Oltre ai controlli iniziali di ITT, sono obbligatori anche i controlli in fabbrica previsti dalla UNI EN 1279/6 che ogni produttore di vetrate isolanti deve giornalmente eseguire.

Allo stato attuale solo il distanziatore in acciaio soddisfa pienamente i parametri richiesti dalla normativa, mentre per quanto riguarda i distanziatori appartenenti al 1° e al 2° gruppo la UNI EN 1279/5 attualmente in vigore non "comprende" le peculiarità di questi nuovi materiali che hanno punti di criticità tali da rimettere in discussione la validità di un certificato di prove iniziali, punto di partenza per la Marcatura CE, ottenuto con il distanziatore "classico" in alluminio. Inoltre alcune proprietà sono difficilmente verificabili e alcuni test inaffidabili (contenuto volatile, adesione al distanziatore, adesione al canalino, ecc), pertanto:



I distanziatori del 1° Gruppo, per essere utilizzati dal produttore di Vetrate Isolanti in accordo alla marcatura CE, necessitano di ripetizione e superamento di tutte le prove iniziali, quindi dei test:

- UNI EN 1279/2 (Penetrazione dell'Umidità)
- UNI EN 1279/3 (Velocità di Perdita di Gas)

I test sono obbligatoriamente imposti dalla normativa UNI EN 1279, resi necessari dalla mancanza di dati sufficienti derivati dall'uso di materiali dei distanziatori diversi da quelli inorganici, quindi i precedenti test effettuati sul sistema con questi distanziatori non valgono per quelli in plastica.

I distanziatori del 2° Gruppo, per essere utilizzati dal produttore di Vetrate Isolanti in accordo alla marcatura CE, necessitano di:

- 1) Rifacimento delle Prove iniziali di durabilità alla penetrazione dell'umidità e alla perdita di gas da parte dei Produttori del Distanziatore (UNI EN 1279 2/3)
- 2) Rifacimento delle Prove iniziali di durabilità alla penetrazione dell'umidità e alla perdita di gas da parte dei Produttori di Vetrate per dimostrare le capacità di un loro corretto utilizzo (UNI EN 1279 2/3)

La norma consentirebbe una marcatura subjudice in presenza di un report sui prototipi, confermato da uno short test, ma esclusivamente per vetrate senza gas.

In entrambi i casi i controlli in produzione che vanno eseguiti sui distanziatori vanno riconfermati.

I distanziatori del 3° Gruppo non necessitano di prove ulteriori rispetto a quelli già effettuati con i distanziatori di alluminio, rimanendo invariata la System Description per gli altri parametri.

6) PERMEABILITÀ ALL'UMIDITÀ E PERDITA DI GAS

Si tratta di fattori critici per distanziatori appartenenti al 1° gruppo e parzialmente per distanziatori appartenenti al 2° gruppo. Dalle prove di parte terza effettuate risulta più scarsa la barriera a umidità e gas, soprattutto per i distanziatori appartenenti al 1° gruppo di tipo siliconico.

Ottimi risultati sono invece stati ottenuti per i distanziatori appartenenti al 3° gruppo.

7) IL VALORE PSI E IL RISPARMIO ENERGETICO: L'INFLUENZA DEL DISTANZIATORE NEL CALCOLO DELL'U_w

Quando si effettua la scelta del distanziatore da utilizzare, la durata temporale della finestra è sicuramente un fattore prioritario. Nonostante ci possano essere interessi e regolamenti che ancora permettano soluzioni con durata limitata, questo aspetto diverrà sempre più importante poiché direttamente collegato alla soddisfazione del cliente ed alla conservazione ambientale.

I distanziatori warm edge hanno valori Psi (ψ) che variano tra 0.051 e 0.034 in base all'esatta costruzione della finestra, una differenza quindi dello 0.017. Studi effettuati presso l'Istituto di Certificazione tedesco IFT di Rosenheim, hanno dimostrato che al lato pratico differenze pari allo 0.005 non hanno nessun valore in termini di beneficio. In generale gli stessi programmi di calcolo utilizzati per il valore Psi hanno una accuratezza pari a +/- 0.003.

Che effetto ha il valore Psi sul valore U_w della finestra?

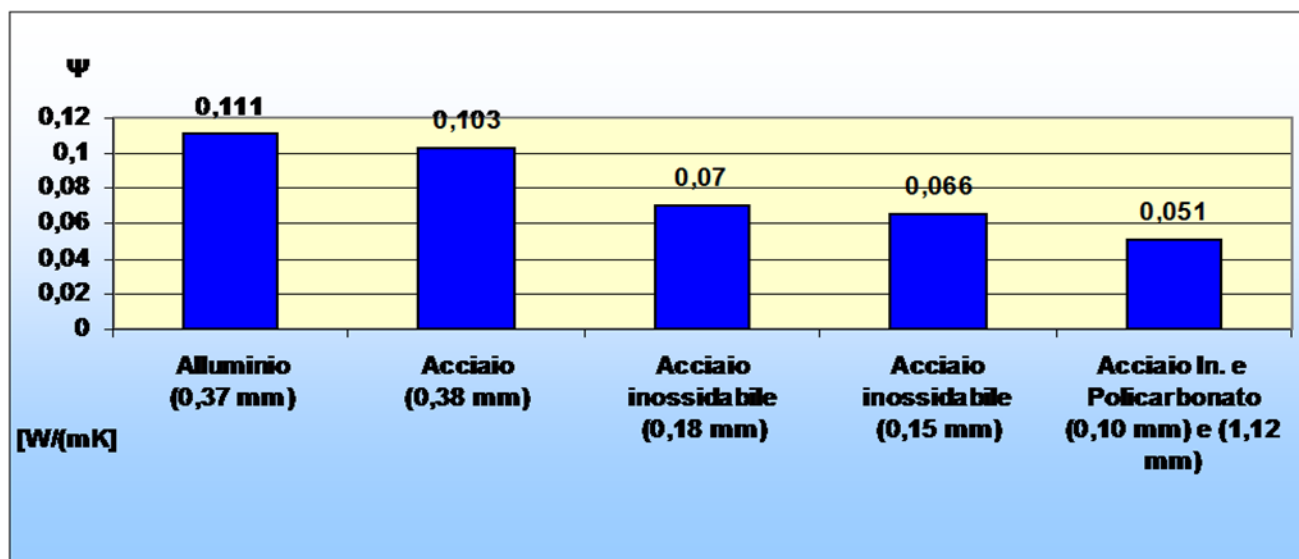
Esempio: Serramento con U_f 1.2 – Vetrata Isolante con U_g 1.1 (940 x 1048 mm)

Tipo distanziatore	PSI [W/m K]	Valore U_w Esatto [W/m ² K]	Approssimato in accordo a EN 10077
Alluminio	0.085	1.368	1.4
Acciaio Inossidabile 0.15	0.050	1.270	1.3
PP estruso con lamina In Acciaio ferrico	0.044	1.254	1.3
Distanziatore ibrido PC estruso con lamina in Acciaio austenitico	0.041	1.245	1.2
Silicone flessibile	0.035	1.229	1.2

Tabella 1

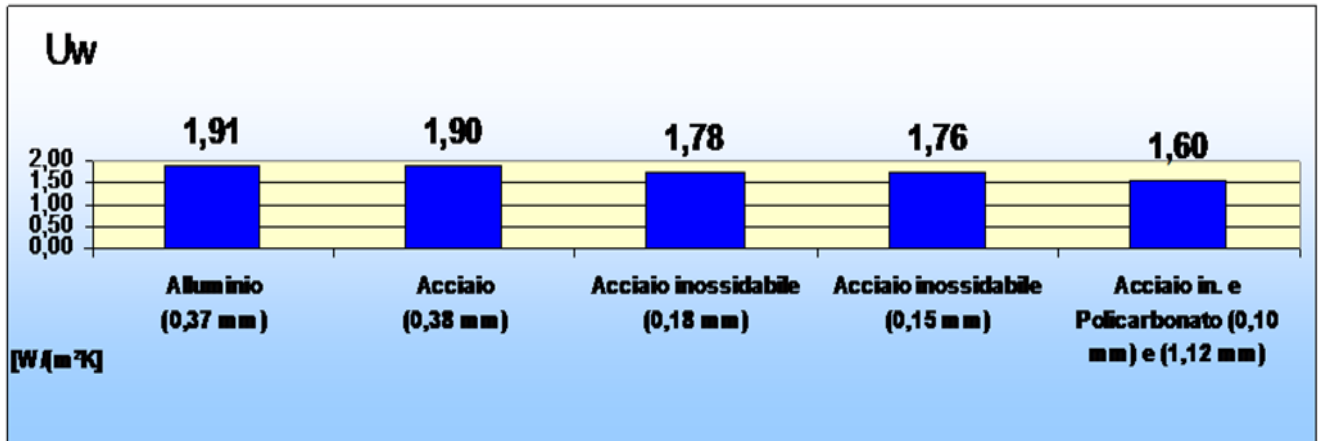
Questa tabella dimostra chiaramente quanto siano piccole le differenze in termini di prestazioni tra i diversi sistemi warm edge. **Questi valori non dovrebbero quindi essere l'unico criterio di selezione al momento di fare la scelta giusta.**

Trasmittanza termica lineare: Ψ



In conformità alla EN ISO 10077

Trasmittanza termica Finestra: U_w



In conformità alla EN ISO 10077

„Warm Edge“ spacer bars



Spacer	CHROMATECH plus	CHROMATECH	CHROMATECH ultra	Swissspacer	TGI	Thermix TXN	SS Triseal	TPS
Supplier	Rolltech	Rolltech	Rolltech	Saint Gobain	Technoform	Ensinger	Edgetech	Various Sealant Supplier
Spacer bar system	Homogeneous Stainless steel	Homogeneous Stainless steel	Stainless steel with PC bridge	Composit - plastic	Composit - plastic	Composit - plastic	Silicone foam	Thermoplastic
Insulating Material	SST 0,15 mm	SST 0,18 mm	Polycarbonate	Polycarbonate / fibreglass	Polypropylene	Polypropylene / fibreglass armed	Silicone with desiccant implemented	Isobutylene / desiccant
Damp barrier	SST 0,15 mm	SST 0,18 mm	SST 0,10 mm	SST 0.01mm / Alum Foil	SST 0,10 mm	SST 0,10 mm	Multilayer plastic spray	Isobutylene
Production technology	Roll forming	Roll forming	roll forming & connect with polycarbonat bridge	Extruded & separate foil application	SST/PP Co-extrusion	SST/PP-fibreglass co-extrusion	Extruded; separate Foil & Acrylic glue application	Lenhardt Robot application from drums
PSI value W/mK PVC frame	0,051	0,051	0,041	0,034 - 0,045	0,044	0,041	0,035	0,039
Remarks	Corrugated austenitic SST profile	Traditional austenitic SST standard profile	Austenitic SST shell & PC Top	Variations with different damp barrier foils & diff. Psi values	Ferritic steel & PP	PP Fibreglas & Glued Moisture barrier	Triseal with Butyl barrier - diff. Moisture barrier	Thermoplastic spacer



Tabella Riassuntiva: Confronto Con Il Distanziatore Di Alluminio

Caratteristiche	1° Gruppo: Distanziatori Flessibili di tipo A - butilici(TPS)	1° Gruppo: Distanziatori Flessibili di tipo B - siliconici	2° Gruppo: Distanziatori Plastici (Chromatech Ultra, Swisspacer, Thermix, Tgi, ...)	3° Gruppo: Distanziatori in Acciaio
Composizione	Matrici a base Termoplastica	Matrici a base Siliconica con Setacci Molecolari Incorporati	PP/PC estruso accoppiato a Lamina Metallica con funzione di barriera (Umidità/Gas)	Acciaio Omogeneo
Valori Psi indicativi	☺☺☺	☺☺☺	☺☺	☺
Riduzione dei Consumi Energetici	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺
Riduzione dei Fenomeni di Condensa	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺☺
Temperatura Superficiale del Vetro	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺☺
Minori Emissioni Di CO ₂	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺
Piegabilità	☺☺☺	☺☺☺	☺☺	☺☺☺❄️
Dilatazione Termica Lineare	☺	☹️	☹️	☺☺☺
Stabilità Meccanica	☺☺	☹️	☺	☺☺☺
Compatibilità con Sigillanti al Bordo	☺☺☺	☹️	☺	☺☺☺
Adesione al Sigillante Esterno	☹️	☹️	☺☺	☺☺☺

Caratteristiche	1° Gruppo: Distanziatori Flessibili (Tps)	1° Gruppo: Distanziatori Flessibili di tipo B - siliconici	2° Gruppo: Distanziatori Plastici (Chromatech Ultra, Swisspacer, Thermix, Tgi, ...)	3° Gruppo: Distanziatori in Acciaio
Facilità D'uso in Produzione	😊😊❄️	😊❄️	😊😊	😊😊😊❄️
Controlli in Produzione (System Description)	😞	😞	😊😊	😊😊😊
Conformità alle Norme UNI EN 1279 2/3	😊😊	😞	😊😊	😊😊😊
Resistenza alla Penetrazione dell'umidità e alla Perdita di Gas	😊😊😊	😞	😊	😊😊😊
Capacità riempimento Sali e assorbimento	😊	😞	😊	😊😊😊

❄️ = con macchinario adeguato

😞 = scarso o da verificare

😊 = adeguato

😊😊 = buono

😊😊😊 = molto buono

😊😊😊😊 = ottimo

CONCLUSIONI

La durata della vetrata isolante è influenzata da clima, luce solare, esposizione ai raggi UV, azione del vento, movimento del serramento, differenza di altitudine, ecc.

Il bordo deve resistere agli effetti di tali influenze esterne. La sua tenuta viene assicurata da distanziatore, sigillante interno e sigillante esterno.

L'inserimento dei profili warm edge apporta dei miglioramenti delle prestazioni termiche delle vetrate isolanti, ma può aumentare la criticità del sistema.

Abbiamo visto come: Stabilità meccanica, Dilatazione termica, Compatibilità con i sigillanti al bordo, Adesione al sigillante esterno, Uso in produzione, Conformità alle norme, Permeabilità all'umidità e perdita di gas, valore ψ e il risparmio energetico siano fattori critici.

Non esiste un profilo distanziatore Warm Edge che si comporti in maniera ottimale in tutti i fattori critici contemporaneamente.

La scelta del profilo va pertanto ponderata in base all'utilizzo, al mercato di sbocco della vetreria, alle attrezzature di cui la vetreria dispone e la propensione all'investimento.

Da prove effettuate risulta che i distanziatori in materiale plastico possono subire dilatazioni tali da inficiare la tenuta al bordo. L'eventuale presenza del "butile" potrebbe non perfettamente aderire al vetro e al distanziatore stesso.

Quando si tratta di Facciate Strutturali, la dimensione delle vetrate decisamente maggiore comporta problematiche di stabilità meccanica crescenti. Inoltre l'utilizzo quasi esclusivo di sigillanti seconda barriera a base silicone diminuisce le prestazioni in termini di mantenimento del gas Argon all'interno delle vetrate. Diventa quindi fondamentale utilizzare materiali componenti il distanziatore che abbiano una espansione termica la più bassa possibile. In questi casi l'utilizzo di acciaio inossidabile omogeneo è sicuramente raccomandabile.