



FREIE UNIVERSITÄT BOZEN  
LIBERA UNIVERSITÀ DI BOLZANO  
FREE UNIVERSITY OF BOZEN · BOLZANO

Fakultät für Naturwissenschaften  
und Technik

Facoltà di Scienze  
e Tecnologie

Faculty of Science  
and Technology



master casaclima

## SISTEMA FINESTRA

Appunti per la progettazione e la posa in opera

le guide pratiche del  
Master CasaClima

6

collana diretta da Cristina Benedetti

**bu,press**

bozen  
bolzano  
university  
press

*collana diretta da:*

*a cura degli studenti del Master  
CasaClima:*

*progetto grafico a cura di:*

**Cristina Benedetti**

**Ester Marino** per l'elaborazione dei contenuti.

**Marianna Marchesi**

Un ringraziamento particolare a **Paolo Ambrosi, Manuel Benedikter, Vincenzo De Palma, Andreas Franzelin, Andrea Mafezzoni, Stefano Mora e Sergio Troiani** per la competenza e la disponibilità.

A **Maria Teresa Girasoli** per la revisione dei contenuti.  
A **Julia Ratajczak e Maddalena Aliprandi** per il layout.

*stampa:*

dipdruck, Bruneck/Brunico

*distribuzione:*

Freie Universität Bozen/Libera Università di Bolzano  
Bozen-Bolzano University Press  
Universitätsplatz 1 Piazza Università  
39100 Bozen/Bolzano Italy  
T: +39 0471 012 300  
F: +39 0471 012 309  
[www.unibz.it/universitypress](http://www.unibz.it/universitypress)  
[universitypress@unibz.it](mailto:universitypress@unibz.it)

© 2012 Bozen-Bolzano University Press  
Bozen/Bolzano  
Proprietà letteraria riservata

Diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i paesi.

1ª edizione, gennaio 2012  
ISBN 978-88-6046-046-2

<b>Introduzione</b>	<b>9</b>
<b>1. Componenti e materiali per la progettazione e la posa</b>	<b>13</b>
1.1 Componenti del sistema	13
1.1.1 Componenti vetrati	14
1.1.2 Telai	21
1.1.3 Distanziali	25
1.1.4 Controtelai	27
1.1.5 Sistemi di oscuramento	33
1.1.6 Sistemi di oscuramento e ombreggiamento	38
1.1.7 Strutture monoblocco	43
1.1.8 Davanzali esterni	45
1.1.9 Accessori di montaggio	47

---

1.1.10	Sistemi di ventilazione integrati	49
1.1.11	Sistemi domotici	50
1.1.12	Nuove tipologie di componenti vetrati	53
1.2	Materiali per la posa	62
<b>2.</b>	<b>Dall'analisi del contesto alla progettazione dei dettagli</b>	<b>75</b>
2.1	Parametri da considerare	76
2.2	Fase di progettazione	85
2.2.1	Progettazione del sistema finestra	87
2.2.2	Progettazione dei dettagli di posa	96
2.2.3	Progettazione del sistema di ancoraggio alla muratura	101
2.3	Esempi di dettagli di posa	104
2.4	Manuale di posa	124
2.4.1	Contenuti del manuale di posa	125

## INDICE

---

2.4.2	Redazione del manuale di posa	127
<b>3.</b>	<b>Verifiche sul sistema</b>	<b>129</b>
3.1	Verifica del giunto di posa in laboratorio	129
3.1.1	Standard PO/SI - 01	129
3.2	Verifiche "in situ"	135
3.2.1	Analisi termografiche	136
3.2.2	Blower door test	137
3.2.3	Rilevamenti acustici	139
<b>4.</b>	<b>Caratteristiche prestazionali e norme di riferimento</b>	<b>141</b>
4.1	Permeabilità all'aria	143
4.2	Tenuta all'acqua	146
4.3	Resistenza ai carichi di vento	151

---

4.4	Trasmittanza termica	156
4.5	Isolamento acustico	171
4.6	Proprietà radiative delle vetrate	186
4.7	Trasmittanza solare e luminosa di vetrate combinate con dispositivi di protezione solare	194
4.8	Presenza di sostanze pericolose	206
<b>5.</b>	<b>Marcatura CE, etichettatura energetica e marchi di qualità</b>	<b>209</b>
5.1	Obbligo di marcatura CE e nuovo regolamento UE sui prodotti da costruzione	209
5.2	Etichettatura energetica delle finestre	216
5.2.1	Sistemi di etichettatura energetica dei serramenti esistenti	218
5.2.2	Stato dell'arte sul sistema europeo di etichettatura energetica dei serramenti	222
5.3	Marchi e certificazioni di qualità per le finestre	226
5.3.1	Marchio di qualità RAL	226

## INDICE

---

5.3.2 Finestra qualità CasaClima	228
5.3.3 IFT - Passport Windows	232
<b>Bibliografia</b>	<b>237</b>
<b>Le guide pratiche del Master Casaclima</b>	<b>247</b>





Fin dai tempi più remoti e nelle architetture di tutti i paesi la finestra ha sempre rivestito un ruolo di straordinaria importanza e di grande suggestione.

Qualcuno l'ha addirittura definita "l'occhio" dell'edificio ed in effetti attraverso una finestra è possibile la visione e la percezione dall'interno di tutto ciò che è "oltre"; al tempo stesso la finestra è fondamentale per la salubrità e il comfort degli ambienti.

Essa rappresenta il tramite tra il "dentro" e il "fuori" l'edificio, tra mondo interno e mondo esterno, e stabilisce tra i due un rapporto bidirezionale: in un verso consente alla luce naturale di illuminare gli ambienti, al sole di riscaldarli, all'aria di ossigenarli e al vento di raffrescarli; nell'altro permette a chi è al di qua del muro di "affacciarsi" - in senso anche figurato - su tutto ciò che lo circonda, contribuendo così al suo benessere psico-fisico e accrescendo le sue capacità socio-relazionali.

La finestra ha da sempre costituito però un punto debole nell'efficienza energetica dell'involucro edilizio e nella capacità di contribuire al raggiungimento di condizioni di comfort ambientale al suo interno.

Basti pensare ai problemi dovuti ad una cattiva tenuta all'aria (ad esempio tra contro telaio e parete o tra contro telaio e telaio fisso) o all'elevata trasmittanza dei suoi componenti (soprattutto in caso di vetrate singole o vetrocamere con aria) o alla presenza di ponti termici (nel caso ad esempio di controtelai o distanziali in metallo o bancali passanti) o alla difficoltà di bloccare o limitare i guadagni solari in estate e di filtrare/graduare la luce o, ancora, alle sostanze e materiali potenzialmente

pericolosi per la salute umana impiegati nella sua produzione.

Il che si traduce in dispersioni termiche in inverno e in eccessivo surriscaldamento degli ambienti in estate, in formazione di muffe e condensa, in prestazioni acustiche non soddisfacenti, in fenomeni di abbagliamento, in livelli di illuminamento non adeguati alle esigenze di coloro che vivono o lavorano all'interno degli ambienti e, a lungo termine, anche in possibili effetti negativi sulla loro salute; in altre parole, in inefficienza energetica e discomfort ambientale.

La finestra però può - e anzi deve - diventare uno dei punti di forza di un edificio in quanto non solo è possibile trovare adeguata soluzione alle suddette problematiche ma addirittura far sì che essa svolga una funzione attiva nel bilancio energetico dell'edificio, grazie alla captazione "intelligente" dell'energia solare, e un ruolo importante nella creazione di condizioni di benessere abitativo interno.

Perché ciò si realizzi occorre agire in una logica di sistema che tenga conto delle mutue interrelazioni tra i vari componenti di una finestra, tra la finestra e l'involucro edilizio e tra l'involucro e il contesto nel quale è inserito.

Partendo da questo presupposto, il volume - che quindi non a caso si intitola "Sistema Finestra" - si propone di affrontare un'ampia tematica in una maniera rigorosa e sistematica seppure con il taglio pragmatico/didattico del "quaderno".

Esso inizia con una articolata disamina dei vari componenti del sistema finestra, compresi i sistemi di ventilazione integrata e quelli domotici;

non mancano i componenti vetrati di ultimissima generazione, cioè quelli ancora in fase di sperimentazione o di recentissima introduzione su mercati esteri.

Quindi vengono passati in rassegna i principali prodotti per l'isolamento e la sigillatura dei giunti di posa, evidenziandone caratteristiche e prestazioni e dando anche precise indicazioni su dove e come utilizzarli. Segue un'ampia trattazione relativa alla progettazione e alla posa del sistema, che parte da considerazioni di carattere metodologico sul tipo di approccio e da suggerimenti pratici sui parametri che vanno presi in esame e scende via via di scala fino ad arrivare alla definizione dei dettagli per la posa in opera - di cui vengono forniti numerosi esempi grafici - e alle indicazioni su come redigere un Manuale di posa.

Successivamente vengono esaminati i tipi di verifiche che è possibile effettuare per testare le prestazioni dell'intero sistema - ed in particolare dei giunti di posa - in laboratorio o *in situ*, comprendendo in questa espressione i sistemi già installati e in uso, i sistemi appena installati e non ancora in uso e i sistemi in fase di installazione in cantiere. L'attenzione si concentra poi sulle caratteristiche prestazionali di una finestra che influiscono sul contenimento dei consumi energetici di un edificio e sul raggiungimento di condizioni di comfort ambientale al suo interno, con un attento e puntuale richiamo alle normative di legge e alle norme tecniche di riferimento.

Nell'ultimo capitolo, dopo un breve ma doveroso richiamo all'obbligo di marcatura CE per le finestre e alle norme che ne sono alla base, viene

fatto il punto sullo stato dell'arte dello schema di etichettatura energetica dei serramenti richiesto dalla Direttiva Europea 2010/30/EU e passati in rassegna i principali sistemi esistenti. Vengono infine presi in esame alcuni marchi/sistemi di certificazione di qualità delle finestre e descritti requisiti e procedure per il loro rilascio.

Le fonti delle fotografie riportate nel presente volume sono indicate nella sezione Elenco immagini della Bibliografia.

## 1.1 COMPONENTI DEL SISTEMA

Tutti i componenti del sistema finestra sono prodotti orientati alla riduzione dei consumi energetici, all'ottimizzazione dell'utilizzo delle risorse e al perseguimento di condizioni di comfort ambientale.

Tali obiettivi sono da tempo considerati prioritari nelle strategie comunitarie per lo sviluppo sostenibile e, nell'ambito delle Politiche Integrate di Prodotto (IPP), già nel 2005 è stata emanata dalla Unione Europea la Direttiva 2005/32/CE - Progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia<sup>(1)</sup>, avente come scopo la promozione di un quadro per l'integrazione degli aspetti ambientali nella progettazione delle apparecchiature e riguardante tutte quelle che consumano energia non solo elettrica<sup>(2)</sup>.

Tale Direttiva forniva indicazioni generali e in seguito alla sua emanazione sono state redatte specifiche misure di implementazione per categoria di prodotto<sup>(3)</sup>.

La Direttiva 2005/32/CE è stata abrogata a fine 2009 dalla Direttiva 2009/125/CE, che incorpora e conferma completamente la precedente ed estende il campo di applicazione della progettazione ecocompatibile (*Ecodesign*) a tutti i prodotti connessi all'energia (compresi i materiali da costruzione - quali le finestre e i materiali isolanti - e alcuni prodotti che utilizzano l'acqua - quali i soffioni doccia e i rubinetti) nell'intento di migliorarne le prestazioni ambientali nel corso del loro intero ciclo di vita. Di conseguenza aumenta notevolmente il numero di regolamenti di

<sup>(1)</sup> Nota anche come Direttiva EuP - Energy-using Products e recepita in Italia con il D.Lgs. 6.11.2007 n° 201.

<sup>(2)</sup> Cioè ogni prodotto che, dopo l'immissione sul mercato e/o la messa in servizio, dipende da un input di energia (energia elettrica, combustibili fossili e energie rinnovabili) per funzionare.

<sup>(3)</sup> Ogni misura può essere considerata uno standard che stabilisce precise indicazioni per la valutazione della conformità di una determinata categoria di prodotto, prevedendo parametri minimi di prestazione energetica e regolamentazioni ambientali.

*(4) Pare sia nato in modo casuale intorno al III Millennio a.C., come racconta Plinio il Vecchio nella sua "Naturalis Historia": alcuni mercanti fenici accesero un fuoco lungo le rive del fiume Belo in Siria usando per puro caso, come supporti per cucinare, dei blocchi di soda naturale. I blocchi si fusero a causa del calore e, mescolandosi alla sabbia della spiaggia, diedero origine al primo materiale vetroso.*

attuazione da emanarsi.

La Direttiva 2009/125/CE è stata recepita nel nostro paese con il Decreto Legislativo 15/2011, che costituisce il quadro di riferimento per l'emanazione di norme successive relative alle singole categorie di prodotti.

### 1.1.1 COMPONENTI VETRATI

Il vetro è un materiale conosciuto sin dall'antichità<sup>(4)</sup>.

Fino al I secolo a.C. il vetro è utilizzato prevalentemente per la produzione di vasi, bicchieri e gioielli; il suo primo utilizzo negli edifici è dovuto ai Romani, come testimoniano alcuni resti ritrovati a Pompei.

Fino al XVIII secolo la tecnica predominante per la produzione di vetro piano è quella del soffiaggio di cilindri. Intorno al 1700 si mette a punto in Francia un sistema alternativo per la produzione di lastre piane: il vetro fuso è colato su grandi tavoli, steso e lustrato in superficie.

Nel 1959 iniziano i primi esperimenti sul procedimento "Float Glass" messo a punto da Sir Alastair Pilkington (Gran Bretagna) che consente un'estrema flessibilità nella scelta dello spessore e un'elevatissima qualità del prodotto finito e che diviene presto il più diffuso procedimento di fabbricazione industriale del vetro; esso è ancor oggi quello quasi universalmente utilizzato per la produzione di lastre piane per edilizia (vetro Float).

Attualmente sono presenti sul mercato diverse tipologie di componenti vetrati; altre tipologie sono ancora in fase di ricerca o sperimentazione o reperibili solamente su mercati esteri. (v. 1.1.12)

### *Vetro Float*

Il nome Float viene dal verbo Inglese “*to float*” (= “galleggiare”) e deriva dal fatto che, ad un certo punto del processo, il nastro di vetro in formazione si trova a galleggiare su uno strato liquido di stagno fuso.

Ai materiali grezzi, opportunamente pesati e miscelati e costituiti da sabbia di silice (il vetrificante), soda (il fondente), calce (lo stabilizzante), altri ossidi (come allumina o magnesio per migliorare le qualità fisiche del vetro) ed eventuali ossidi metallici coloranti, viene aggiunto del rottame di vetro, per abbassare la temperatura di fusione.

Il miscuglio vetrificabile è dunque introdotto in un forno in cui avviene la fusione ad una temperatura prossima ai 1550 °C. Il vetro allo stato pastoso è versato su di un bagno di stagno fuso a circa 1000 °C ove, presentando una densità maggiore, galleggia. Alcuni dispositivi permettono l'accelerazione o il rallentamento dello spandersi del vetro per determinare lo spessore delle lastre, standardizzato tra 2 mm e 22 mm. Il prodotto è “lucidato a fuoco”, cioè riscaldato ancora su entrambi i lati per ottenere due superfici perfettamente parallele, immuni da aberrazioni.

All'uscita dal bagno di stagno, il nastro di vetro è rigido e passa attraverso i tunnel di raffreddamento che ne abbassano la temperatura da circa 600 °C alla temperatura ambiente, preparandolo per le successive operazioni di taglio.