



# IL PROGETTO DELL'OMBRA

**I dati geometrici dei raggi solari (inclinazione, rotazione) si incrociano con le tipologie e le caratteristiche dei sistemi  
Con un evidente impatto sul disegno di facciata**

Jacopo Gaspari, Laura Abbascià



Il processo di revisione del progetto che deriva dalla consapevolezza dell'obbligatorietà, a breve, di un attestato di certificazione energetica del fabbricato, investe, in particolar modo, l'involucro edilizio in merito sia alle sue capacità di isolamento termico sia alle sue caratteristiche schermanti. Le prime devono essere finalizzate alla riduzione dei fabbisogni energetici nel periodo invernale, le seconde al contenimento di quelli necessari al raffrescamento nel periodo estivo. In entrambi i casi le scelte tecnologiche hanno rilevanti ricadute sugli esiti formali dell'opera di architettura e, in particolar modo, i sistemi di schermatura richiedono alcune considerazioni sulla definizione morfologica che attribuiscono all'edificio. I sistemi di schermatura, oltre a essere dispositivi tecnologicamente anche molto complessi, si stanno rivelando, nella pratica contemporanea, utili strumenti di caratterizzazione visiva dell'oggetto architettonico dando luogo, in alcuni casi, a vere e proprie tendenze.

Il progetto tecnologico degli elementi di schermatura, altrimenti detti brise-soleil, coinvolge numerosi fattori che, tuttavia, non possono prescindere da alcune considerazioni fondamentali riguardanti l'orientamento ed esposizione del fabbricato. Infatti, la tipologia deve essere scelta in funzione della localizzazione geografica, della destinazio-

**Nella pagina a fianco in alto: San José City Hall, una particolare soluzione di brise soleil in facciata; sotto: uffici a Bologna con brise soleil in legno mineralizzato. A destra: Facoltà di Economia di Utrecht Progetto di Mecanoo; brise soleil orizzontale continuo a lame orientabili.**

**In questa pagina: la schermatura come elemento caratterizzante dell'involucro edilizio sino a costituire un vero e proprio "guscio".**

ne d'uso e dell'orientamento delle superfici vetrate che si intendono schermare. I fattori ambientali sono determinanti nelle valutazioni preliminari alla scelta del dispositivo poiché da essi dipendono le prestazioni che l'involucro edilizio deve soddisfare. La funzione primaria dei brise-soleil è quella di diminuire il guadagno solare che entra dal componente vetrato e che, in special modo in estate, deve essere bilanciato da un impianto di climatizzazione. Inoltre in base alla tipologia, essi possono contribuire, in misura diversa, all'incremento della resistenza termica del componente finestrato in regime invernale sia per il fatto che rappresentano un ulteriore strato di protezione nel pacchetto di involucro sia per la presenza di

un'intercapedine areata tra l'elemento schermante e il vetro.

Poiché l'obiettivo principale di qualsiasi sistema di schermatura è quello di diminuire la quantità di radiazione solare incidente sulla superficie vetrata, per ottenere la massima efficacia e garantire, nel contempo, un ottimale livello di comfort visivo e termoigrometrico il dispositivo frangisole deve essere installato sul lato esterno dell'involucro. Qualora fosse collocato all'interno esso sarebbe in grado di intercettare l'energia solare solo dopo che quest'ultima ha attraversato la superficie vetrata, con l'effetto di riuscire, così, a eliminare solamente quella parte di energia radiante che può essere nuovamente riflessa attraverso il



## Schermature fisse orizzontali

A destra: un esempio di rilievo di brise-soleil fisso realizzato a umido è offerto dal Centro Congressi di Barcellona di C. Ferrater. Gli elementi schermanti diventano, in questo caso, parte della composizione stessa della facciata in calcestruzzo a vista in cui le lame non sono altro che il risultato di "tagli" praticati nel volume. Benché siano le scelte architettoniche a dettare la presenza delle lame, la loro funzione è regolata dalla profondità degli elementi. Sotto, i brise-soleil possono essere realizzati con i materiali più diversi: pietra, legno, metallo, vetro, ecc.



vetro. Ciò non sarebbe affatto vantaggioso essendo la prevenzione dell'effetto serra negli ambienti vetrati una delle ragioni a favore dell'installazione di una schermatura.

Chiariti i criteri di base su cui operano questi sistemi, è necessario fare una prima sostanziale distinzione tra dispositivi paralleli alla facciata, ortogonali ad essa o continui. Generalmente, i primi sono più efficaci su facciate esposte a sud, i secondi su facciate esposte a est e a ovest, i terzi su facciate esposte con continuità e con ampie superfici vetrate. Tuttavia, questa suddivisione, molto utilizzata ma sommaria, può generare alcuni fraintendimenti in relazione a posizione e geometria degli elementi frangisole rendendo necessarie alcune precisazioni e schematizzazioni.

I sistemi di schermatura possono essere costituiti da uno o più elementi e avere geometrie più o meno complesse, ma sono essenzialmente riconducibili ad alcune famiglie fondamentali in base alla posizione che gli elementi occupano rispetto alla facciata. Una prima tipologia è quella in cui il frangisole è collocato orizzontalmente sopra o davanti al componente finestrato. In questo caso, dalla dimensione dell'oggetto e dal numero di elementi che compongono il dispositivo possono derivare una grande quantità di variazioni. Una seconda tipologia è quella in cui il frangisole è collocato in posizione laterale al componente finestrato con andamento ortogonale o inclinato rispetto alla facciata. In questo caso, a determinare il maggior numero di variazioni, più che la misura dell'oggetto, è la composizione e la geo-

metria del dispositivo. Una terza tipologia comprende tutti quei dispositivi posti davanti alla superficie vetrata, che possono assumere diverse declinazioni sino a divenire una superficie che avvolge l'intero involucro edilizio.

Un ulteriore elemento discriminante è determinato dal fatto che la schermatura sia fissa o mobile.

La soluzione fissa orizzontale è condizionata dalla profondità dell'oggetto poiché le ombre derivanti dall'esposizione e dall'orientamento si modificano in relazione alle diverse ore della giornata e al diverso periodo dell'anno. Ben diversa appare, inoltre, la soluzione fissa se il brise-soleil è realizzato con tecnologie a umido o a secco. Nel primo caso, infatti, è tendenzialmente parte costitutiva

### Frangisole fissi

Posizione degli schermi	Scelta della posizione adeguata all'orientamento	Esempio
Paralleli alla facciata	Facciate esposte a sud	
Perpendicolari alla facciata	Facciate esposte a est e ovest	
Continui	Ampie superfici vetrate	

I brise-soleil a lama o a pala sono i più noti e diffusi dispositivi di schermatura. Tra gli esempi più conosciuti vi è la sede delle Ambasciate dei Paesi scandinavi a Berlino ad opera di Nielsen & Nielsen. I vari fabbricati sono avviluppati da un unico grande schermo continuo esteso 220 metri e alto 15 costituito da elementi orientabili in rame preossidato.



dell'edificio, mentre nel secondo è più propriamente un dispositivo ideato a integrazione del sistema di chiusura. La quantità di luce residua dipende anche dal grado di opacità o trasparenza del materiale scelto per realizzare gli elementi frangisole che può variare dalla pietra alle lame in legno sino alle griglie metalliche.

Molto diverse sono le caratteristiche e i criteri di scelta di un brise-soleil orientabile o mobile.

L'elemento continuo mobile è la tipologia da cui sono derivate le varie forme di schermatura orizzontale che possono essere impiegate in facciata. La mobilità degli elementi orizzontali permette di modulare l'ingresso della luce, evitando zone di ombra permanente, e di impedire la riduzione di visibilità dall'interno. L'adattabilità del dispositivo alle diverse condizioni climatiche e stagionali massimizza il guadagno termico da parte delle superfici vetrate nel periodo invernale consentendo la riflessione dei raggi solari tra gli elementi che lo compongono. Nel periodo estivo, invece, la disposizione degli elementi posti a completa chiusura protegge l'involucro riflettendo le radiazioni solari verso l'esterno.

Poiché l'effetto di regolazione può riguardare l'in-

## Standard o su misura

La grande varietà di soluzioni descritte è in parte raggiungibile attraverso l'uso di prodotti industriali, ma in molti casi è frutto di soluzioni appositamente studiate e disegnate per soddisfare le richieste dei progettisti. Non è raro, infatti, che le aziende, in particolar modo i produttori di rivestimenti metallici, siano chiamate a praticare particolari lavorazioni sui componenti dei dispositivi frangisole per aumentare le possibilità di personalizzazione.

A destra, il sistema Talia® è costituito da pannelli modulari realizzati attraverso un processo di elettrofusione tra i profili sagomati e le barre trasversali in tondo. I pannelli possono essere installati con i profili in verticale consentendo una parziale o totale visibilità a seconda del punto di vista oppure con i profili ad andamento orizzontale escludendo quasi completamente la visuale.

La particolarità del disegno permette a questo prodotto di essere utilizzato come schermatura, rivestimento per facciate e tamponamenti di vario genere. A seconda delle esigenze del cliente Orsogril progetta e realizza anche la struttura di fissaggio. A migliorare l'offerta di questo sistema vi sono anche Talia Screen e Talia Open.

Talia Screen ha uno speciale profilo che ne aumenta la capacità di interdire la visibilità in applicazioni dove si richiede privacy e sicurezza; mentre Talia Open risulta meno schermante grazie ad una spaziatura maggiore dei profili. Questo speciale prodotto può essere utilizzato anche come recinzione (Orsogril).




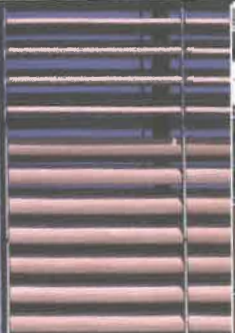


Al centro, schermatura verticale di finestratura scale. Si tratta di un frangisole a schermo fisso composto da profilati lamellari, realizzati in pvc. Le certificazioni dimostrano la valida resistenza al vento, al calore, alla corrosione in nebbia salina e all'urto (Siamesi Riombra).



In basso, a destra, una lamella in alluminio estruso, due perni d'acciaio inox che si posizionano ad infilare nella sede centrale della lamella e restano bloccati dai tappi laterali: un unico principio costruttivo versatile che consente diverse tipologie applicative (Metra).



## Frangisole mobili

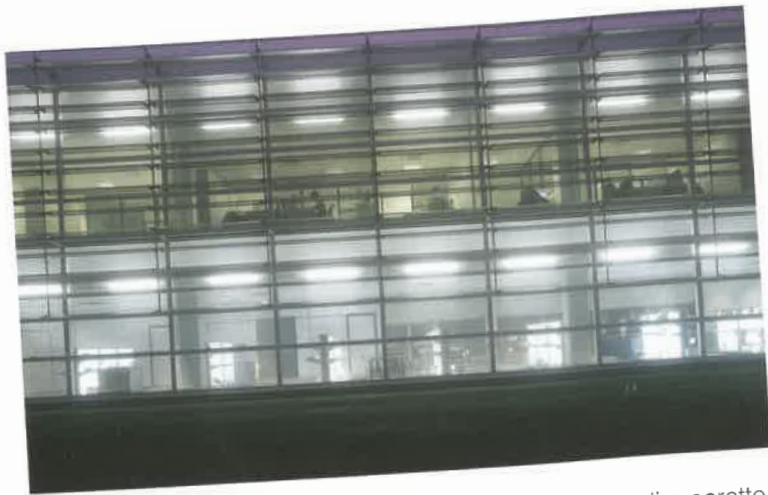
Mobilità degli elementi orizzontali	Lamelle orientabili	Lamelle scorrevoli		
Rappresentazione grafica				
Tipologia di movimentazione	Lame o pale orizzontali o verticali su telaio fisso	Sistema a scorrimento su guide	Sistema a sollevamento	Sistema a libro
Sistema di movimentazione	Un meccanismo a guida che scorre sul telaio fisso, con perni di rotazione che attraversano ogni elemento lungo il proprio asse	Telaio che si muove su un sistema di guide poste alla sommità e al piede	Rotazione del telaio sull'asse orizzontale	Rotazione del dispositivo lungo il suo asse verticale
Esempi				

tero frangisole o i singoli elementi che lo costituiscono, la famiglia dei brise-soleil orientabili o mobili è a sua volta riconducibile ad alcuni sottogruppi in base al tipo di movimentazione del dispositivo rispetto alla facciata e al tipo di movimentazione degli elementi schermanti rispetto al dispositivo stesso. Un primo insieme raccoglie quei dispositivi che si basano sull'impiego di lame o pale orientabili disposte orizzontalmente o verticalmente su un telaio fisso o su una sottostruttura connessa agli elementi strutturali dell'involucro edilizio. La movimentazione delle lame o delle pale avviene, prevalentemente, in due modi: attraverso un meccanismo a guida che scorre sul telaio fisso o per mezzo di perni di rotazione che attraversano ogni elemento lungo il proprio asse. Questi dispositivi sono, generalmente, realizzati con elementi metallici per ottenere lame sagomate, con geometrie anche complesse, e, nel contempo, leggere per non gravare eccessivamente sulle sottostrutture di sostegno. Tuttavia, non mancano esempi, appartenenti a questo insieme, di frangisole con elementi in cotto. Il loro funzionamento è pressoché analogo: un profilo trafilato in cotto viene montato su un perno metallico che, oltre a garantire la movimentazione del modulo, evita la caduta di materiale in caso di rottura.

Un secondo insieme trae la varietà della composizione e la varietà della geometria delle lame dal primo, ma sfrutta tre differenti principi di movimentazione: lo scorrimento su guida dell'intero dispositivo, la rotazione (sollevamento) dello stesso sull'asse orizzontale e la cosiddetta apertura a

### Schermature continue filtranti

Impiego di reti o lamiere microforate	
Rappresentazione grafica	
Materiale/Openess factor	Impiego di lamiere o reti microforate come filtro. Il rapporto tra superficie complessiva del materiale e superficie forata determina l'openess factor. Maggiore è il rapporto, minore è la capacità di riflettere la luce
Esempi	 



**Fabbrica Sambonet a Orfengo Casalino (Novara). Progetto di Frigerio Design Group. Il prospetto principale del volume che ospita gli uffici è ottenuto con un sistema di prefabbricazione leggera meccanica reso totalmente trasparente e protetto con i frangisole.**

libro. Le tre soluzioni hanno esiti formali e caratteristiche tecniche molto diverse.

### Schermature mobili o orientabili

L'insieme dei sistemi di schermatura orientabili o mobili può essere suddiviso in alcuni sottogruppi: il primo racchiude brise-soleil a lame o pale orientabili su supporto fisso, il secondo comprende le molte soluzioni in cui è l'intero dispositivo a essere movimentato, il terzo include tutti quei dispositivi che si basano sull'impiego di reti o lamiere microforate montate su un supporto rigido e il quarto si riferisce a quei filtri ottenuti con l'impiego di tende, in alternativa ai brise-soleil veri e propri. In base al tipo di movimentazione e ai materiali impiegati variano l'afflusso e il tipo di luce negli spazi interni, la visibilità dell'ambiente circostante e le condizioni di comfort termoisolometrico.

Il sistema a scorrimento si basa sull'impiego di elementi schermanti fissati su un telaio che si muove lungo un sistema di guide poste al piede e alla sommità. Ciò presuppone che, qualora i pannelli scorrevoli necessari a coprire l'elemento finestrato siano più di uno, si verifichi uno sfalsamento dei piani di giacitura dei pannelli stessi affinché, ad apertura completa, possano essere rac-

colti in un'unica posizione. Questo sistema è molto utilizzato per la schermatura di logge, serre, ballatoi, poiché permette una certa personalizzazione dell'utenza e garantisce una buona visibilità verso l'esterno. Il sistema a sollevamento prevede che il telaio, su cui sono fissati gli elementi di schermatura, sia incernierato alla sommità così da permettere una sua rotazione sull'asse orizzontale. Rotazione che lo porta in posizione ortogonale alla facciata generando un oggetto. In questo modo oltre a usufruire del filtro, costituito dagli elementi schermanti (ad esempio doghe di legno), è possibile trarre vantaggio dalla protezione offerta da uno sporto mobile. Nel caso in cui la dimensione della superficie movimentata generasse uno sporto eccessivo è possibile inserire un'ulteriore cerniera sulla mezzera per ripiegare l'elemento su sé stesso dimezzandone l'aggetto. Questo dispositivo è particolarmente indicato quando si vuole ottenere una doppia possibilità di modulare l'afflusso di luce in un ambiente, ma anche quando si vuole garantire l'opportunità di una completa visione dell'ambiente esterno. Il sistema a libro si basa sulla rotazione del dispositivo lungo il suo asse verticale grazie ad apposite cerniere disposte su una delle due estremità. Anche in questo caso, l'effetto che ne deriva è quello di una molteplice possibilità di schermatura e di modalità di visione. Tuttavia, questo sistema è decisamente più diffuso del precedente poiché permette una più semplice movimentazione e diminuisce l'impegno dei componenti in termini di resistenza meccanica durante l'uso. A differenza del sistema a sollevamento non opera contro gravità e non richiede perciò l'installazione di pistoni o molle per agevolare la movimentazione da parte dell'utenza.

Le opportunità offerte dal sistema a libro hanno, inoltre, condotto molti progettisti a rielaborare questa tipologia proponendo nuove interpreta-

### In alternativa ai frangisole

Esiste un altro insieme che comprende dispositivi che non sono propriamente dei brise-soleil, ma hanno comunque una funzione di schermatura: le tende per esterni. È evidente che anche le tende sortiscono una minore efficacia se posizionate all'interno. Per contro, quelle esterne essendo esposte agli agenti atmosferici ed essendo molto più esili di un frangisole sono più soggette a danneggiamento. Anche le tende possono essere collocate sulla facciata con modalità diverse, possono essere disposte in verticale o inclinate grazie ad appositi bracci di sostegno, mobili o fissi



zioni. Esse sono, per la maggior parte, finalizzate a trasformare il sistema di schermatura in una sorta di "guscio" che assolve la funzione di filtro e nel contempo caratterizza formalmente l'edificio. Ciò può assumere declinazioni diverse in relazione al grado di permeabilità visiva che si vuole offrire, al livello di schermatura che si intende garantire e ai materiali utilizzati: dalle lastre di lamiera stirata alla lamiera piegata e forata, da avvolgibili in legno o materiale plastico a schermature in cannucciato.

In casi del genere anche i sistemi di movimentazione si modificano. Aumenta il numero di cerniere e guide e binari si affiancano ai dispositivi di rotazione per rendere quanto più agevole l'uso da parte dell'utenza e prevenire malfunzionamenti derivanti dal peso degli elementi stessi. Per tornare ai sottogruppi principali, un terzo insieme raccoglie quei dispositivi che si basano sull'impiego di reti o lamiere microforate montate su un supporto rigido a costituire un filtro omogeneo che in base alla percentuale di foratura risulta più o meno "trasparente". La protezione dai raggi solari, così come la possibilità di vedere attraverso lo schermo, è regolata dal rapporto tra superficie complessiva del materiale e superficie forata. Tale densità è stata associata ad un parametro detto appunto "openness factor". Maggiore è tale rapporto, minore, ad esempio, sarà la capacità di riflettere la luce. Esso incide anche sul comportamento dello schermo rispetto alle sollecitazioni orizzontali prodotte dal vento. Infatti, quanto maggiore è il suo valore, tanto minore risulterà la



superficie di impatto. Naturalmente, per questo insieme di dispositivi è possibile movimentare il supporto, ma non l'elemento filtrante come è invece possibile fare per il precedente. La combinazione dei vari dispositivi può, dunque, dare luogo a involucri molto complessi e differenziati offrendo ai progettisti una grande libertà nelle scelte formali che, tuttavia, non va confusa con le scelte tecnologiche più strettamente legate al funzionamento e all'efficacia degli stessi. Infatti, i criteri di scelta di un sistema di schermatura sono fortemente legati al modo di interpretare non solo le condizioni di luce, ma anche il comfort termoigrometrico degli spazi interni. Restano, perciò, uno dei punti chiave del processo progettuale, tanto da richiedere, in alcuni casi, l'ausilio di software di calcolo per ottimizzare le prestazioni. Oltre ai fattori di irraggiamento, alla valutazione del bilancio termico del fabbricato, ai requisiti di resistenza meccanica e di sicurezza, nelle fasi di progetto, è necessario tenere in considerazione tanto la capacità di gestione del dispositivo da parte dell'utenza, quanto la possibilità di compiere sullo stesso un'adeguata attività di manutenzione. Naturalmente, la possibilità di automazione e sincronizzazione degli elementi schermanti è già stata ampiamente testata e, tuttavia, è necessario tenere conto dei maggiori costi in termini di progettazione, realizzazione e gestione di una tecnologia che richiede certamente una maggiore precisione e cura rispetto a dispositivi manuali. Conciliare la forma architettonica, spesso derivante da mode e tendenze, con un involucro realmente performante non è quindi, in realtà, un compito semplice sia per le molte variabili in gioco sia per la spinta a sperimentare che contraddistingue la creativa attività dei progettisti.

**In base ai materiali e alla geometria degli elementi cambiano i meccanismi di movimentazione. Il peso o la dimensione delle parti mobili può richiedere guide o binari aggiuntivi o l'incremento delle cerniere e dei perni di rotazione.**



Le fotografie sono di Jacopo Gaspari.

# Progettare gli schermi

La progettazione di un efficace sistema di schermatura è essenzialmente legata all'orientamento dell'edificio e all'esposizione. Quando una superficie vetrata è esposta a sud, la scelta di un sistema di schermatura orizzontale fisso o mobile, disposto in aggetto o frontalmente alla facciata, appare consigliabile. Quando, invece, l'esposizione varia tra sud-ovest/nord-ovest e sud-est/nord-est è possibile fare ricorso anche a sistemi di schermatura verticale. Il primo caso, con una piena esposizione a sud, è evidentemente uno dei più critici sotto il profilo dell'irraggiamento. A questa condizione è possibile far fronte attraverso due diversi approcci: con l'impiego di un frangisole orizzontale fisso o con l'uso di un brise-soleil mobile. Il primo è decisamente il più diffuso poiché la natura dell'elemento aggettante può derivare anche da altre implicazioni di natura formale. Nonostante la diffusione, la sua progettazione richiede alcune attenzioni affinché esso si riveli realmente efficace.

Per un corretto dimensionamento del frangisole orizzontale fisso è necessario conoscere la latitudine del sito, il numero di giorni durante i quali la finestra deve essere totalmente schermata e il numero di quelli in cui non lo deve essere. In base a questi dati, con l'ausilio di un nomogramma, è possibile ricavare le linee di ombreggiamento limite invernali ed estive per determinare, fissata l'altezza della finestra, la profondità dello sporto e l'altezza dell'elemento sopra-ruce.

Una volta individuata la latitudine sul nomogramma, localizzata la curva estiva (corrispondente al periodo di ombreggiamento) e la curva invernale (corrispondente al periodo di soleggiamento), unito il punto "E" con l'intersezione tra la curva estiva e la linea della latitudine, si ottiene la linea di ombreggiamento limite estiva. Unito, quindi, il punto "I" con l'intersezione tra la curva invernale e la linea della latitudine si ottiene la linea di ombreggiamento limite invernale.

Tracciando dal punto "N", di intersezione tra le due linee limite, le parallele agli assi di riferimento si ottengono le grandezze "a" [hs/hf] e "b" [p/hf] da cui si ricavano, rispettivamente, l'altezza del sopra-ruce [a x hf] e la profondità dello sporto [b x hf].

Esigenze di caratterizzazione formale e di modulazione dell'afflusso di luce hanno prodotto, a partire dal funzionamento dello sporto orizzontale, una grande quantità di variazioni che giocano sostanzialmente sulla distanza, sul numero e sulla sezione degli elementi fissi che compongono il sistema di schermatura.

Una prima variazione è data dalla sostituzione dello sporto con elementi fissi distanziati [A] che, sebbene efficace, può presentare nelle zone con luce diffusa fastidiosi effetti di riverbero sulle superfici. Sempre derivato dallo sporto orizzontale è il cosiddetto "light shelf", [B] una mensola che, regolata ad altezza opportuna, suddivide la finestra in due parti senza comprometterne la visibilità abbinando all'ombreggiamento la riflessione della luce all'interno della stanza. Diverso è invece il comportamento dei frangisole a lame [C] o a pale [D] che si basano sulla variazione del numero e della distanza di elementi orizzontali o inclinati disposti davanti alla superficie vetrata. La geometria dell'elemento può favorire l'ingresso della luce e, nel contempo, la ventilazione presente tra il brise-soleil e la facciata garantisce lo smaltimento del calore accumulato per irraggiamento. Ulteriori effetti di variazione sono legati all'uso di dispositivi mobili [E] che oltre a consentire la regolazione degli afflussi di luce possono permettere l'installazione di elementi fotovoltaici [F].

Molti criteri progettuali cambiano quando si decide di impiegare elementi frangisole disposti verticalmente poiché dalla loro dimensione, geometria e orientamento dipendono gli effetti di ombreggiamento in relazione all'esposizione. Questo tipo di schermatura non consente un elevato guadagno energetico in regime invernale, pertanto, i primi criteri a cui si cerca di rispondere nella loro progettazione sono quelli relativi al funzionamento in regime estivo. In relazione ai parametri dimensionali e geometrici è possibile progettare i frangisole affinché schermino le radiazioni laterali, ma non è possibile realizzare una condizione efficace per quelle provenienti dall'alto a meno di non compromettere la visibilità verso l'esterno. Per tale ragione, nella maggior parte dei casi, si tende a ricorrere a elementi di limitate dimensioni, ma più fitti e possibilmente orientabili per far fronte alla variabile provenienza delle radiazioni.

