

INDICE

I. ANALISI DELLO STATO DELL'ARTE E PROPOSTE PROGETTUALI

1. Introduzione.

- 1.1 Le schermature.

2. Tipologia e funzionamento delle schermature.

12

- 2.1 Schede delle schermature analizzate presenti sul mercato.
- 2.2 Considerazioni tecniche.
- 2.3 Considerazioni generali.
- 2.4 Le vetrate autoschermanti.

3. Orientamenti per la scelta e la progettazione dei sistemi schermanti.

87

- 3.1 Il sole come componente dinamica.
- 3.2 Finestra: elemento multi-funzione integrato.
- 3.3 Illuminazione naturale, schermatura come daylighting.
- 3.4 Il "Quadro Magico" delle schermature.
- 3.5 Individuazione concettuale del sistema schermante.

4. Le proposte progettuali.

- 4.1 I sistemi "Baston-Coni", " L'Ombrello" e "Le Ciglia".
- 4.2 La diffusione luminosa.
- 4.3 La proposta progettuale: "Parentesi di Luce".
- 4.4 Il sistema schermante.
- 4.5 Manutenzione e pulizia dell'involucro esterno.

II. LA COLLABORAZIONE CON LA METRA s.p.a. E LE VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE

La collaborazione con la METRA S.p.a.

- 5.1 L'alluminio e le sue proprietà.
- 5.2 La facciata continua POLIEDRA-SKY 50.
- 5.3 Applicabilità del sistema alla facciata.
- 5.4 Definizione degli elementi del sistema schermante e del suo assemblaggio.

6 Verifiche illuminotecniche.

Normativa sull'illuminazione naturale.

- 6.2 Requisiti di illuminazione naturale negli uffici.
- 6.3 Il software ADELIN 2.0.
- 6.4 Le simulazioni e le relative considerazioni.
 - 6.4.1 Definizione del sistema schermante.
 - 6.4.2 Verifica del funzionamento.
 - 6.4.3 Confronto del prodotto con altri due prodotti presenti sul mercato.

III. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

7 Il sistema parentesi di luce.

- 7.1 Confronto tra la proposta concettuale ed il sistema di progetto.
- 7.2 Conclusioni ed eventuali sviluppi.

- BIBLIOGRAFIA

I. ANALISI DELLO STATO DELL'ARTE E PROPOSTE PROGETTUALI

5. INTRODUZIONE.

La trattazione di questa tesi che, si pone nell'area di tecnologia e design del componente edilizio, ha come obiettivo la progettazione di un sistema schermante da prodursi industrialmente.

Il sistema schermante, la schermatura, fa parte *"dell'involucro edilizio che se dal punto di vista architettonico è una "pelle" ricca di suggestioni, dal punto di vista fisico non è altro che un filtro tra l'ambiente esterno e quello interno, controllando l'immissione di aria, calore, luce, suoni ed odori. Si è generalmente d'accordo sul fatto che l'aria, la temperatura, il vento ed il suono sono controllati nel modo migliore all'interno del muro stesso, mentre la luce è più facile controllarla all'interno dell'involucro edilizio e la radiazione termica è bloccata più efficacemente prima che raggiunga l'involucro edilizio vero e proprio"*¹.

Tra i vari requisiti degli involucri esterni degli edifici, la possibilità di modulare la radiazione solare attraverso le aperture è sicuramente quella che più profondamente ha inciso nella tecnica costruttiva. *"In ogni epoca si evidenziano in facciata rapporti tra pieni e vuoti molto diversi alle varie latitudini, così come si evolvono in forme diverse le aperture nell'intento di captare o schermare l'irraggiamento solare. In tempi più recenti si sta assistendo ad un progressivo aumento di involucri tecnicamente avanzati, in cui il vetro copre sempre più ampie zone e le forme di espressione architettonica sono sempre meno differenziate, anche in ambienti climaticamente molto diversi. Ciò comporta un sempre più raffinato approfondimento dei fattori che determinano il microclima ed il comfort ambientale negli edifici, tra questi è fondamentale il controllo del fattore*

¹ Olgyay V., *"Progettare con il clima"*, Franco Muzio, Padova, 1981, pg. 115.

solare, sfruttandone appieno il contributo e limitandone gli effetti indesiderati”².

Oggi e' di primaria importanza l'utilizzo accorto e senza sprechi dell'energia, puntando ad utilizzare al massimo tutti gli apporti "gratuiti" che vengono forniti da fonti rinnovabili come il sole. E' indispensabile sfruttarli al meglio quando portano dei vantaggi e cercare di eliminarli o minimizzarli "alla fonte" quando possono essere dannosi. Nell'ottica del risparmio energetico e nella massima ed intelligente utilizzazione dell'energia proveniente dal sole, si inserisce lo sviluppo della tesi.

La legge 10/91 testualmente dice nell'articolo n. 3: *“ Ai fini della presente legge sono considerate fonti rinnovabili di energia assimilate: il sole, il vento, l'energia idraulica, le risorse geotermiche, le maree, il moto ondoso e la trasformazione dei rifiuti organici o di prodotti vegetali. Sono considerate altresì fonti di energia assimilate alle fonti rinnovabili di energia: [...], in impianti ed in prodotti ivi compresi i risparmi di energia conseguibili nella climatizzazione e nell'illuminazione degli edifici con intervento sugli involucri edilizi e sugli impianti”.*

I sistemi di schermatura sono quindi importanti perché intervengono nella regolazione della radiazione solare, con una conseguente ripercussione sui consumi energetici per avere all'interno un adeguato comfort termico e visivo durante l'anno.

² **Bianchetti F.**, Frames TACCUINO, *“Facciate tecnologiche, progettare la protezione solare”*, n°7, giugno 2003, sommario.

1.1 Le schermature.

La bivalenza della radiazione solare, apporto gratuito luminoso e termico, crea problemi per la progettazione dell'involucro soprattutto dove quei climi che hanno una maggiore escursione fra inverno ed estate. Le schermature solari sono un elemento dell'involucro edilizio e giocano un ruolo fondamentale nelle strategie di controllo della luce e della radiazione solare.

Dalla letteratura: *"Si definiscono sistemi di schermatura quei dispositivi costruttivi che fungono da barriera regolatrice, interna od esterna, della radiazione solare senza impedire per questo l'illuminazione e la ventilazione dell'ambiente interno. Sono sistemi costituiti sia da elementi funzionali strutturali che decorativi al tempo stesso"*³.

Quando è impossibile raggiungere un livello sufficiente di controllo solare unicamente attraverso la forma e l'orientamento dell'edificio, o tramite l'utilizzo delle proprietà ottiche dei materiali trasparenti, le schermature diventano una componente essenziale del progetto.

La letteratura ha fatto una prima classificazione delle schermature in base:

- alla geometria della disposizione;
- alla gestione, in fisse e mobili;
- alla posizione rispetto all'involucro.

Dal punto di vista della geometria la disposizione degli elementi può essere a lamelle verticali che fanno passare la brezza, consentono la vista dall'interno all'esterno e permettono alla radiazione solare di passare in alcuni periodi della giornata. È meglio posizionare queste schermature sulle facciate sud-est e sud-ovest dove la radiazione solare è bassa essendo mattina o sera. Oppure si possono disporre a lamelle orizzontali ottimali nei periodi caldi quando il sole è alto nel cielo, schermando tutto il giorno e permettendo la vista ed il passaggio dell'aria. Raggiungono la massima efficacia se poste su facciate orientate a sud.

Dal punto di vista della gestione, il sistema di schermatura fisso comprende sia elementi strutturali che elementi non strutturali.

³ **Sala M.**, "Schermature solari", Alinea, Firenze, 2000, pg. 29.

Le dimensioni dell'apertura da schermare, il suo orientamento e la sua forma diventano dei parametri essenziali nella definizione progettuale dei sistemi di schermatura fissi. Generalmente questi sistemi vengono posizionati all'esterno delle facciate in modo da poter intercettare la radiazione incidente prima che raggiunga le superfici vetrate o altri tipi di apertura disperdendo l'energia assorbita all'aria esterna. Questi però limitano il guadagno solare e l'abbagliamento, dovuto alla radiazione diretta, solamente in determinati momenti e si utilizzano quando si punta ad un buon livello di ombreggiatura e si rinuncia al soleggiamento diretto. I sistemi mobili possono agire più efficacemente alle variazioni climatiche, rispetto ai sistemi fissi. Possono regolare l'apporto di luce e di calore in funzione della radiazione solare tenendo di conto di tutte le variabili che possono entrare in gioco; inoltre possono limitare l'apporto termico nel periodo estivo e favorirlo in quello invernale.

Dal punto di vista del posizionamento rispetto all'involucro le schermature si dividono in esterne ed interne. Le prime intercettano la radiazione prima che interessi l'involucro vero e proprio ed hanno anche una valenza estetica sull'aspetto esteriore, le altre, intercettano invece la radiazione dopo che questa ha attraversato la superficie trasparente ed hanno un valore di arricchimento compositivo dell'ambiente interno.

2. TIPOLOGIA E FUNZIONAMENTO DELLE SCHERMATURE.

Dovendo progettare un sistema schermante da produrre industrialmente il primo passo è stato quello di analizzare i differenti tipi di schermature, sia fissi che mobili, sia interni che esterni, presenti sul mercato per conoscerne il livello, i risultati a cui mirano e per capire quali sono gli standard qualitativi.

Questa ricerca si è concentrata in particolare sull'ultimo quinquennio di realizzazioni ed ha avuto come strumenti di consultazione soprattutto riviste, pubblicazioni di prodotti e siti internet perché sicuramente più recettivi alle novità e tendenze di mercato. La raccolta di dati ha interessato anche prodotti direttamente legati alle schermature per il loro apporto al funzionamento del sistema (vedi l'elenco riportato in bibliografia).

2.5 Schede delle schermature analizzate presenti sul mercato.

Sono stati analizzati più prodotti schermanti prendendo in considerazione diverse tecnologie di frangisole. Il materiale tecnico per redarre le schede merceologiche è stato trovato tramite contatto diretto con le ditte, depliant informativi e siti internet delle aziende produttrici. Di seguito sono riportati i commenti tecnici sui prodotti e le relative immagini.

TABELLA 1. Elenco delle ditte produttrici e dei prodotti presi in esame.

| DITTA PRODUTTRICE | NUMERO SCHEDA | PRODOTTI TRATTATI |
|---------------------------------------|----------------------|---|
| CDR protezione solare | 1 | Persiane e frangisole orientabile |
| COLT international | 2 3 4 | - Frangisole fisso - Frangisole fisso ed orientabili - Frangisole fisso ed orientabile in vetro (integrato con fotovoltaico) |
| C/S group | 5 | - Frangisole fisso |
| DASOLAS | 6 | - Frangisole fisso ed orientabile |
| GRIESSER | 7 8 | - Veneziane - Veneziane |
| HUNTER DOUGLAS | 9 | - <i>Plissè</i> - <i>Tenda a rullo</i> - <i>Veneziane</i> - <i>Vertical blind</i> |
| LOUVERDRAPE | 10 11 12 | - Frangisole orientabile e Alveolare - Veneziane e <i>Tende a rullo interne</i> - <i>Pannelli verticali e Plissé</i> |
| LUXALON | 13 | - Frangisole fisso - <i>Vetrocamera con veneziana</i> |
| MERLO frangisole | 14 15 | - Frangisole orientabile - Frangisole orientabile e fisso |
| MODEL SYSTEM ITALIA | 16 17 18 19 | - Veneziana - Tenda a rullo - Veneziana avvolgibile e Frangisole orientabile - <i>Vetrocamera con veneziana</i> - <i>Vertical blind</i> - <i>Tenda a rullo</i> |
| NACO | 20 21 22 | - Frangisole orientabile - Frangisole orientabile e fisso - Persiane in legno, vetro ed alluminio |
| RENSON | 23 24 | - Frangisole fisso - Frangisole orientabile e fisso |
| RIALTO vetrotenda bund-glasses | 25 | - <i>Vetrocamera con veneziana</i> |
| SCHUCO international | 26 | - Frangisole fisso (integrato con fotovoltaico) e orientabile |
| SCRIGNO | 27 | - Persiane in legno |
| SUNBREAK | 28 29 | - Veneziane - Frangisole orientabile e Tende a rullo |

**In corsivo sono indicate le schermature interne.*

CDR protezione solare – SCHEDA 1.

La CDR ha posto una particolare attenzione alla clientela realizzando una vasta serie di prodotti dalle linee armoniche, dalle forme innovative e dal facile montaggio.

La linea di persiane della CDR, denominata ASTRA, è presente nei seguenti modelli: Astra 60, 54 e 55. Si differenziano tra loro per le diverse dimensioni e sezioni delle lamelle. Il telaio e le lamelle sono in alluminio mentre gli altri elementi, come i tasselli portalamelle e la maniglia per la rotazione, sono in puro nylon. Con la nuova gamma di verniciatura color legno le persiane Astra sono perfettamente adattabili a qualsiasi contesto architettonico anche dove vigono vincoli paesaggistici. Le caratteristiche principali di questo prodotto sono:

- una rotazione totale delle lamelle che permette una maggiore aerazione e filtraggio di luce, una pulizia più accurata anche delle parti più nascoste ed un oscuramento totale grazie a speciali fori effettuati sui montanti;
- frizione delle maniglie Lucy e Roto che elimina le fastidiose e costose rotture provocate da sforzi violenti;
- ottimo rapporto qualità prezzo;
- facilità di montaggio.

La CDR presenta un nuovo modello di frangisole orientabile denominato "F1 l'evoluzione del frangisole". È un'evoluzione di design e di praticità con la novità di avere il motore e gli altri componenti, per la movimentazione della pala, inseriti dentro di essa e dentro il montante laterale del telaio, protetto dagli agenti atmosferici e con il vantaggio di una regolazione molto semplice. La pala in alluminio estruso, di dimensioni mm 210x38, ha una sezione tale da consentire la totale chiusura della superficie schermante permettendo così una maggiore protezione ed un maggior isolamento della facciata e dell'interno dell'edificio. Con questo sistema abbiamo un disegno più pulito e regolare dal punto di vista estetico ed inoltre diminuisce notevolmente il bisogno di manutenzione del sistema di movimentazione.

COLT International Ltd – SCHEDA 2.

UNIVERSAL LOUVRE è un sistema di schermatura e di rivestimento con alte performance in grado di favorire la ventilazione naturale ed allo stesso tempo di proteggere dalla pioggia. È costituito da lame in alluminio al 100% riciclato, con misure che variano da mm 50 a mm 100, che possono essere montate sia in verticale che in orizzontale ed essere assemblate in modo singolo (1UL), doppio (2UL) e triplo (3UL). I vantaggi e le caratteristiche del sistema UNIVERSAL LOUVRE sono:

- un innovativo design, una vasta gamma di produzione dell'elemento base (in diverse dimensioni, materiali e finiture), una vasta selezione di accessori (porte, elementi di forma speciale, angolari, grate, ecc.) ed una flessibile configurazione di installazione fanno il prodotto adattabile a molti progetti e tipologie di edifici;

- l'accurato design aereodinamico del profilo delle lame fa del sistema 1UL un prodotto veramente efficiente per schermature e rivestimenti che garantiscono un'ottima ventilazione naturale offrendo poca resistenza al passaggio dell'aria. Il suo utilizzo è sconsigliato nelle regioni piovose. I modelli 2UL e 3UL, in questi particolari ambienti, offrono una buona soluzione che trova un giusto compromesso tra i requisiti di ventilazione e quelli di protezione dalla pioggia;

- i componenti sono durevoli, sostituibili ed in generale è un sistema che ha bisogno di poca manutenzione.

La linea UNIVERSAL LOUVRE è stata integrata con l'aggiunta della linea E-Series. In questo innovativo sistema il profilato è assemblato in modo singolo ed è di alluminio estruso da mm 75 ed è disponibile in due tipologie: ESC che offre soluzioni flessibili e competitive per schermature e rivestimenti che garantiscono la ventilazione naturale ma non la protezione dalla pioggia ed ERD che con uno speciale profilo offre un'ulteriore protezione dall'infiltrazione di acqua piovana anche in presenza di vento.

Per rendere il prodotto UNIVERSAL LOUVRE più competitivo è stato integrato con pannelli per il controllo acustico. Ne esistono due: il tipo R, che ha prestazioni migliori, ed il tipo LP. Entrambe hanno le stesse massime dimensioni di mm 1220 di larghezza e mm 3660 di altezza. I pannelli vengono montati dietro la superficie di schermatura e, se si hanno dimensioni maggiori di quelle sopraindicate, si assemblano. Il pannello è in alluminio galvanizzato (di uno spessore di circa un millimetro) e le pale, in alluminio traforato, sono riempite, senza lasciare vuoti, di lana di roccia o fibra di vetro con una densità di 47 Kg/mc .

COLT International Ltd – SCHEDA 3.

SOLAR C è un sistema di schermatura fissa le cui lame non hanno una forma a Z che riduce sia l'intensità che la diffusione della luce, ma hanno una sezione particolarmente efficiente perché schermano la componente solare della radiazione diretta e contemporaneamente lasciano passare una gran parte della luce riflessa. Le lame sono disponibili con larghezze che variano da mm 100 a mm 150 e, se perforate, hanno una dimensione di mm 110. Lo spazio tra le lame può variare in relazione alla dimensione ed alla angolazione assunta da esse.

Gli elementi schermanti vengono fissati su supporti a clips di plastica che possono essere grigi o traslucidi. Il fissaggio e la configurazione dei supporti possono variare per poter permettere una più ampia gamma di applicazione di questo sistema. Grazie a questo elemento le lame possono variare la propria angolazione di 15° su un angolo compreso tra 15° e 135°.

Inoltre i supporti permettono la dilatazione termica delle lame impedendo l'insorgere di tensioni strutturali. Nelle fasi di montaggio il supporto viene montato sul telaio portante. Sono disponibili cinque tipi di telaio di diversa sezione e, la scelta di questo, dipende dal metodo di montaggio dell'intero sistema schermante e dalla struttura a cui esso deve essere ancorato. SOLAR C può essere montato a mensola in zone non ventose e con un oggetto minore di un metro.

COLT SOLARFIN è un sistema di schermatura orientabile verticale od orizzontale. La sua estetica e la sua flessibilità di utilizzo ampliano le possibilità di applicazioni del sistema. Infatti un ulteriore vantaggio che questo sistema può offrire è che quando le pale sono in posizione di totale chiusura, durante i momenti di inattività dell'edificio, si ha un ulteriore isolamento termico tra l'interno e l'esterno. I principali componenti sono di alluminio estruso ed acciaio prodotti in dimensioni standard.

La rotazione delle lame è consentita per un angolo di 120° da un sistema di controllo automatico basato sul percorso del sole. Sono disponibili nelle misure di mm 400, o con supporto intermedio, in misure maggiori di mm 1050. Le luci tra il supporti del telaio non possono essere maggiori di metri 6 se non vengono previsti appoggi intermedi. La distanza tra i supporti dipende dalla pressione del vento operante sulle pale e dalle misure e dall'orientamento di esse. Quando si va a studiare il metodo di fissaggio della struttura di schermatura all'edificio, bisogna avere già definite le operazioni per la manutenzione.

COLT International ltd – SCHEDA 4.

La COLT produce GLASS LOUVRE un modello di schermatura orientabile costituito da lame di vetro che può essere applicato sia a singole finestre che all'intera facciata ottenendo i medesimi risultati. Gli elementi di vetro possono avere uno spessore che va da mm 8 a mm 16, sono prodotti in diverse dimensioni, colorature e finiture ed è possibile integrarli con celle fotovoltaiche per aumentare le possibilità di utilizzo di tale prodotto. Esistono tre versioni differenti per le modalità di fissaggio della lastra di vetro e del suo ancoraggio al telaio, contraddistinte dai nomi: GLASS LOUVRE Sistem 1, Sistem 2 e Sistem 3. In tutte le versioni, la struttura portante delle lamelle è in acciaio ed in alluminio al 100% riciclato e la movimentazione è del tipo motorizzato tramite attuatori. Il sistema frangisole GLASS LOUVRE è in grado di ottimizzare l'apporto di illuminazione naturale e di ridurre la radiazione solare trasmessa all'interno degli ambienti e, di conseguenza, i costi sostenuti per il condizionamento estivo. Ulteriori vantaggi dovuti all'utilizzo di questo sistema sono la possibilità di avere sempre un rapporto visivo tra interno ed esterno ed il fatto che GLASS LOUVRE è un modello di schermatura orientabile che richiede solo una manutenzione di pulitura

della superficie trasparente ed il controllo degli elementi atti al movimento delle pale.

La COLT è l'azienda che ha introdotto per prima, nel sistema di frangisole, i pannelli fotovoltaici. Nel sistema di schermatura SHADOVOLTAIC, i pannelli orientabili consentono di ottimizzare la captazione della radiazione solare con duplice funzionalità. La prima funzione è quella di protezione dalla radiazione solare; la seconda provvedere alla produzione di energia elettrica. Il pannello, di forma piatta, è piegato al centro a formare un angolo di 160°. Gli elementi fotovoltaici sono assemblati fra loro su dei pannelli che hanno come asse di rotazione un profilo a sezione circolare. Il pannello può essere azionato da un motore elettrico a basso voltaggio con comandi centralizzati, oppure da un sistema a sensori per la gestione automatica dell'orientamento in base all'inclinazione dei raggi del sole. Nella realizzazione dei pannelli SHADOVOLTAIC la visibilità con l'esterno è garantita mediante l'utilizzo di vetri speciali.

C/S Group Construction Specialities – SCHEDA 5.

Nei locali equipaggiati di aperture vetrate, la luminosità e i raggi del sole provocano abbagliamento e surriscaldamento.

Per evitare tali disagi, C.S. GROUP ha messo a punto le lame parasole AIRFOIL non orientabili che lasciano penetrare una luminosità diffusa e attenuano l'effetto serra limitando l'irraggiamento diretto degli ambienti.

Questa protezione esterna permette di realizzare delle economie significative sulla climatizzazione.

Il sistema può essere utilizzato per il montaggio di tettoie e per elementi schermanti orizzontali o verticali da ancorare alla facciata dell'edificio. Le lame AIRFOIL sono costituite di un profilo estruso in alluminio e la loro sezione conferisce una grande inerzia, permettendo di sopportare sollecitazioni climatiche e meccaniche importanti. La forma ovoidale delle lame è stata studiata "sotto vento" per limitare la risonanza e l'effetto sirena dovuto a forte vento. L'elemento parasole AIRFOIL è proposto in differenti sezioni e dimensioni: AF 300, AF 270, AF 200, AF 150, AF 100, con lunghezze standard massime di 6 metri. Le lame all'estremità sono chiuse da terminali in alluminio che si fissano a scatto o con viti e le pale possono essere fissate secondo l'orizzontale (o verticale) con angolazioni di 30°, 45°, 90°. I supporti di posizionamento e gli accessori di finitura non danneggiano l'aerodinamismo dell'insieme ed, al fine di evitare ogni corrosione, sono in alluminio fuso od estruso.

Le lame AIRFOIL ed i loro accessori sono consegnati grezzi, anodizzati o termolaccati nei colori RAL.

DASOLAS International Production – SCHEDA 6.

La DASOLAS International, ha messo in produzione un sistema frangisole, denominato UNISUN SYSTEM, in lega leggera di metallo. La stuttura delle lamelle viene realizzata per essere montata su piani verticali, inclinati ed orizzontali. Il particolare design delle lamelle differenzia i modelli di schermatura fissi che possono essere contraddistinti dalle lettere C, S e Z.

Il frangisole di tipo UNISUN C, ideato 25 anni fa, è sempre molto competitivo sia esteticamente che funzionalmente; viene generalmente usato per schermature fisse, può essere posizionato sia verticalmente sia orizzontalmente che angolato. Le lamelle vengono realizzate da cm 10, 14 e 15 e da cm 10 con microfori.

I modelli UNISUN S e UNISUN Z sono di tipo fisso e si presentano con caratteristiche simili a UNISUN C, particolarmente adatti per schermature di grandi superfici, in quanto offrono una notevole resistenza all'azione del vento ed al carico della neve.

UNISUN F è un sistema di frangisole che può essere utilizzato sia come fisso che mobile. Realizzato in profili di alluminio anodizzato (o a richiesta preverniciato), grazie alla versatilità del suo design, si presta ad essere impiegato sia su edifici di nuova costruzione che in ristrutturazioni. È disponibile infatti in ben 50 tipi di profili diversi.

Vengono prodotti vari modelli di differenti dimensioni da cm 12 fino a cm 84; quelle da cm 30 fino a da cm 84 hanno un'anima di tipo rinforzato. La rotazione standard delle lame è di 130° e la loro movimentazione delle pale può essere di tipo manuale o motorizzato.

GRIESSER S.p.a. – SCHEDA 7.

La GRIESSER produce due modelli veneziana, LAMISOL e GRINOTEX la cui differenza sta nel sistema di collegamento per l'orientamento delle lamelle. In entrambi, il sistema di discesa e salita della tenda avviene tramite catene a rulli in acciaio inserite nelle guide laterali, in alluminio estruso mm 45 x 25 e in materiale plastico per insonorizzare. Tale sistema permette alle lamelle di conservare l'orientamento anche sotto l'azione del vento. Il funzionamento può essere manuale o motorizzato. Le veneziane permettono di regolare l'intensità luminosa e garantiscono un maggiore isolamento termico nei periodi invernali.

Nella veneziana LAMISOL i nastri di sollevamento e di collegamento sono disposti sullo stesso asse, ottenendo così un perfetto effetto estetico. Le lamelle sono agganciate ai nastri di sollevamento in tessuto sintetico e sono fissate a mezzo di un cappio e di un gancio in acciaio inox e con morsetti in alluminio. Questa tecnica di aggancio assicura vantaggiosi costi di manutenzione perché le lamelle danneggiate possono venir sostituite singolarmente.

La qualità del prodotto può essere apprezzata andando ad analizzare i dettagli come le guarnizioni per un buon oscuramento e la forma speciale dei pivotti di guida riduce il rumore prodotto dal vento.

Esistono due tipi di lame con dimensioni differenti da mm 70 e da mm 92; inoltre diverse varianti danno la possibilità di rispondere ad esigenze particolari di oscuramento e di visibilità (LAMISOL opzione A, B, C, D).

Nel tipo GRINOTEX, la catena di manovra in acciaio, integrata alle guide laterali, si è affermata quale concetto di comando affidabile ed

indistruttibile. Il basso profilo delle lamelle garantisce, in posizione orizzontale, una vista generosa dell'esterno. Quattro sono i componenti che garantiscono un buon oscuramento: guida delle lamelle su ambo i lati, guarnizioni di tenuta, lamelle prive di fessure e loro collegamento tramite cavetti in acciaio stabile e resistente agli agenti atmosferici. Le lamelle sono fissate a cavetti in acciaio inox plastificati, mediante complete di inserto in poliammide.

Questo modello ha lamelle di mm 92 di larghezza e mm 0,45 di spessore, bordate sui due lati, in alluminio termolaccato in modo da garantire, con la riflessione, un'illuminazione diffusa. Il meccanismo di sollevamento, inserito nelle guide, produrrà una chiusura ermetica delle lamelle nonché una totale sprangatura per una maggiore sicurezza anti-sfondamento in qualsiasi posizione della tenda.

Costruita essenzialmente in metallo e plastica, rinunciando all'impiego di qualsiasi prodotto tessile, la GRINOTEX si distingue per la stabilità e per la durata che non verrà assolutamente compromessa con il sole, il vento, il freddo e nemmeno nel caso di manovre non appropriate.

GRIEESER S.p.a. – SCHEDA 8.

Un nuovo tipo di veneziana è LAMISTAR, una veneziana che scorre dal basso verso l'alto. I vantaggi sono: vista a libera scelta nell'area superiore (variabile e flessibile), angolazione delle lamelle regolabile ad ogni altezza, una protezione antiabbagliante variabile, la possibilità di sfruttare più a lungo la luce naturale, posizionamento del motore sopra e sotto (per ogni facciata la soluzione più adatta), possibilità di tener libera la parte superiore della finestra. Le soluzioni di protezione tradizionali presentano lo svantaggio che, con l'attivazione della protezione dal calore e dall'abbagliamento, la luce disponibile nell'ambiente non è più sufficiente e quindi è necessario disporre di luce artificiale. La tenda ha le lamelle guidate su ambo i lati e fissaggio diretto delle singole lamelle ai nastri di regolazione. Il movimento è consentito da una robusta catena a rulli senza fine per il sali e scendi laterale. Il profilato superiore, essendo l'elemento di chiusura, ha una sezione speciale. La finitura disponibile permette fino a 1000 colori e comunque le lamelle possono essere bicolor.

METALUNIC è un sistema funzionale contro il sole e le intemperie prevedendo diverse posizioni di abbassamento con le lamelle sempre orientabili, un oscuramento perfetto ed una protezione antieffrazione integrata. Questo sistema ha una struttura autoportante, è stabile ed è di facile pulizia e manutenzione. Il meccanismo di sollevamento (dotato di nastro di acciaio), di orientamento nonché quello della sicurezza antisollevamento e la protezione antiostacolo sono integrati nella guida.

Per evitare che lo sporco e le variazioni di temperatura siano causa di disturbi, il comando a nastro di acciaio agisce nelle due direzioni di salita e di discesa. Il sistema è brevettato perché la discesa della tenda si arresti se incontra un ostacolo massiccio. Questo sistema non presenta né nastri di collegamento, né nastri di innalzamento tra le singole lamelle e quindi offre una pulizia molto semplice.

Ogni lamella viene fissata singolarmente al meccanismo laterale con il vantaggio che in caso di guasto occorre cambiare solo quella danneggiata. Inoltre tutti i meccanismi di movimento della tenda sono stati inseriti nella guida laterale in modo da proteggerli da influssi esterni.

UNTER DOUGLAS. Ldt, blind division – SCHEDA 9.

I PLISSE', sono realizzati in tessuto poliestere, semitrasparente o opaco e, per una maggiore difesa dai raggi solari, c'è la possibilità di adottare tessuti metallizzati. Il cassonetto è in alluminio estruso anodizzato o verniciato dotato di tappi laterali. Il fermocoda è del tipo automatico ed offre un bloccaggio in grado di fermare la tenda a qualsiasi altezza. Le tende sono azionate tramite corde sintetiche collegate, con collettori speciali, ad un unico sistema di controllo terminante in un pratico pannello in plastica. La leggerezza e la stabilità del tessuto, dallo speciale processo di piegatura, rendono queste tende ideali in particolari situazioni di installazione quali finestre basculanti o ribaltini, lucernari, inclinate e di forma insolita.

La TENDA A RULLO è composta da un telo oscurante attaccato per mezzo di nastro biadesivo al rullo costituito da un tubo in acciaio profilato. Le mensole e gli inserti della trasmissione e del tubo sono in resina acetata. Le mensole sono fornite in due misure per adattarsi al rullo di mm 25 o di mm 38 di diametro, a seconda delle dimensioni della tenda. Il comando del rullo avviene tramite il movimento della catenella. Il bloccaggio della tenda è automatico, grazie ad innesto a frizione incorporato, rilasciando la catena. Altre versioni comprendono guide laterali per applicazioni su lucernari. Oltre al comando manuale sono disponibili comandi a motore che consentono un azionamento elettrico.

TENDA VENEZIANA interna composta da lamelle di mm 16 o 25 di larghezza sono disponibili in legno od alluminio, con cassonetto in lamiera di acciaio di mm 25x25. Le corde di sollevamento sono costituite in poliestere con anima in rayon. Lo spiaggiante è un profilato di alluminio largo mm 20. Il dispositivo di orientamento funziona tramite un'asta di materiale sintetico, comprende un sistema di trasmissione a vite senza fine in grado di tenere in posizione le lamelle. Le tende possono essere fornite con cavi laterali di guida per l'impiego su porte e finestre basculanti od inclinate. I modelli di tenda possono avere comando manuale od elettrico con interruttori singoli o comandati a gruppi con telecomando.

VERTICAL BLINDS è composta da elementi verticali in tessuto, alluminio o P.V.C., fissati ad un cassonetto in alluminio estruso anodizzato (mm 34,6x30,2). Le guide di scorrimento degli elementi frangisole verticali, sono montati su una guida in materiale sintetico, tramite ganci. Lo scorrimento laterale è garantito da una cordicella, tesa da un contrappeso o da una molla tramite monocomando. Lo scorrimento e l'orientamento delle bande è effettuato, grazie ad una catenella senza fine, da una manovella o da un motore elettrico. Le bande possono essere di colore e larghezza diversa. Nella parte inferiore hanno una tasca nella quale è inserito un peso

stabilizzante e sono collegate l'una all'altra tramite una catena di stabilizzazione.

LOUVERDRAPE – SCHEDA 10.

SUNSHIELD è un sistema integrato ad alto contenuto tecnologico che consente infinite varianti grazie alla vasta gamma di profili e soluzioni di fissaggio, motorizzazioni e centraline elettroniche di controllo continuo dei lux e quindi anche dell'irraggiamento solare diretto. I profili sono realizzati in alluminio verniciato, anodizzato o in elettrocolore, i levismi in nylon stampato ad alta resistenza ed ogni particolare è realizzato con materiali inalterabili alla luce ed agli agenti atmosferici.

Le lamelle profilate od estruse sono regolabili da 0° a 95° con sovrapposizione di chiusura idonea a dare il massimo della protezione contro sole, luce o pioggia e la manovra di esse può essere di tipo manuale o motorizzato.

SUNSHIELD è un frangisole orientabile disponibile in 4 tipi di lamelle: SS25 (mm 25 di larg.), SS50 (mm 50 di larg.), SS80 (mm 80 di larg.), a profilo arcuato e SS88 (mm 88 di larg.), a profilo piano. Tutte le versioni hanno in comune il meccanismo che consente la rotazione delle lamelle che possono essere installate verticalmente, orizzontalmente e con ogni angolazione intermedia. I modelli SS80 e SS88 possono essere installati anche all'interno con funzione di controsoffitto ed il modello SS88 può essere impiegato anche a copertura di aree aperte in quanto le doghe estruse sono a tenuta stagna.

LOUVERSCREEN è un frangisole alveolare in lega di alluminio di peso di 600 gr/mq composto da microlamelle in alluminio di mm 15 di larghezza con una inclinazione rispetto all'orizzontale di 17°. Il sistema è stato studiato in modo da bloccare l'80% di calore, ottimizzare l'abbagliamento estivo e lasciare il 70% di visibilità sull'esterno.

Le microlamelle, assemblate l'una all'altra tramite nastro di unione di mm 2 di larghezza, formano degli schermi che possono essere montati su profili in alluminio estruso di mm 12x30. I pannelli vengono installati con avvitamento diretto anteriormente alla finestra, oppure su telaio indipendente che ne permette lo scorrimento saliscendi. Per aperture fino a 180 cm azionato manualmente o con motoriduttore. Questo tipo di schermatura inoltre è disponibile in pannelli vetrocamera.

LOUVERDRAPE – SCHEDA 11.

LOUVERMATIC è una linea di prodotti che sostituisce il tradizionale avvolgibile, con in più vantaggi d'ingombro esterno ridotto e con la possibilità di schermare modulando la luce. Ogni esigenza specifica viene soddisfatta dalla gamma dei prodotti:

- MC65 l'evoluzione della veneziana da balcone che alle lamelle sottili ha aggiunto le guide antivento; le lamelle in alluminio nervate da mm 65 sono sospese su nastri in terilene anti U.V.A., possono ruotare da 45° a 90° e sono

scorrevoli in guide laterali, sopra menzionate, di alluminio estruso dotate di doppia guarnizione antirumore in Dutral;

- MC80 una robusta schermatura con pale nervate da mm 80 in alluminio che ha le stesse caratteristiche del modello precedente, ma può essere utilizzata su grandi superfici;

- MT100 con la chiusura completa grazie al totale aggancio di fine corsa ed agli speciali profili. Versione tutto metallo con pale in profilato di alluminio con spessori 6/10, di sezione mm 90x22 e recanti alle estremità inserto di battuta in Dutral con funzione antirumore ed oscuramento. Sospensione delle lamelle con supporti laterali in zama con aggancio a mezzo di clips in plastica per rimozione rapida e veloce.

LOUVERROLL, serie di quattro tende a rullo che possono essere dotate di tessuti con funzione schermante ed oscurante. I modelli si differenziano tra loro per il tipo di dimensioni e di azionamento.

Il 791 è la versione base con sistema a molla e rullo da mm 25 di diametro per cm 130 oppure mm 38 per lunghezze fino a cm 200.

Il 792 ha un comando a corda ad anello con sistema di blocco automatico di tutte le posizioni.

Il 793 con manovra ad arganello ed asta oscillante è indicata per notevoli dimensioni. Vengono utilizzati tubi di avvolgimento di alluminio estruso di dimensioni fino a mm 58 di diametro per larghezze fino a metri 5.

Il 794 è la versione automatica con comando a motoriduttore. Per impianti con più tende in linea è possibile il comando con unico motore e rompitratta intermedi.

LOUVERDRAPE – SCHEDA 12.

La sobria eleganza di PLEXDRAPE e la sua innata versatilità consentono le più svariate applicazioni: si adatta ad essere realizzata in qualsiasi forma e dimensione, può scorrere in verticale, orizzontale ed inclinata con manovre a corda, a maniglia o motorizzata. PLEXIDRAPE in esecuzione cellulare diventa CAROUSEL, un prodotto dalle caratteristiche eccezionali ed innovative, dotato di una grande rigidità dimensionale, particolarmente adatto ad oscurare totalmente qualsiasi tipo di infisso: la camera d'aria, inoltre, contribuisce a migliorare sensibilmente la coibenza del serramento sia nel regime invernale che estivo.

PLEXIDRAPE è realizzata con tessuti che mantengono la forma anche dopo ripetuti lavaggi ed è disponibile in materiale ignifugo di classe 1. Le tende plissé con piega ogni mm 20 sono realizzabili senza sormonto fino ad una larghezza di cm 230. Ci sono anche versioni con guide antivento attraversante la totalità delle pieghe. Armoniose cadenze di righe, quasi invisibili, scandiscono il ritmo di tessuti leggeri e resistenti, disponibili in una vasta gamma di colori e frange.

LOUVERDRAPE presenta due soluzioni di schermatura con pannelli di tessuto posizionati verticalmente: LOUVERQUINTA e VERTICALITESSUTO.

LOUVERQUINTA, un sistema di pannelli scorrevoli, è sicuramente il mezzo più economico ed elegante per realizzare schermature con pannelli dalle morbide trasparenze o con rigorosi screen filtrasole. Lo scorrimento dei

pannelli è affidato a carrelli con basso coefficiente d'attrito dotati di ruote oscillanti in copolimero acetaleico, montati su binari in alluminio estruso di dimensioni ridotte (altezza 16 mm), con aggancio a scatto su clips a scomparsa e con vie di corsa componibili secondo le necessità di impacchettamento.

I comandi di manovra sono disponibili del tipo manuale, a corda o frusta, o motorizzato anche con radiocomando. Il fissaggio dei pannelli ai carrelli di scorrimento è realizzato con un nastro velcrato per una semplice rimozione in caso di manutenzione.

I pannelli di larghezza standard di 66 cm possono essere realizzati con tessuti in fibre naturali o sintetiche, anche intelaiati con profili in alluminio laccato. Tutti i prodotti sono lavabili ed ignifughi di classe 1.

VERTICALITESSUTO è un sistema di tendaggio tecnico che racchiude vantaggi come il controllo della luce, la semplicità di manutenzione e l'impacchettamento a scomparsa. Il sistema è completo di binario in alluminio estruso da mm 27x45, carrelli in resina acetaleica con riallineamento automatico a scatto, sospensioni a pinza e linguette distanziatrici in acciaio inox.

LUXALON, Hunter Douglas Architectural Products – SCHEDA 13.

LUXACLEIR è una veneziana in alluminio, costituita da lamelle di mm 16 di larghezza, inserite in vetrocamera, con vetro interno ed esterno di spessore minimo di mm 4 ed intercapedine d'aria di mm 22.

Il sistema di orientamento delle lamelle, avviene per mezzo di un nastro di acciaio inox che collega mediante due ruote dentate le barrette di comando poste all'estremo superiore ed inferiore della veneziana consentendo un movimento sincronizzato delle lamelle stesse.

L'azionamento è dato da un'unità di comando scorrevole magnetica esterna che trasmette la sua forza agli elementi mobili magnetici interni. L'attivazione può essere anche di tipo motorizzato per consentire una regolazione simultanea di più pannelli.

LUXACLEIR garantisce un basso fattore solare, permette una diffusione omogenea della luce ed offre un buon isolamento acustico. Per queste caratteristiche trova applicazioni in ospedali, sale operatorie e laboratori.

LUXALON - SUN LOUVRES ha un controllo dell'irraggiamento solare più efficiente perché intercetta direttamente i raggi solari esternamente, prima che arrivino direttamente all'ambiente. I componenti di questo sistema sono stati studiati in modo da poter essere utilizzati esternamente, a formare pannelli sia orizzontali che verticali. Il design dei componenti è stato studiato per rendere il prodotto elemento caratterizzante la facciata, per aumentarne l'applicabilità a più tipologie di edifici, persino a quelli con facciate curve. Al contrario dei profili estrusi del telaio, che possono essere di più colori, le lame LUXALON sono sempre bianche in modo da riflettere e diffondere la luce nel miglior modo. Di questa linea vengono prodotti 3 modelli:

- VERTICAL 84R per siti dove il sole è usualmente basso sull'orizzonte. Questo modello può essere montato sia verticalmente che orizzontalmente, dipende dal grado di introspezione desiderato;
- VERTICAL 70S, con pannelli stretti e lineari. Efficiente per la diffusione della luce e per la protezione della radiazione solare;
- VERTICAL 132S, con un profilo maggiore del modello VERTICAL 70S, ha una maggiore capacità di diffusione e di riflessione della luce ed è più adatto in aree ventose ed in applicazioni dove i punti strutturali di fissaggio del telaio sono limitati.

MERLO S.r.l. – SCHEDA 14.

La ditta MERLO produce tre modelli di pala frangisole orientabili in alluminio, aventi caratteristiche meccaniche ed estetiche particolari. Le pale sono contraddistinte dalle lettere G od H e vengono montate su telai a mensola realizzati in alluminio.

Sia per la Linea G che per la Linea H una estremità della pala è munita di un'aletta sporgente atta ad agganciare la barra di comando esterna (in alluminio estruso anodizzato). Essa viene fissata alle palette per mezzo di viti in acciaio inox con rondelle e boccole in bronzo autolubrificanti. I comandi per orientare i frangisole possono essere manuali e/o elettrici a seconda della linea e del modello.

I frangisole della LINEA G esistono di due tipi in base al metodo di realizzazione della pala. Nel primo (Linea G) le pale, di forma romboidale, sono costruite per pressopiegatura da un unico foglio di lamiera che, ripiegato su se stesso, forma un'anima interna di irrigidimento e sono chiuse alle estremità da testate in nylon o alluminio stampato. Possono essere fornite in larghezza standard di cm 20, 30 e 40, gli spessori della lamiera sono 8/10 e 10/10 con lunghezze fino a metri 5 a seconda della larghezza delle pale e dei carichi richiesti. Per il secondo tipo, in alluminio estruso, la Linea GE ha pale di forma ellissoidale, di cm 20 di larghezza, di spessore mm 1,6 e di lunghezza metri 3. Questo modello può avere le pale riempite con poliuretano espanso che garantisce un buon isolamento termico ed acustico.

Il frangisole della LINEA H è di due tipi. La linea HT 205 offre pale composte da una lamiera in alluminio (su richiesta traforata) leggermente calandrata, con pieghi laterali che conferiscono rigidità, agganciata ad una struttura leggera composta da un tubo centrale (diametro mm 22) in alluminio od acciaio e, ad un interasse di cm 50, da supporti fissati al tubo portante. Questi, a forma triangolare, sono realizzati in alluminio estruso e sono cavi all'interno così da conferire alla pala leggerezza fisica ed estetica. La Linea HT 530 ha pale composte da una lamiera traforata calandrata, dello spessore di 15/10 con pieghe laterali per conferirle più rigidità, avvitata ad una struttura leggera composta da un tubo centrale (diametro mm 22) in alluminio estruso e, ad un interasse di cm 100, da supporti fissati al tubo portante. I supporti a forma di ala di gabbiano sono realizzati in fusione di alluminio. In entrambi i modelli il tubo centrale serve

anche da fulcro di rotazione della pala e viene raccordato al telaio tramite delle boccole in derlin.

MERLO S.r.l. – SCHEDA 15.

I frangisole identificati dalla lettera S esistono di tre tipi: LINEA S, LINEA S 150 wood, LINEA S 150 estrusa, tutti dotati di comandi manuali e/o elettrici, montati su telai o mensole in alluminio.

La LINEA S ha pale costruite per pressopiegatura da un unico foglio di lamiera con anima interna di irrigidimento ad I in alluminio estruso, chiuse alle estremità da due testate che possono essere in nylon stampato o in alluminio pressofuso; entrambe presentano un incastro per formare un corpo unico con il profilo interno. La pala ha una forma ellissoidale ed è fornita in larghezze standard di cm 22, 27, 34, 40, 47 e 60. Gli spessori standard della lamiera sono di 8/10, 10/10 e 12/10 con lunghezze fino a metri 8 a seconda delle sezioni delle pale e dei carichi richiesti. Vi è possibilità di ottenere questa pala da due fogli di lamiera separati, in modo da avere le due facce colorate diversamente.

La LINEA S150 wood ha pale in doghe di legno fresato a disegno in modo da avere una sezione ellissoidale e la foratura alle estremità per alloggiare i perni e le boccole che permettono la rotazione. Le doghe sono chiuse alle estremità da testate in alluminio. Le pale hanno una sezione standard di cm 15x3,5 in 4 essenze differenti: cedro rosso del Canada, iroko, teck e rovere. La lunghezza delle pale è di metri 2 ed è possibile avere misure superiori nel caso di pale fisse.

La LINEA S 150 estrusa ha pale di forma ellissoidale, di cm 15 di larghezza, in alluminio estruso, di spessore mm 1,4 e con un doppio rinforzo per tutta la lunghezza della pala che consente di arrivare a lunghezze di metri 3.

Il frangisole della LINEA F è una schermatura solare di tipo fisso a struttura leggera, la cui applicazione consente di realizzare schermature su pareti verticali, lucernari, formazioni di pensiline orizzontali aggettanti, ecc.. Le palette sono disponibili in due versioni: F1- F2, a forma di Z l'una e arrotondata l'altra. Sono ricavate da bandelle di alluminio preverniciato, a richiesta traforato, nervate e sagomate. Lo spessore dell'alluminio è di 8/10 o 10/10 e l'interasse tra i supporti su cui sono alloggiate le doghe è di circa metri 1,8 ed è possibile aumentarlo aumentando lo spessore delle doghe. Il porta doghe è realizzato dal taglio di un profilo di alluminio estruso e su di esso viene agganciata la dogha a scatto. Il porta doghe viene infilato in un canalino in alluminio estruso con un passo standard di mm 160.

Il canalino non è sufficientemente rigido e necessita di un elemento portante di rinforzo; normalmente viene impiegato un profilo tubolare in acciaio od alluminio.

MODEL SYSTEM ITALIA – SCHEDA 16.

MODEL SYSTEM ITALIA produce tre tipi di frangisole appacchettabili in alluminio con lamelle orientabili: MODELPAK, MODELPAK S300 e MODELPAK Ms2001.

MODELPAK è un frangisole orientabile per esterno in lega di alluminio prelaccato su ambo le facce, costituito da lamelle di larghezza mm 50 o 82 con uno spessore di mm 0.45, a sezione arcuata con due nervature di irrigidimento longitudinali sui bordi ed una intermedia per conferire maggior robustezza. I pivoti d'orientamento, uno all'estremità di ogni lamella e in modo alterno, consentono la massima flessibilità sotto la spinta del vento ed il buon funzionamento anche quando le guide non sono perfettamente verticali. I nastri di sollevamento sono in texband antiusura ed i nastri di orientamento sono in terilene di spessore e passo adeguato fissati alla lamella con graffa in acciaio inox. Le lamelle, orientabili in ogni posizione, permettono una graduale regolazione della luce con ottima visibilità in posizione orizzontale e con buon oscuramento a lamelle chiuse. In posizione di raccolta le lamelle si dispongono a pacchetto.

MODELPAK MS300 modello di frangisole interamente metallico, oltre ai soliti vantaggi riguardanti il controllo della luce e del surriscaldamento, ne ha altri: bloccaggio automatico delle lamelle che ne impedisce il sollevamento dall'esterno ed un'ottima visuale e facilità di pulizia di esse non esistendo collegamenti verticali oltre alle guide. Le lamelle in lega di alluminio prelaccato, di dimensioni mm 87 con uno spessore di mm 0.6, sono sagomate per conferire al profilo una maggiore robustezza completate da guarnizione antiluce ed antirumore. Ciascuna lamella è fissata su ambo i lati su solidi supporti in fusione che scorrono nelle guide laterali. Le lamelle sono inoltre facilmente cambiabili dall'interno. I dispositivi di sollevamento o di abbassamento sono di nuova concezione con nastri in acciaio inox, che scorrono in un'apposita sede ricavata nelle guide per evitare possibili piegature od attorcigliamenti. Esistono due linee che si differenziano per l'orientabilità delle lamelle nel momento di sollevamento o di abbassamento del frangisole: MODELPAK MS300 ed Ms300special.

MODELPAK MS2001 è un frangisole per esterno costituito da lamelle rigide di larghezza di mm 87 in alluminio prelaccato con speciali nervature e guarnizioni antirumore. L'applicazione di queste guarnizioni come quelle previste nelle guide rendono questo frangisole particolarmente silenzioso, adatto all'uso in zone ventose e garantiscono inoltre un buon oscuramento. Il dispositivo di rotazione delle lamelle a forbice garantisce il mantenimento dell'angolazione prefissata anche in presenza di forti sollecitazioni del vento. I dispositivi di sollevamento, bloccaggio e rotazione delle lamelle sono contenuti nelle guide laterali in lega di alluminio (sezione mm 98x40). La movimentazione forzata, consente anche l'installazione del MS 2001 in posizione inclinata ed orizzontale per la schermatura solare di lucernari. Il frangisole possiede comandi ad argano con aste oscillanti e a motoriduttore con la possibilità di raggruppare e centralizzare i comandi.

MODEL SYSTEM ITALIA – SCHEDA 17.

MODELROLL è un frangisole avvolgibile per esterno in lega di alluminio prelaccato su ambo le facce, costituito da lamelle di larghezza mm 58 che possono essere orientate consentendo una graduazione della luce all'interno dell'ambiente. Le lamelle a sezione arcuata sono bordate con la possibilità di inserire su richiesta una guarnizione in speciale materiale plastico che aderendo morbidamente contro la lamella successiva, consente di ottenere un grado massimo di oscuramento dello 80-90% ed assenza di vibrazioni metalliche per effetto di sollecitazioni esterne. MODELROLL, riunendo in sintesi gli specifici vantaggi degli avvolgibili tradizionali, delle tende oscuranti e delle veneziane, trova grande impiego nella moderna edilizia commerciale, scolastica ed ospedaliera.

I nastri per il movimento e per l'orientamento sono in acciaio inox e sono collegati alle lamelle con morsetti in Ultramid; con la loro particolare sagoma realizzano il sistema antirumore evitando i profili plastici all'interno delle guide e, potendo essere facilmente rimossi dal nastro, consentono una rapida ed agevole sostituzioni di eventuali lamelle deformate. I comandi di sollevamento o d'orientamento, possono essere ad argano con asta oscillante o a motoriduttore inserito nel rullo di avvolgimento con possibilità di raggruppare o centralizzare i comandi.

MODELSKY è un frangisole orientabile da esterno o interno caratterizzato da una struttura posteriore alle lamelle costituita da profilati in lega di alluminio estruso, anodizzato al naturale, in cui sono inseriti supporti mobili opportunamente sagomati per l'aggancio a scatto delle lamelle. Per le zone particolarmente ventose sono previste apposite clips in acciaio inox che vincolano ulteriormente le lamelle ai supporti.

Tutti i supporti mobili sono collegati da un comando articolato che consente la regolazione ed il mantenimento dell'angolazione desiderata. Questo modello di frangisole dispone di due tipi di lamelle: a sezione arcuata, di mm 82 in lega di alluminio prelaccato, con nervature d'irrigidimento sui bordi, oppure a doghe estruse. L'orientamento delle lamelle è ottenuto con motoriduttori che possono essere asserviti, per la gestione automatica dell'inclinazione, a sensori solari ed anemometrici. Per queste caratteristiche è particolarmente indicato per proteggere dall'irraggiamento solare superfici vetrate orizzontali, inclinate o verticali, come lucernari, gallerie e verande, consentendo contemporaneamente il controllo della luminosità diffusa.

MODEL SYSTEM ITALIA – SCHEDA 18.

MODEL FLEX è un sistema di veneziana per vetrocamera che costituisce una soluzione ottimale in quanto, oltre alla regolazione della luce, all'isolamento ed alla privacy, garantisce una notevole pulizia ed asepticità, limitando il deposito della polvere sulla superficie vetrata facilmente pulibile. La tenda alla veneziana MODEL FLEX è disponibile in due versioni: a lamelle orientabili ed a lamelle appacchettabili ed orientabili. Il sistema che si può montare su vetrocamera con un'intercapedine minima di mm 22 è composto da lamelle larghe mm 16 in alluminio prelaccato e da nastri di

sollevamento in texband e scaletta interylene indegradabili, inputrescibili e resistenti ai raggi ultravioletti.

MODEL SYSTEM ITALIA produce anche modelli per schermature solari interne tutte con comandi manuali o a motore:

- MODELFLEX SUPER, protezione solare per l'interno costituita da lamelle in lega di alluminio prelaccato da mm 50 - 35 - 25 - 16 e sono disponibili in versione microforata.

- MODELSCREEN, protezioni solari a rullo, avvolgibili, in tessuto di fibra di vetro rivestita in PVC, disponibili in una vasta gamma di tinte unite e combinate che si armonizzano con le facciate. Oltre a garantire un'illuminazione filtrata e distribuita uniformemente, permettono una visione attenuata della vista esterna garantendo maggior privacy;

- MODELFIBRA, tenda in fibra di vetro rivestita in PVC, classe M1, garantisce il completo oscuramento grazie ai rinforzi orizzontali che mantengono il telo costantemente nella guida ed allo spiaggiare in alluminio estruso con profilo di battuta sul davanzale per evitare infiltrazioni di luce;

- MODELTREVIRA a rullo, in tessuto trevira CS resinato, classe C1, con la parte finale del telo che viene appesantita per tenerlo perfettamente teso;

- MODELTREVIRA a pannelli in misura variabile possono essere realizzati con diversi tipi di tessuto di classe L1 ed appesantiti nella parte inferiore. Il profilo guida è in alluminio estruso, componibile fino ad un massimo di 5 pannelli, completo di pattini di scorrimento in nylon;

- MODELMOV, tende a bande, in tessuto trattato, con la parte superiore supportata da apposite lamine agganciabili ai carelli e la parte inferiore è zavorrata con piastrine in acciaio aventi alle estremità due clips alloggianti una catenella che ne assicura il passo. Particolarità del sistema sono i carrelli orientatori e di scorrimento in derlin che corrono lungo le guide.

L'orientamento delle bande è ottenuto da una coppia: vite senza fine e ruota elicoidale. Alloggia in un carter corredato da rotelle che gli consentono di scorrere lungo la guida. Il sistema è completato dalle lamelle di trascinamento in derlin che trasmettono il moto traslativo del carrello trascinatore ai successivi carrelli orientatori e fissano il passo.

MODEL SYSTEM ITALIA – SCHEDA 19.

Sistema di tende per facciata ITALSCREEN coniuga la funzionalità con la creatività architettonica, in quanto offre sia protezione dall'irraggiamento solare che soluzioni estetiche allineate alle condizioni strutturali delle facciate. La superficie della tenda, essendo staccata dalla facciata, permette la circolazione dell'aria con effetto rinfrescante sulle superfici vetrate. I modelli forniti sono:

- ITALIASCREEN FM41C, la cui peculiarità consiste nella presenza di cavi in acciaio inox ancorati all'estremità della superficie da schermare, con la duplice funzione di:

- 1) supporto del cassonetto, a sezione circolare in lega di alluminio anodizzato disponibile nelle tinte RAL, con testate in fusione di alluminio;
- 2) guida dello spiaggiare del tessuto.

I teli sono in tessuto di vetro rivestita di PVC Modelscreen, disponibile in 15 diversi colori dalle tonalità luminose a quelle coprenti.

La manovra avviene tramite motoriduttore inserito nel rullo di avvolgimento e può essere automatica se collegata a sensori.

- ITALIASCREEN FM41, oltre a svolgere la funzione di protezione solare offre notevoli possibilità dal punto di vista decorativo, grazie alle molte forme che si possono creare con questa struttura tubolare. Il telaio è realizzato con parti di alluminio trattato per resistere meglio agli agenti atmosferici; la movimentazione è uguale a quella del modello ITALIASCREEN FM41C.

- ITALIASCREEN FM41Special, è stata sviluppata per rispondere alle esigenze di proteggere dall'irraggiamento solare le aperture orizzontali, inclinate e verticali in cui lo svolgimento del tessuto non può avvenire per il peso dello spiaggiatore ma deve essere ottenuto per trazione. A differenza di altri sistemi presenti sul mercato, in cui la trazione viene realizzata con molle e con pistoni collegati a nastri, che nel tempo possono perdere le caratteristiche prestazionali, nell'ITALIASCREEN FM41S la trazione-tensione è ottenuta tramite due gruppi meccanici con frizione, tarati al momento della fabbricazione in funzione della superficie del telo, che attraverso nastri forati in acciaio inox, inseriti nelle guide (speciali profili tubolari estrusi), trasmettono allo spiaggiatore una costante trazione durante tutta la manovra della schermatura.

- ITALIASCREEN MS81 è costituita da guide laterali verticali in alluminio estruso su cui scorrono apparecchi a sporgere automatici che consentono in una prima fase la discesa della tenda verticalmente e successivamente la proiezione verso l'esterno di 180°. Le guide laterali sono a canale con limitata apertura per un minor accumulo di polvere, in lega di alluminio estruso anodizzato, elettrocolorato o verniciato a fuoco. Gli apparecchi a sporgere (mm 600) di tipo automatico, con rotazione di 180°, sono in acciaio inox o zincato, completi di tubi trasversali (intermedio e cadente) in acciaio zincato o verniciato di diametro mm 28.

NACO – SCHEDA 20.

Il frangisole orientabile NACO trattiene circa l'80% del calore dei raggi solari e quindi consente di ridurre fino al 30% il consumo degli impianti di climatizzazione. Le pale sono realizzate in alluminio mentre il telaio può essere sia d'alluminio che di acciaio zincato e verniciato. L'impiego di leghe leggere ad alta resistenza assicura una perfetta tenuta: l'intera struttura è collaudata per sopportare la pressione del vento fino a 120 KM/h. Il sistema orientabile non ha bisogno di manutenzione.

Il modello ELLIPSOID è un frangisole orientabile in lamiera d'alluminio, prodotto in due tipi di pale che si differenziano tra loro per il metodo costruttivo utilizzato. Il primo, prodotto in diverse misure (di larghezza cm 15, 21,30 e 45), è ottenuto mediante piegature della lamiera, preventivamente tagliata e misurata e successivamente fissata con rivetti. La piegatura conferisce alle pale una sezione di forma ellissoidale che le rende robuste e resistenti al vento. La seconda si presenta invece priva di rivetti, con misure da cm 30, 45 e 60 ed è costituita da due metà aggraffate ad un

estruso centrale. Entrambe le pale sono chiuse agli estremi con appositi tappi posizionati a pressione.

L'angolo d'apertura delle pale è di 150° e si regolano con comando manuale a frizione, a distanza mediante comandi meccanici o elettrici oppure con un dispositivo elettronico che consente di mantenere nell'ambiente di lavoro l'intensità di luce desiderata orientando automaticamente le pale frangisole.

Altro modello è il FRANGISOLE ESTRUSO il cui profilo della pala è studiato per ottenere effetti particolari come l'accavallamento a perfetta tenuta di luce e la possibilità di drenare l'acqua piovana dando alle pale la giusta inclinazione quando sono messe a copertura di un ambiente. La presenza di nervature all'interno della pala, dà ad essa una notevole robustezza.

I modelli prodotti si differenziano in base alle dimensioni e sono 21E, 25E, 30E, 45E, 60E ed il 120E rispettivamente di mm 210, 250, 300, 450, 600 e 1200. Per tutti i tipi, tranne che per il 120E (che ha peso di 33 Kg/ml), i meccanismi di movimentazione e l'angolo di rotazione sono simili al frangisole Ellipsoid.

Per il sistema sopra specificato l'orientamento permesso è di 120° e le pale sono azionabili solamente tramite motore. Il modello 120E consente in modo maggiore, rispetto agli altri (viste le dimensioni), di passare da una generosa luminosità all'oscuramento totale.

NACO – SCHEDA 21.

Il modello AIRLUX di frangisole orientabile, novità della produzione NACO, si pone quale elemento architettonico ancor più caratterizzante per la facciata.

E' costituito da una speciale lama singola di spessore 18/10, totalmente forata, e con una linea particolarmente elegante ed aerea. La foratura che può essere realizzata in svariati modi, è definita da due parametri principali: il diametro dei fori ed il passo. La sommatoria della superficie forata in percentuale indica la quantità di radiazione solare che riesce a filtrare. Per esempio in una realizzazione si sono fatti fori di mm 15 di diametro con un passo di mm 25. Con questi parametri, la sommatoria delle aree di tutti i fori è il 28,2% della superficie totale della lamiera per cui, attraverso di essa, filtra proprio il 28,2% della radiazione solare mentre il 71,8% viene schermata. Il frangisole ha un tubo portante in alluminio con spessore 28/10 e diametro mm 60, con boccole laterali contenenti cuscinetti a sfera che riducono l'attrito in modo da avere così una movimentazione delle lame con sforzi molto ridotti. Il motore per la movimentazione è alloggiato all'interno del tubo, ma è possibile montarlo anche all'esterno. Airlux è prodotto in lunghezze fino a quattro metri e può sporgere lateralmente di oltre un metro senza necessità di supporto.

Il frangisole fisso EURO 10 prende il nome dal simbolo della nuova moneta europea, a causa della sua inconfondibile sezione. Euro 10 è una pala di mm 100 di larghezza in alluminio estruso con spessore 15/10, un peso di 700 g/ml ed una lunghezza massima di mm 6500. Un rinforzo dentellato, posto centralmente, aumenta notevolmente la resistenza della pala alla flessione e serve da solido aggancio alla staffa. La staffa può essere fissata

al supporto in una delle nove angolazioni previste che variano l'una dall'altra di 22,5° ed è realizzata in nylon rinforzato con fibre di vetro e stabilizzate ai raggi UVA. Sia la pala che il telaio, entrambi estrusi, sono disponibili con due finiture: anodizzati oppure nei diversi colori RAL.

Euro 10 può essere disposto sia in verticale che in orizzontale ed è possibile montarlo pure a pensilina, mediante l'utilizzo di mensole in acciaio. Per un'ottimale resistenza alla flessione, il passo del telaio non deve superare i mm 2500. Il montaggio è semplice: su due telai si inseriscono i supporti, determinando il passo di mm 104. Il primo e l'ultimo supporto vengono fissati al telaio mediante viti. Poiché il passo è fisso (mm 104) la quantità di luce che si desidera viene determinata dall'angolo di inclinazione della staffa.

NACO – SCHEDA 22.

L'infisso a lamelle orientabile NACO della LINEA VETRO è stato progettato per regolare la luminosità e l'areazione degli ambienti in qualsiasi momento della giornata. La semplicità della meccanica e la struttura agile assicura un perfetto funzionamento ed una larga adattabilità.

L'infisso è formato da due montanti con portalamelle in lamiera zincata preverniciata od in alluminio anodizzato. Nei portalamelle vengono inserite lamelle di vetro (trasparente, stampato, fumè, ecc.), metallo e plastica. Queste possono essere sostituite facilmente e la manutenzione si limita alla semplice pulizia.

Una maniglia ad azionamento manuale o a comando a distanza permette di regolare l'apertura delle lamelle fino a 90°.

L'infisso è perfettamente bilanciato, resiste al vento ed all'acqua, conserva la posizione fissata e il dispositivo di bloccaggio ne garantisce una buona chiusura.

Le persiane NACO della LINEA LEGNO e delle LINEA ALLUMINIO sono solide, ben definite e realizzate con montanti in alluminio; difendono l'ambiente dal rumore, dal sole, dalla pioggia e dalla polvere.

Della Linea Legno le lamelle hanno dimensioni pari a mm 60, 70, 96, 148 ed i modelli prodotti sono: PL60, MDL60, PL70-PL 70/28, SPECIALEGNO e Sp148.

Della Linea Alluminio le dimensioni delle lamelle sono mm 60, 70, 96 ed i modelli prodotti sono: SP54, PE.R.LA.70, SPL.

I portalamelle a seconda della versione possono essere in alluminio od in pvc. Il meccanismo per graduare l'apertura delle lamelle non necessita di alcuna manutenzione ed i comandi per la movimentazione possono essere in acciaio inox oppure in pvc. La sagomatura delle lamelle rende la persiana molto simile a quella tradizionale allargandone così la possibilità d'impiego.

RENSON WAREGEM – SCHEDA 23.

ICARUS è la proposta di RENSON per sistemi di schermatura esterni con pale mobili o fisse per prevenire la penetrazione nell'ambiente interno, della radiazione solare estiva; l'ideale sarebbe evitare il più possibile l'insolazione diretta durante i mesi estivi ed invece favorirla nei mesi invernali. Gli elementi frangisole inoltre intervengono per regolare l'intensità luminosa della luce solare evitando che la componente luminosa diretta possa penetrare nell'edificio, favorendo invece la componente diffusa.

Tutte le soluzioni proposte con ICARUS hanno caratteristiche estetiche che vanno ad arricchire il disegno della facciata ed il loro utilizzo non va a limitare il rapporto visivo tra l'interno dell'edificio e l'esterno circostante.

Per i suoi diversi sistemi ICARUS propone pale in alluminio estruso con una sezione ellittica con avente le seguenti misure: IC125 (mm 125x25), IC200 (mm 200x35), IC300 (mm 300x50), IC360 (mm 360x60) e IC400 (mm 400x80).

La resistenza dei sistemi proposti dalla RENSON è calcolata in base al carico del vento, della neve ed alle dimensioni delle pale (di conseguenza dalla distanza fra i supporti). Vengono realizzati dei test di stabilità sul sistema schermante andando a ricreare le caratteristiche ambientali di dove il prodotto verrà utilizzato.

ICARUS ha le seguenti possibilità di applicazione: ICARUS QUICKFIX, ICARUS FIXED e ICARUS MOVABLE.

ICARUS QUICKFIX è un sistema di schermatura solare fisso facile da montare fornito completo di tutti i componenti e gli accessori su misura. È disponibile per le pale di tipo IC150, IC200 e IC300. Può essere installato sia orizzontalmente che verticalmente e le pale possono essere posizionate con angoli a 45° o 90° e distanziate tra loro a seconda del disegno e delle caratteristiche richieste. Tutti i pezzi sono inossidabili e sono disponibili rifiniti secondo i colori RAL. Il sistema è studiato in modo tale che quando è montato non siano visibili né viti né rivetti.

RENSON WAREGEM – SCHEDA 24.

ICARUS FIXED, un sistema di schermatura fisso, può essere installato sia orizzontalmente che verticalmente; la distanza tra le pale e l'angolo con cui sono posizionate può essere determinato dal disegno e dalle caratteristiche schermanti richieste. Le pale, utilizzabili per questo sistema, possono essere di tutte le dimensioni. Il sistema è composto da elementi inossidabili con la possibilità di rifinirli in tutti i colori RAL. C'è la possibilità di realizzare anche dei moduli preassemblati formati da un massimo di 4 o 5 pale di tipo IC125, IC200, IC300 e IC360.

ICARUS MOVABLE, un sistema di schermatura mobile, può essere installato sia orizzontalmente che verticalmente. La distanza delle pale può essere determinata dalle caratteristiche del disegno e della costruzione. Le pale, disponibili in tutte le sezioni elencate, possono ruotare di 135° gradi e si orientano in modo sincronizzato grazie ad un motore elettrico che, muovendo un braccio, trasmette la rotazione agli elementi schermanti. Queste sono collegate al braccio grazie ai tappi di chiusura studiati con un'appendice che permette l'ancoraggio all'elemento di trasmissione. Il

motore può essere collegato ad un sistema di sensori di luminosità e di temperatura in modo da azionarsi autonomamente; inoltre le pale possono autoposizionarsi in modo da evitare danni dovuti ad eventi climatici. Tutto il sistema è inossidabile e gli elementi sono disponibili in colorazioni RAL.

Oltre ai tre sistemi ICARUS già presentati, RENSON propone un nuovo tipo di frangisole: SUNCLIPS. È un sistema fisso ed esterno di schermatura solare che può essere montato verticalmente, orizzontalmente o inclinato con un angolo di 30° gradi, adattandosi a qualsiasi tipologia architettonica e permettendo anche soluzioni d'angolo. Le pale intercettano la radiazione solare diretta evitando così effetti disturbanti, consentendo però allo stesso modo la vista dell'ambiente esterno circostante. Per ottenere un maggiore passaggio di luce, le pale possono presentare delle microforature. Gli elementi sono inossidabili e disponibili nei vari colori RAL e le parti sintetiche sono trasparenti o nere. Le pale sono ancorate alla struttura portante attraverso degli agganci a clips e grazie alla facilità di assemblaggio ed alla resistenza del sistema, la manutenzione richiesta è minima.

RIALTO vetrotenda bund – glasses – SCHEDA 25.

Il Vetrotenda Rialto è una vetrata isolante con una veneziana da mm 15, incorporata tra i due vetri, orientabile e sollevabile. In soli mm 30 lungo il bordo perimetrale de Vetrotenda vengono occultati tutti i comandi di orientamento e di sollevamento della tenda, i sali disidratati e la sigillatura. Abbiamo una totale assenza del cassonetto e la tenda all'interno dei vetri non richiede né pulizia né manutenzione.

I comandi per l'orientamento della tenda e per il suo sollevamento sono alloggiati nel profilato di alluminio distanziatore del vetro camera, secondo una tecnologia di avanguardia largamente sperimentata. Lo schermo costituito dalla tenda inserita nella vetrata isolante permette di ottenere bassi valori del fattore solare; in particolare la scelta di colori chiari delle lamelle consente di contenere il naturale riscaldamento della vetrata isolante, limitando i moti convettivi all'interno del vetrocamera ed il surriscaldamento della lastra interna. Il sistema Rialto migliora notevolmente le prestazioni termiche delle tradizionali vetrate isolanti riducendo il K di circa il 25%.

La tenda inserita nel vetrocamera interrompe le onde sonore, migliorando l'isolamento acustico. Una Vetrotenda Rialto nella configurazione mm 6+20+4 raggiunge l'ottimo isolamento acustico di 35 decibel, notevolmente migliorato rispetto ad un uguale vetrocamera senza tenda incorporata.

La regolazione dell'orientamento e del sollevamento delle lamelle consente di modulare a piacere la quantità di luce e la visibilità verso l'esterno, tutelando la privacy dell'ambiente, offrendo un controllo microtermico, per un miglior comfort ambientale.

Sono prodotti due modelli. Il 98.O solo con possibilità di orientare le lamelle ed il modello 85.SO che oltre ad orientare può anche sollevare la tenda veneziana. I comandi per la tenda possono essere manuali, con comando elettrico o con telecomando.

SCHUCO intrnational – SCHEDA 26.

TOP SKY è una pensilina in alluminio (di alta qualità resistente alla corrosione e di facile manutenzione) e vetro prodotta in due modelli TOP SKY I e TOP SKY II. Le schermature possono assumere prestazioni differenti a seconda del tipo di vetraggio: si passa dalla semplice protezione solare alla schermatura sinergica che integra elementi fotovoltaici per la produzione di energia elettrica. Questo sistema può essere fissato alle facciate FW50 e SK60V della SCHUCO, a costruzioni in metallo ed in legno così come in pietra o calcestruzzo. Si può scegliere tra le due diverse realizzazioni: Top Sky I con mensole in alluminio e angolo di inclinazione fisso di 30° con una profondità massima di mm 1400 e Top Sky II con supporti snodati ed una inclinazione variabile tra 30° e 45° con una profondità massima di mm 1500.

I sistemi di schermatura Top Sky possono essere applicati in sequenza fino ad ottenere le lunghezze desiderate. L'interasse e la profondità della pensilina sono variabili mentre la larghezza dei moduli può raggiungere mm 1000. Come tamponamenti possono essere inseriti anche elementi fotovoltaici che generano energia elettrica (la superficie di un modulo di 1 mq composto da celle monocristalline fornisce fino a 100 kWh di corrente all'anno). A questo scopo sono disponibili celle fotovoltaiche in diverse realizzazioni e colori.

SUNTEC è un sistema per pale di varie dimensioni, orientabili e fisse, che interfacciano il sistema. Le lamelle disponibili possono essere: in lamiera o estruse a sezione ellittica, in lamiera forata, combinate con inserti a scorrimento in alluminio, a profilo semplice ed in vetro. Disponibili in dimensioni da mm 105 a 470, le lamelle offrono svariate opzioni di design.

Tra gli altri vantaggi ricordiamo: risparmio sui costi grazie ad un montaggio facile e veloce, assenza di manutenzione, soluzione di sistema per l'assorbimento della dilatazione, ombreggiatura in estate, visibilità e maggiore irraggiamento solare in inverno. Il vasto programma di lamelle in alluminio Schuco SunTec è in grado di soddisfare ogni esigenza e l'alta flessibilità del sistema di accessori permette una facile integrazione anche di lamelle speciali personalizzate. La lamella "combinata" consente particolari accenti creativi grazie agli inserti infilati sul modello base si possono creare interessanti combinazioni di colori e motivi.

Le lamelle in vetro, riflettente piano o curvo, della Schuco SunTec, permettono un libero contatto con il mondo esterno anche quando la schermatura solare è azionata al 100%. A seconda della finitura delle lamelle muta anche l'immagine esterna della facciata: da una leggera trasparenza ad un riflesso raffinato.

SCRIGNO S.r.l. – SCHEDA 27.

Scrigno ha applicato la sua esperienza nella ricerca specifica sulle problematiche delle chiusure e degli infissi esterni delle costruzioni, valutando impatto e richieste derivanti dai fattori più disparati, quali il clima e l'isolamento termico, l'insonorizzazione, fino ad arrivare a studi estetici e di vivibilità degli ambienti interni.

Il sistema funziona con un controtelaio dove scorrono i vari elementi che compongono i modelli. Vengono prodotti più modelli che sono:

- MAGICO è il controtelaio in grado di accogliere sia un'anta esterna (persiana o inferriata) che l'infisso interno alzante e scorrevole;

- BELVEDERE è un controtelaio ideato per accogliere solo l'anta scorrevole esterna che può essere una persiana o un'inferriata. La regolazione della persiana consente di intervenire sulla luminosità dell'ambiente; inoltre, quando è aperta, è protetta dagli agenti atmosferici;

- BELVELATO è un controtelaio progettato per accogliere, oltre che un'anta esterna scorrevole, anche una zanzariera. Si tratta di un esclusivo traverso di scorrimento che prevede l'inserimento di due elementi esterni a scorrimento;

- GRANBELVEDERE è un controtelaio in grado di accogliere due persiane parallele a trascinamento, scorrevoli a scomparsa, abbinata ad un infisso interno a battente;

- ACCORDO è un controtelaio in grado di accogliere due ante esterne scorrevoli a scomparsa, persiana ed inferriata, abbinata ad un infisso a battente;

- ARPEGGIO è un controtelaio in grado di accogliere tutto il Kit per esterno formato da inferriata, persiana e zanzariera tutti scorrevoli a scomparsa.

SUNBREAK Schermature Solari – SCHEDA 28.

Frangisole a lamelle appacchettabili e orientabili METALPAK è un prodotto con materiali di elevata qualità all'avanguardia per design, robustezza ed eleganza.

METALPAK Sb65-80 ha lamelle sagomate mediante profilatura a freddo di sezione arcuata con nervature di irrigidimento longitudinale sui bordi. Le lamelle in alluminio hanno una larghezza di mm 65 o 80 e una duratura verniciatura a fuoco. Ogni lamella è collegata attraverso un terylene a passo e viene guidata, sulla parte anteriore, alternativamente a sinistra e a destra, con perni di guida, permettendo in questo loro modo una movimentazione silenziosa. Il terminale in alluminio estruso è accoppiato a scatto sulla lamella, corredato di tappo laterale telescopico in PVC grigio per lo scorrimento in guida.

METALPAK Sb70-90 ha lamelle sagomate mediante profilatura a freddo con guarnizione longitudinale inserita in fase di profilatura sul bordo della lamella per una maggiore durata, per un buon oscuramento e buona attenuazione dei rumori. Inoltre è corredata da un piolo per il suo trattenimento e con graffa in acciaio inox. Le lamelle in alluminio da mm 70 o 90, si abbassano in posizione chiusa e si sollevano in posizione orizzontale. Su richiesta è possibile un'inclinazione di lavoro a 45°. Anche in questo modello il terminale è simile a quello del modello METALPAK Sb65-80.

METALPAK Sb200 ha lamelle in lega di alluminio/magnesio prevernicate, spessore mm 0,6, larghezza mm 97 con nervature di irrigidimento longitudinali e guarnizione insonorizzata sul bordo inferiore. Guide laterali autoportanti in alluminio estruso anodizzato argento, di dimensioni mm 85x40 e di spessore mm 1,8, corredate da inserti in PVC inseriti nei pivotti

per ottenere uno scorrimento silenzioso. I pivotti portalamelle, collegati ad esse attraverso clips invisibili dall'esterno, sono in pressofusione uniti fra loro per mezzo di cerniere in acciaio inox a passo costante. Questo fa sì che non ci sia nessun sostegno intermedio. La veneziana si abbassa con lamelle in posizione a 37° e si solleva con lamelle in posizione orizzontale, con possibilità di orientamento in qualsiasi posizione. La movimentazione di salita e di discesa avviene per mezzo di elementi snodati che ruotano di 90° ed è dotata di dispositivo anti-solevamento delle lamelle in posizione di chiusura e di sganciamento automatico in caso di ostacoli in fase di discesa.

SUNBREAK Schermature Solari – SCHEDA 29.

Le tende per esterni SUNSCREEN bloccano i raggi del sole prima di raggiungere il vetro lasciando passare il 20% dell'energia solare. I modelli prodotti sono due:

- SunScreen con braccia a sporgere, costituite da robuste armature in alluminio estruso di grosso spessore, verniciate od anodizzate, corredata di guide laterali, rullo rompitratta con pattini di scorrimento in guida per trattenere il telo sotto la spinta del vento. Il tessuto filtrante in fibra di vetro è rivestito in PVC indegradabile classe M1, oppure in tessuto acrilico impermeabilizzato disponibile in una vasta gamma di colori;

- SunScreen a trazione continua, il tessuto disponibile è uguale a quello del modello precedente della linea SunScreen.

Il sistema ha un dispositivo automatico frizionato, per tenere costantemente in tensione il tessuto, durante il funzionamento di salita e di discesa, particolarmente indicata per schermature di superfici vetrate inclinate od orizzontali. Sunbreak è un sistema di pale frangisole a sezione ellissoidale orientabili dotato per la movimentazione delle pale, di motori con comando manuale a distanza o collegati a sensori solari. Esistono due modelli:

- Sb130 ha pale con sezione mm 130x20 ricavate da profili di alluminio estrusi di spessore 15/10, verniciate RAL. La cerniera di rotazione della lamella è posta al centro inferiore della pala frangisole e collegata al montante con viti in acciaio inox. I montanti verticali di sostegno, in acciaio, sono posti dietro alla pala frangisole, distanziati ogni 1,5 metri. L'oricchiella d'orientamento è posizionata all'estremità della pala frangisole predisposta per l'attacco alla barra di trasmissione (un fondino di acciaio inox). La staffa d'ancoraggio al motoriduttore è posizionata all'interno del montante porta pettine;

- Sb207 ha pale con sezione mm 207 x 30 in alluminio di spessore 15/10. Alle due estremità vengono inseriti due tappi realizzati in nylon, rinforzati con fibra di vetro, uno per la parte superiore ed uno per la parte inferiore corredato di oricchiella per l'attacco alla barra di trasmissione. Ogni pala ha dei perni di rotazione in alluminio di diametro mm 12 collegati ad una barra di sezione circolare per trasmettere il movimento di apertura o di chiusura del frangisole.

2.2 Considerazioni tecniche.

Dall'analisi fatta è interessante porre l'attenzione sulle caratteristiche e sull'evoluzione di alcuni prodotti.

- I materiali che costituiscono la superficie schermante:
 - *Vetro*. I materiali trasparenti sono tanto più trasparenti quanto più la loro superficie è lucida. Quanto più una superficie è lucida, tanto più è riflettente e quindi, quando l'osservatore e la sorgente luminosa si trovano in certe posizioni, la trasparenza diventa riflettanza. Se una superficie è riflettente non lascia passare lo sguardo, quindi è opaca. Perciò una superficie trasparente può in certe condizioni diventare opaco. Perfino il trasparente e fine vetro non riesce a trasmettere il 100% dei raggi solari incidenti perché parte viene assorbita o riflessa. La quantità assorbita dipende dal tipo e dallo spessore della vetrata, mentre la quantità riflessa dipende dalla natura della superficie e dall'angolo d'incidenza della radiazione solare. Per migliorare le qualità di alcune realizzazioni di schermatura trasparenti, è possibile colorare gli elementi trasparenti, trattare e rifinire in vario modo la superficie esterna e offrire la possibilità di inserire celle fotovoltaiche.
 - *Metallo*. Frangisole costituito da un susseguirsi di doghe e di elementi rigidi, disposti verticalmente od orizzontalmente, fisse oppure orientabili su entrambi i lati con una rotazione degli elementi di 360 gradi. I brie-soleil possono avere una superficie assorbente ed una riflettente. Gli elementi possono avere diverse sezioni, con nervature per conferire maggior rigidità e, se chiuse, sono pensate con un'intercapedine d'aria per evitare fenomeni di surriscaldamento. Se utilizzato per elementi interni deve essere di colore chiaro e con superficie riflettente.
 - *Superfici fotovoltaiche*. Soluzione di integrazione della superficie schermante. Sistema parziale di schermatura

trasparente, le lamelle sono capaci di intercettare la radiazione diretta mentre consentono alla luce diffusa di filtrare all'interno. Questo sistema consente anche un recupero energetico. Per il posizionamento della superficie, in modo da poter captare la maggiore radiazione, occorre l'utilizzo di sensori. Per avere un miglior rendimento bisogna fare attenzione alla pulizia delle superfici, al surriscaldamento degli edifici ed a eventuali ombre.

- *Legno*. Sistema a veneziane interne, a tapparelle, a persiana, o a pale può permettere l'oscuramento parziale o totale. L'utilizzo di questo materiale è richiesto per particolari esigenze di contesto e d'estetica e comporta una ripetuta manutenzione.
- *Tessuto*. Lavabile e resistente agli agenti atmosferici e chimici, in particolare saranno tessuti acrilici e fibre rivestite di PVC. Sono di tipo avvolgibile con rulli e cassonetti e grazie all'utilizzo di particolari bracci e snodi permettono diverse disposizioni. Riducono fino al 65% i guadagni termici sulle facciate sud nel periodo estivo. L'efficienza di questa soluzione dipende dalla pulizia del tessuto e dalla circolazione d'aria. Per l'interno si possono utilizzare più tessuti e si distinguono in tende a pannelli rigidi o a tendaggio morbido.
- La tecnologia di movimentazione della schermatura "F1" a pale orientabili, prodotto dalla *CDR protezioni solari* (vedi scheda n° 1).

Il meccanismo di movimento è completamente assemblato, pronto per l'utilizzo e permette una notevole diminuzione dei tempi d'installazione del sistema schermante. Il motore inserito in una pala ed il sistema di movimentazione inserito nei profili laterali, sono protetti da agenti atmosferici o manomissioni con conseguente riduzione d'interventi di manutenzione;
- L'evoluzione del sistema schermante delle tende veneziane per esterno.

I modelli più semplici, prodotti dalla *GRIEESER* come "LAMISOL", dalla *MODEL SYSTEM* come "MODELPAK ms300" e dalla *SUNBREAK* come "METALPAK sb65-80", hanno delle guide laterali esterne dove scorrono i pivotti di ogni lamella per ridurre il rumore in condizioni di vento con la protezione in uso, e la regolazione dell'angolo delle lamelle ed il loro sollevamento sono garantiti da nastri in tessuto sintetico a cui ogni lamella è collegata.

L'evoluzione tecnologica del sistema ha portato ad un prodotto superiore nel quale il meccanismo di sollevamento è inserito nelle guide laterali. La rotazione delle lamelle è sempre consentita dai nastri a cui esse sono collegate. Questo sistema è prodotto sempre dalla *GRIEESER* come "GRINOTEX" e dalla *MODEL SYSTEM* come "MODELROLL".

Il successivo avanzamento tecnologico del sistema tenda veneziana esterna ha portato sia il dispositivo di regolazione dell'angolatura che il dispositivo di sollevamento delle lamelle dentro le guide laterali, proteggendoli maggiormente dall'usura e dagli agenti atmosferici. Questo ha pure consentito l'eliminazione del segno verticale dei nastri di regolazione tipico delle veneziane, portando un miglioramento estetico del prodotto. Esempi uguali sono prodotti dalla *GRIEESER* come "METALLUNIC", dalla *MODEL SYSTEM* come "MODELPAK ms2001" e dalla *SUNBREAK* come "METALPAK sb200".

- La semplicità di montaggio e la flessibilità di soluzione che caratterizzano alcuni sistemi di schermatura fissi.

Prodotti che possono spiegare con chiarezza tali caratteristiche sono: "UNIVERSAL LOUVRE" e "SOLAR C" della *COLT International*, "SUN LOVRES" della *LUXALON*, "EURO 10" della *NACO*, "AIRFOIL" della *C/S Group Construction Specialities* ed "ICARIUS QUICKFIX" della *RENSON Waregen*.

- La finestra intesa come elemento multifunzione integrato, cioè come elemento che deve soddisfare più esigenze.

I prodotti forniti dalla *SCRIGNO* sono interessanti non tanto per le caratteristiche dell'elemento schermante ma quanto per la completezza del sistema che viene offerto. Infatti la scelta non interessa solamente la partizione esterna, la persiana, ma anche gli altri componenti che vanno ad individuare e formare la chiusura esterna, quali l'inferriata, la zanzariera e l'infisso della finestra.

2.3 Considerazioni generali.

Dall'analisi fatta, per elaborare le schede dei vari prodotti, si sono evidenziate delle caratteristiche che sembrano guidare le scelte di produzione.

1. SISTEMA SCHERMANTE COME PROTEZIONE DAL SURRISCALDAMENTO.

La principale caratteristica del frangisole è l'intercettazione della radiazione solare diretta per ridurre l'apporto termico gratuito nei periodi più caldi

2. ESTETICA PULITA E GRADEVOLE DEI SISTEMI PER ESTERNO.

Nell'architettura contemporanea il design dei componenti frangisole è divenuto un momento di riflessione importante potendo divenire esteticamente significativi e determinanti per l'immagine architettonica finale. Gli elementi di schermatura possono diventare caratterizzanti della facciata, portando variabilità e dinamismo con contrasti luce-ombra e giochi di colore. Tutti i sistemi vengono forniti in colorazioni standard, ma con richieste di grosse forniture si possono avere in tutti i colori RAL.

3. BUON RICICLO DI ARIA CON SCHERMO IN USO.

Ogni sistema attivato deve consentire il passaggio dell'aria tra l'ambiente esterno ed interno.

4. MAGGIORE PROTEZIONE TERMICA CONTRO LE DISPERSIONI NOTTURNE.

I sistemi di schermatura attivati a chiusura delle facciate, nella stagione fredda e nei momenti in cui l'edificio è inattivo, possono creare un cuscinetto d'aria che diventa uno spazio tampone tra la superficie interna e quella esterna.

5. MANOVRABILITÀ MANUALE, MOTORIZZATA E POSSIBILMENTE AUTOMATICA GUIDATA DA SENSORI.

La progettazione di protezioni solari deve tener di conto di molti input e in particolare modo del fatto che le condizioni climatiche non sono stabili ma in continuo cambiamento. Le schermature mobili interne di solito sono comandate manualmente, data la vicinanza fisica con l'utente ed avendo un funzionamento semplice, offrendo quindi sempre una risposta alle continue variabili in modo più preciso, più "personale". Quelle esterne invece offrono la possibilità di comandi automatizzati. Questo avviene perché il loro funzionamento, dovendo tener di conto di più parametri e di più dati, è più complesso. È preferibile demandare la regolazione a programmi che sono in grado di sfruttare al meglio le potenzialità del sistema.

6. SILENZIOSITÀ DEL SISTEMA DI FUNZIONAMENTO.

Il sistema schermante non deve essere fonte di disturbo acustico sia in condizioni di movimento che di funzionamento, per questo sono previste sempre guarnizioni ed elementi plastici.

7. MIGLIORAMENTO DEL COMFORT ACUSTICO INTERNO.

I sistemi di schermatura che si sviluppano parallelamente alla facciata coprendo l'intera superficie vetrata in posizione di protezione vanno ad aumentare anche l'isolamento acustico globale dell'involucro.

8. RESISTENZA SPERIMENTATA CONTRO AGENTI ATMOSFERICI.

Tutti i componenti sono certificati sul mantenimento delle loro caratteristiche fisiche e cromatiche.

9. SISTEMA CON FLESSIBILITÀ DI CONFIGURAZIONE E DI TIPOLOGIA DI MONTAGGIO.

Il sistema di protezione è composto da elementi modulari prodotti industrialmente, con possibilità di un assemblaggio veloce in cantiere od addirittura con la possibilità di un pre-assemblaggio. Questa serialità degli elementi formanti la schermatura e la flessibilità di configurazione ottenibile, offre una maggiore applicabilità al prodotto.

10. MINIMA MANUTENZIONE NEL TEMPO O COMUNQUE POSSIBILITÀ DI EFFETTUARLA.

Tutti i sistemi di schermatura richiedono manutenzione. I fattori importanti da tenere in considerazione sono: la possibilità di effettuarla, l'entità dell'opera occorrente e la periodicità con cui questa viene fatta.

11. IL COSTO DELLA PRODUZIONE, DELL' INSTALLAZIONE, DEL FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA DI SCHERMATURA SOLARE.

Elemento importante che guida la maggior parte delle scelte perché l'obiettivo finale è il rapporto costi-benefici favorevole.

2.4 Le vetrate autoschermanti.

Per completezza di studio sono state analizzate anche quei prodotti definiti "vetrate autoschermanti".

Queste sono presenti sul mercato, come nuovi materiali, singoli o composti, coadiuvati da tecnologie particolari, capaci di fornire ottime prestazioni per quanto riguarda la schermatura degli spazi interni. Questi sistemi che si basano sulla riflessione, sulla rifrazione e sulla diffrazione della luce, sono:

1. materiali ad alte prestazioni, componenti a vetri prismatici come aerogels (monolitici o granulari), geometrici (capillari e ad alveare) e vetri evacuati;
2. materiali a trasporto di luce, films olografici;
3. materiali cromogenici ed a commutazione ottica denominati vetri attivi (fotocromatici, termocromatici, elettrocromatici e a cristalli liquidi).

I primi due gruppi schermano attraverso la rifrazione luminosa, mentre i vetri attivi si basano sul concetto di modificare la quantità di luce trasmessa.

In generale però tutte e tre le tipologie tendono ad oscurare l'introspezione visiva con l'esterno quando sono al massimo del loro rendimento schermante.

- VETRI SPECIALI.

1. *Elementi ottico olografici HOE.*

È un sistema trasparente per la luce diffusa ed interviene solamente su quella diretta (riflettendone il 27%); per questo è un sistema che si basa sullo studio del percorso del sole. Una griglia olografica a rifrazione, inglobata nel vetro, concentra la radiazione solare diretta su strisce opache presenti dal 30% al 50% della superficie vetrata. Le strisce opache possono essere realizzate anche con moduli fotovoltaici inglobati nella superficie trasparente. Si ha il maggior risparmio energetico nei giorni più soleggiati quando, utilizzando i sistemi classici di schermatura, sarebbe necessario chiudere tutto ed accendere la luce.

Il principio degli HOE è la rifrazione che si ottiene con una griglia o con un sistema di lastre. Questo effetto dipende dalla lunghezza d'onda della radiazione incidente, pertanto è necessario un sistema che rimandi indietro la luce dopo averla re-direzionata. I sistemi HOE lavorano solamente per particolari angoli per i quali sono stati progettati. La radiazione solare incidente con angoli diversi rimane ininfluenta.

È possibile applicarli sia sulle facciate che sulle coperture e l'utilizzo del sistema garantisce una buona visibilità sull'esterno. La manutenzione è modesta limitandosi alla pulizia dei vetri.

2. Sistema Okasolar.

È un sistema di schermatura integrato al vetro: si ottiene un'alta prestazione dell'elemento vetrato permettendo un'uniforme distribuzione dell'illuminazione naturale ed una variabile schermatura solare.

Nei periodi in cui si hanno maggiori angoli di incidenza della radiazione solare, il pannello potrà essere "chiuso" e schermare la radiazione diretta che diventa riflessa o in parte viene assorbita. Nei periodi in cui la radiazione presenta angoli più bassi, lo schermo risulta "aperto" alla trasmissione diretta.

Il sistema è costituito da un elemento in vetro termico che ha, al suo interno, dei pannelli speciali costituiti da lamelle in alluminio fisse schermanti ad alta capacità di riflessione. Questi elementi consentono la riflessione di una quantità variabile di radiazione solare diretta in relazione all'altezza del sole, in questo modo si ottengono prestazioni e risposte diverse in base alla stagione o alle diverse ore del giorno. L'aspetto dei pannelli schermanti potrà essere più o meno pronunciato quando li si guarda dall'interno in base alla distanza ed al punto di vista.

3. Sistema Helioran.

Tra due lastre di vetro esterne si ha una struttura a nido d'ape o capillari di microtubi in vetro, posta perpendicolarmente alle superfici vetrate, che suddivide l'intercapedine in minuscole celle piene d'aria. Tale sistema possiede la proprietà di regolare il flusso di energia solare presente

nell'edificio, garantendo isolamento termico e buone condizioni d'illuminazione naturale. Attraverso l'effetto di pilotaggio della luce operato dai microtubi, anche le zone più scure degli ambienti possono essere illuminate, dando così maggiore profondità luminosa all'ambiente.

4. *Pannelli "laser-cut".*

Si tratta di un sistema per ridirezionare la luce naturale costituito da sottili pannelli in materiale acrilico trasparente (PMMA) in cui vengono applicate delle incisioni con un raggio laser. L'efficienza del sistema nel trasmettere (per rifrazione) la luce solare è molto alta. Se i pannelli sono montati verticalmente (con incisioni orizzontali) la luce solare incidente con angoli superiori ai 30° viene praticamente interamente riflessa verso l'esterno, mentre al di sotto dei 20° viene rifratta verso il soffitto e quindi verso la parte di ambiente più lontana dalle finestre. Questo permette di ridurre la radiazione solare trasmessa in ambiente in periodo estivo ottimizzando invece la quota parte trasmessa nel periodo invernale. Anche per i pannelli montati orizzontalmente (nella forma di lamelle orizzontali o di veneziane) è elevata la frazione di radiazione solare riflessa esternamente. Permettono la vista verso l'esterno (la distorsione è minima), ma la loro posizione ottimale è sopra l'altezza degli occhi, in modo da evitare possibili abbagliamenti.

5. *Pannelli prismatici.*

Costituiti da una sottile griglia di prismi trasparenti in materiale acrilico rifiniti a dente di sega, vengono prodotti con diverse inclinazioni dei denti, a cui corrispondono diversi angoli di rifrazione della luce incidente e spesso sono ricoperti parzialmente di una pellicola argentata riflettente ad altissima riflessione luminosa. Duplice è la funzione svolta: schermatura della radiazione solare diretta, riflessa verso l'esterno, e trasparenza alla luce naturale diffusa proveniente dalla volta celeste, rifratta e re-direzionata verso il soffitto e quindi, per riflessione secondaria, verso la parte dell'ambiente più lontana dalle finestre. I pannelli prismatici, pur risultando

trasparenti, distorcono l'immagine vista attraverso di essi: occorre dunque prevedere altre superfici finestate per garantire all'interno una corretta e fruibile visione degli spazi esterni.

- VETRI COLORATI.

Il loro utilizzo risulta molto efficace perché riduce il carico termico e controlla la radiazione solare. In base al grado di colorazione del vetro il carico termico, in condizioni di cielo limpido, può essere ridotto del 75% mantenendo alcuni gradi di trasparenza. Nella maggior parte dei casi di utilizzo dei doppi vetri, con vetro colorato esternamente e vetro trasparente internamente, si hanno buoni risultati.

- VETRI RIFLETTENTI.

Rivestendo la superficie esterna del vetro con una pellicola metallizzata si ottiene un sistema molto più efficace dei vetri colorati per il controllo della radiazione solare. La maggior parte dei raggi solari ad onda corta, viene fatta rimbalzare fuori, prima ancora di attraversare il vetro o di essere assorbita da esso. Sono disponibili sistemi con vari gradi di trasparenza e diversi coefficienti di riflessione.

- VETRI A TRASMISSIONE VARIABILE (attivi).

Permettono di variare esclusivamente la quantità di luce trasmessa in base alla quantità di luce che colpisce il vetro. Esistono diverse tipologie:

1. *Vetri fotocromatici.*

Questi vetri modificano autonomamente la loro trasmissione luminosa in funzione della quantità di luce incidente sulla loro superficie. Questa proprietà è ottenuta incorporando nella pasta di vetro, in fase di produzione, dei materiali sensibili ai raggi ultravioletti, che possono essere organici od inorganici (alogenuri metallici).

2. *Vetri termocromatici.*

Questo tipo di prodotto è in grado di variare il proprio assorbimento luminoso in funzione della sua temperatura superficiale esterna, diventando opaco al di sopra di una certa temperatura critica, per poi tornare trasparente quando la temperatura si abbassa. Tale proprietà è ottenuta attraverso un rivestimento della lastra di vetro. In questo sistema di schermatura il rivestimento agisce maggiormente nei confronti delle

radiazioni infrarosse (maggiori responsabili del surriscaldamento), che vengono riflesse all'esterno, ottenendo quindi una maggiore efficacia rispetto ai problemi termici.

3. Vetri elettrocromatici.

Variano gradualmente la propria trasmissione in funzione di un segnale elettrico. Per far tornare trasparente il vetro è necessario un nuovo impulso elettrico di segnale opposto.

4. Vetri a cristalli liquidi.

Posta tra le due lastre di vetro c'è un film che contiene una serie di cavità sferiche con cristalli liquidi che, in assenza di corrente si orientano in maniera casuale, generando la diffusione luminosa della radiazione solare incidente ed impedendo la vista attraverso il cristallo. Creando invece un campo magnetico fra le due facce esterne del film, i cristalli si orientano tutti nel solito modo eliminando la deviazione dei raggi luminosi e garantendo la trasparenza del vetro. Il passaggio da uno stato all'altro avviene in corrispondenza di una tensione critica, che è dell'ordine di 100 volt. Per mantenere la trasparenza del vetro la tensione elettrica deve essere costantemente mantenuta.

5. Vetri gasocromici.

Partendo dal principio dell'elettrocromia, sono stati sviluppati i cosiddetti sistemi gasocromici, con cui è possibile ottenere il mutamento cromatico attraverso una reazione catalitica in presenza di una miscela di gas. Sono costruiti come vetri camera, con l'intercapedine riempita da una miscela di gas. Le lastre di vetro sono rivestite con uno strato di ossido di tungsteno e uno di copertura in platino. La combinazione di diversi spessori di depositi e di differenti concentrazioni dei gas consente di ottenere quasi ogni grado di trasmissione considerato.

- **LE PELLICOLE.**

La pellicola per vetro è costituita da uno strato micro-sottile di poliestere ad alta trasparenza con l'aggiunta di diversi rivestimenti speciali. La pellicola è progettata per essere applicata sul vetro liscio della finestra per

migliorarne le prestazioni nella sicurezza, nella protezione dall'irraggiamento solare e dall'abbagliamento, nella tutela della privacy e come finitura.

Possiamo quindi, per una maggiore chiarezza precisare che in generale i sistemi autoschermanti:

1. sono efficienti nello schermare i raggi solari e nel diffondere la luce all'interno degli ambienti;
2. permettono quasi sempre la vista verso l'esterno;
3. rispetto a qualsiasi tipo di frangisole interno od esterno hanno minori costi di manutenzione;
4. sono generalmente fissi;
5. hanno un elevato costo.

3. ORIENTAMENTI PER LA SCELTA E LA PROGETTAZIONE DEI SISTEMI SCHERMANTI.

Vista la vastità dei prodotti, delle possibilità di applicazione esterne, interne, fisse, mobili, eccetera, ho avvertito la necessità di analizzare l'argomento delle schermature sotto altri aspetti per poter meglio capire se la produzione esistente offre risposte complete allo sfruttamento della radiazione solare che, come si è già detto, è una delle finalità indicate anche dalla legge 10/91.

3.6 Il sole come componente dinamica.

La radiazione solare, è un elemento importante da tenere di conto nella progettazione architettonica in quanto è fonte di luce e di calore gratuita e rinnovabile. La radiazione solare, nelle sue componenti, luminosa e termica, non è costante, ma dinamica. Infatti il suo percorso e la sua intensità emissiva variano durante il giorno e durante l'anno.

Mentre le condizioni del tempo variano in modo imprevedibile, la traiettoria del sole è matematicamente prevedibile in relazione alle stagioni ed alle ore del giorno.

Questa bivalenza dell'apporto solare tende a creare contrasti in quanto un maggiore sfruttamento della luce naturale può creare problemi di surriscaldamento nel periodo estivo e, viceversa, uno sfruttamento dell'apporto termico nel periodo invernale può creare problemi di comfort visivo. La componente diretta della radiazione che penetra nell'ambiente interno ha una diversa un'influenza in quanto, in estate, ha un'elevata intensità distribuita su di una piccola superficie, mentre in inverno, ha un'intensità minore su di una superficie maggiore. È quindi a fronte di un risparmio energetico che bisogna progettare un involucro edilizio, in particolare un sistema schermante, che possa "accogliere" nel modo più conveniente i due apporti nelle varie stagioni dell'anno.

TABELLA 2. La tipologia e natura dell'apporto solare .

| ESTATE e la radiazione solare | NATURA apporto | INVERNO e la radiazione solare | NATURA apporto | CONFRONTI fra il tipo di apporto ed il periodo climatico |
|-------------------------------------|----------------|--------------------------------------|-------------------|---|
| Apporto termico | - | Apporto termico | + | Elemento contrastante |
| Apporto luminoso | + | Apporto luminoso | + | Positivo ma con una diversa regolazione nei vari periodi dell'anno |
| Abbagliamento | - | Abbagliamento | - | Da evitare sempre |

I sistemi di schermatura devono comunque garantire un efficace controllo della radiazione solare soprattutto in estate, senza tuttavia ridurre i guadagni solari in inverno.

La tipologia, la forma e l'orientamento di un frangisole, possono dipendere, in parte, sia dalla quantità che dal tipo di radiazione sia essa diretta, diffusa o riflessa. Benché gran parte del guadagno termico negli edifici sia dovuto alla radiazione solare diretta, può essere tuttavia necessario proteggere l'edificio anche dalla radiazione diffusa e riflessa.

La radiazione ricevuta da una determinata superficie è data dalla somma della radiazione diretta del sole, da quella diffusa dal cielo e da quella riflessa dal terreno. La componente riflessa è generalmente quella più facile da controllare riducendo la riflettività della superficie da schermare. La componente diffusa, è invece un problema più difficile da risolvere a causa del lungo angolo di esposizione dal quale la radiazione deriva. Usualmente è controllabile dai sistemi di schermatura interni o attraverso vetrate speciali schermanti. La radiazione solare diretta è quella più facilmente controllabile da sistemi esterni.

L'analisi di questo primo aspetto mi permette già di trarre le prime conclusioni che mi consentono di orientarmi in modo più chiaro nella progettazione e nella scelta di sistemi schermanti.

- La posizione ottimale del frangisole, per intercettare e ridurre così il carico termico indotto dalla radiazione, è quella esterna che offre una maggiore schermatura. La posizione interna può intercettare l'energia solare solo dopo il passaggio attraverso il vetro e cioè già all'interno dell'edificio. A questo punto, all'interno dell'ambiente, i corpi colpiti dalla radiazione solare, aumentano la loro temperatura ed, in funzione di questa, emettono a loro volta verso l'ambiente interno energia sotto forma di radiazioni infrarosse di lunghezza d'onda superiore a 3.000μ alle quali il vetro risulta sostanzialmente opaco. L'energia rimane quindi "intrappolata" all'interno dell'ambiente dando origine all'effetto serra.

- I sistemi mobili possono agire in modo più adeguato alle variazioni climatiche rispetto ai sistemi fissi. Data la dinamicità della componente solare, si richiede un sistema che possa meglio "accogliere" gli apporti gratuiti del sole. Una schermatura statica, come alcune vetrate

autoschermanti, riduce sì nei mesi estivi l'apporto gratuito negativo del sole, ma contemporaneamente riduce, nei mesi invernali, il guadagno solare passivo della superficie trasparente. Se ben progettati i sistemi fissi difendono le aperture dall'esposizione solare diretta che varia in modo costante durante tutto l'anno. Però la quantità di radiazione solare incidente dipende anche dalle variazioni climatiche: d'estate infatti ci possono essere dei giorni caldi e soleggiati in cui il sistema fisso riesce ad assolvere il suo compito ed altri, nuvolosi, senza radiazione diretta, ma con presenza di radiazione diffusa e riflessa in cui sistemi fissi non risultano efficaci, in quanto non riescono ad intercettare questo tipo di radiazione.

- La regolazione di questi fenomeni comporta l'adozione di una tecnologia abbastanza raffinata in grado di valutare il rapporto tra luce e calore generato dall'irraggiamento. Inoltre, anche i cambiamenti delle condizioni meteorologiche richiedono, proprio per il loro continuo variare, un continuo adattamento della protezione solare. Questa deve essere in grado di adattarsi alle specifiche condizioni del tempo in modo automatico, flessibile e senza movimenti superflui.

3.7 Finestra: elemento multi-funzione integrato.

“Le superfici finestrate assolvono contemporaneamente le funzioni di controllo sull’ingresso della luce naturale, dell’aria, e di guadagno termico passivo. Per questo, nella concezione contemporanea, l’elemento finestrato ha acquisito una nuova connotazione di elemento multi-funzione integrato [...]. Questa esigenza di controllo delle superfici vetrate, ha permesso di immettere sul mercato alcuni componenti innovativi dal punto di vista tecnologico che permettono le varie funzioni [...]. Fra questi componenti, alcuni sono a comportamento passivo, in quanto variano le proprie prestazioni termiche ed ottiche in funzione dei parametri di intensità luminosa e temperatura, mentre altri sono a comportamento attivo, in quanto le prestazioni sono variabili attraverso dispositivi impiantistici”⁴.

Comunque già in passato troviamo un esempio di “elemento finestrato multi-funzione integrato” nelle vecchie finestre completate dalla persiana esternamente e dall’imposta interna, chiamata volgarmente “scurino”. Le varie tipologie e le varie configurazioni di questi tre singoli elementi permettevano all’intero sistema di potersi adattare alle diverse condizioni climatiche.

Nel sistema si potevano individuare tre livelli dal più interno al più esterno:

- I livello, lo scurino. Permette una regolazione interna della luce, più in generale della radiazione solare, aumenta l’isolamento termico ed acustico e la sua totale chiusura rende totalmente opaca l’apertura;
- II livello, la “superficie vetrata”. Livello totalmente permeabile alla radiazione solare, superficie trasparente che percettivamente si può definire: *unione visiva & separazione fisica*;
- III livello, la “persiana”. Regola esternamente la radiazione solare senza arrivare mai ad una opacità totale, è una protezione dagli agenti atmosferici per gli altri livelli e garantisce la privacy senza oscurare totalmente (gelosia).

⁴ **Sala M.**, “Schermature solari”, Alinea, Firenze, 2000, pg. 112.

Questo elemento in posizione di chiusura permette la circolazione dell'aria limitando il surriscaldamento. In alcuni modelli si hanno persiane con la parte inferiore basculante, oppure con le lamelle che possono ruotare di angolazione.

Grande pregio di questo sistema è, come si è già detto, la grande flessibilità che permette, oltre a tutti gli stati di configurazione intermedi, ben altri sei stati di con i vari livelli "open" o "closed". Questo si ha grazie alla ricchezza di elementi tutti dinamici.

Esistono anche però aspetti che devono essere sottolineati come "negativi" a causa della tecnologia e del materiale utilizzato per cui il sistema che, nel suo complesso, ha dei limiti dimensionali.

Anche da questa analisi si può trarre delle conclusioni che ci permettano di individuare caratteristiche importanti per la progettazione e la scelta di sistemi schermanti. Molti sistemi schermanti di oggi offrono meno efficienza e flessibilità perché impoveriti negli elementi che li compongono e quindi nelle funzioni che possono assolvere. Per esempio vengono presentati sistemi schermanti esterni che, con un solo elemento, sarebbero in grado di sfruttare al meglio la radiazione solare nella sua complessità e dinamicità ed al tempo stesso riescono, con lo stesso unico elemento, a raggiungere addirittura l'opacità completa.

Schermatura interna o esterna, mobile o fissa? Qualsiasi sistema venga utilizzato, dalle lamelle regolabili, ai tendaggi, agli elementi ottico olografici, la sua progettazione deve considerare l'utente finale e le sue esigenze come uno degli obiettivi più importanti da perseguire per raggiungere il comfort ambientale. Esistono tre tipi di protezione solare:

- *Primaria*: è quella offerta dall'edificio stesso e dagli elementi a questo solidali;
- *Secondaria*: è quella offerta da una protezione solare esterna all'edificio;
- *Terziaria*: è quella offerta da una protezione solare interna all'edificio.

I tre tipi di protezione solare assolvono allo stesso compito però con caratteristiche e tecnologie diverse. La protezione primaria non verrà analizzata in quanto propria dell'involucro edilizio. La secondaria e la

terziaria sono invece già state analizzate e com'è stato specificato prima, ogni tipologia di schermatura ha i suoi pregi ed i suoi difetti che portano a concludere che forse l'elemento finestrato multi-funzione non può escludere né l'una né l'altra. Quindi, concludendo, si pensa ad un sistema finestrato integrato che sia composto da una protezione esterna, regolata in modo automatizzato, ed una schermatura interna, di semplice tecnologia, azionata direttamente dall'utente che dia quindi la possibilità di avere risposte più puntuali e flessibili, tipo lo "scurino".

3.8 Illuminazione naturale, schermatura come daylighting.

Una parte importante dell'energia che arriva dal sole sulla terra è disponibile sotto forma di energia luminosa sia diretta che riflessa dalla volta celeste e costituisce la cosiddetta luce naturale.

Sin dall'antichità gli architetti hanno cercato di sfruttare la luce naturale all'interno degli ambienti di vita e di lavoro, realizzando finestre, porte, atri e porticati. Qualcuno ha detto giustamente che in fondo l'architettura nasce con l'astronomia, infatti abbiamo l'esempio di architetture antichissime costruite per catturare la luce. Certo l'osservazione della precisione con cui l'astro solare "riappare" in un determinato punto ha costituito una forte spinta, per noi oggi incomprensibile, a catturare, dentro una cavità ombrosa, quel mistero della natura.

La scoperta della lampadina, e quindi di una sorgente di luce artificiale capace di competere per intensità con la luce naturale, ha fatto sì che questa fonte fosse dimenticata dai progettisti. È frequente oggi l'esperienza di trovarsi all'interno di edifici totalmente illuminati durante il giorno con luce artificiale. Siamo giunti a questo perché dalla seconda metà del XX secolo, si è avuta una larga disponibilità di energia elettrica a basso costo e si è giunti alla conclusione che l'illuminazione elettrica ha un'efficienza maggiore e più comoda di quella naturale.

Forse il vantaggio più grosso dell'illuminazione artificiale è stato, e forse ancora lo è, la semplicità e la flessibilità, permettendo una progettazione più libera che non tiene conto della localizzazione e delle dimensioni delle aperture.

Altri problemi, però oggi, entrano in gioco. La crisi energetica degli anni '70 porta a riconsiderare tutte le potenzialità della luce naturale dal punto di vista energetico e qualitativo:

- in base alle zone climatiche ed alla tipologia degli edifici, l'uso della luce naturale può portare un grosso risparmio energetico. Ad esempio un edificio che si trova in una zona costiera temperata, utilizzando la luce naturale, riesce a raggiungere un risparmio del 20%. In edifici come scuole, uffici, piccole industrie spesso il 50% del consumo energetico è dovuto all'illuminazione elettrica. In più,

durante l'arco dell'anno, delle 8760 ore di lavoro, circa 3000 ore sono svolte in turni di giorno; di conseguenza, in questo tipo di edifici, una larga quota dei consumi energetici potrebbe essere ridotta od addirittura eliminata se si utilizzasse la luce naturale;

- all'inizio si enfatizzano solamente gli aspetti energetici, senza considerare le potenzialità che l'uso dell'illuminazione naturale esprime a livello estetico e le capacità di soddisfare le necessità degli utenti. Ambienti di lavoro e di vita, illuminati naturalmente, risultano dinamici nel tempo e vengono giudicati più stimolanti e produttivi dagli utenti che, mantenendo un contatto con il mondo esterno, percepiscono il trascorrere delle giornate, l'alternanza delle stagioni ed i cambiamenti climatici. La sensazione di benessere e piacevolezza viene accresciuta da altre qualità intrinseche della luce naturale, quali la resa cromatica e la capacità di far percepire i contrasti luminosi e le luminanze delle diverse superfici.

La disponibilità di daylight, tuttavia, non deve essere incontrollata, guidata cioè dall'idea che massimizzare la quantità di luce naturale in ambiente comporti la corrispondente ottimizzazione dei benefici per gli utenti, con migliori condizioni di comfort visivo. Un eccessivo e non consapevole ingresso di luce naturale può comportare infatti svantaggi notevoli: surriscaldamento delle zone in prossimità delle finestre in periodo estivo; fenomeni di abbagliamento a causa della visione diretta del sole (o di porzioni di cielo ad elevata luminanza) o di riflessione su superfici lucide; distribuzione di luce naturale non uniforme sull'ambiente (grande quantità di luce concentrata nelle zone prossime alle superfici vetrate, mentre il retro del locale rimane buio, richiedendo comunque l'accensione degli apparecchi di illuminazione artificiale).

Anche la normativa UNI 10840 dal titolo " Luce e illuminazione, locali scolastici, criteri generali per l'illuminazione naturale ed artificiale" del marzo 2000, definisce come finalità: *"L'illuminazione naturale deve essere utilizzata nella maggiore misura possibile al fine di favorire il benessere psico-fisico degli occupanti e ridurre il consumo energetico. Alle superfici*

vetrate è demandata la duplice funzione di consentire il contatto visivo con l'ambiente esterno e di realizzare una soddisfacente distribuzione delle luminanze nell'ambiente interno".

L'ironia della sorte vuole però che un largo uso di pareti continue vetrate si riscontri proprio nell'architettura degli anni '60, periodo in cui non si pensava lontanamente all'utilizzazione della luce naturale. Di conseguenza la progettazione basata sul controllo della luce non implica un aumento del numero di aperture ed un incremento della superficie vetrata. Si richiede invece una progettazione attenta delle aperture per una vera e sapiente distribuzione qualitativa e quantitativa della luce.

3.9 Il “Quadro Magico” delle schermature.

La sfida per i sistemi di protezione solare è di riuscire a sfruttare il più possibile la luce diurna limitando però gli effetti sgradevoli di abbagliamento, di surriscaldamento e garantendo sempre la possibilità di “vedere fuori”.

Il nome “Quadro Magico” deriva dal fatto che una protezione ideale dovrebbe consentire, in situazioni di esercizio, il massimo dello sfruttamento della luce diurna, la massima protezione dal calore (dipende dal periodo climatico che consideriamo) e dall’abbagliamento e la massima visibilità verso l’esterno. Come si sa, per la maggior parte dei sistemi schermanti, non è così, perché quando sono attivati per una maggior protezione, non si ha quasi alcun sfruttamento della luce diurna e si ha poca visibilità verso l’esterno e, se invece si favoriscono queste ultime, si ha un basso livello di protezione dal calore e dall’abbagliamento.

Le soluzioni di protezione solare tradizionali presentano lo svantaggio che, con l’attivazione della protezione dal calore e dall’abbagliamento, la luce disponibile nell’ambiente non è più sufficiente. È necessario allora disporre di luce artificiale. Paradossalmente in piena estate proprio nei momenti di massima disponibilità di luce naturale, occorre l’energia elettrica per l’illuminazione. Interessante è sviluppare i punti riguardanti il massimo sfruttamento della luce diurna e la massima visibilità.

Un involucro (edificio) predisposto progettualmente ad accogliere una notevole quantità di luce, non è per definizione un edificio esattamente illuminato e quindi non risponde alle reali necessità illuminotecniche o semplicemente di comfort ambientale. Con uno sfruttamento efficiente ed intelligente della luce diurna i costi di illuminazione degli edifici si riducono drasticamente; un flusso luminoso solare incidente, ad esempio, in un metro quadro di finestra, è dell’ordine di alcune migliaia di lumen, quanto basterebbe, se opportunamente distribuito, per illuminare varie decine di metri quadrati di superficie di lavoro.

Il comfort visivo, dipende dalla luce e dalla sua percezione, dipende dalla capacità di distinguere l’oggetto dell’interesse. L’illuminamento (è la quantità di energia incidente una superficie data e si misura in lumen/mq =

lux) è il primo parametro da tenere in considerazione. Il secondo parametro è l'abbagliamento, cioè il livello di "fastidio" nel processo di visione.

Com'è stato detto prima, la direzione, l'inclinazione e la quantità della radiazione sono legate al movimento del sole. Le parti vetrate dell'involucro costituiscono la superficie trasparente tramite della luce. Convogliare e diffondere l'eccesso di luce piuttosto che evitarlo, sta alla base di una corretta regolazione e di un principio fondamentale che regola la progettazione del controllo luminoso: dosare la quantità di luce ed orientarla in modo uniforme per eliminare gli aspetti negativi dell'abbagliamento. Questo è il primo obiettivo che bisogna porsi, in quanto la qualità della luce è uno degli obiettivi principali del fare architettura. Lo sfruttamento della luce solare è positivo per tutte le latitudini (cioè per i climi caldi o freddi).

L'altro fattore importante è il poter avere una visibilità esterna anche con alto grado di protezione solare perché un effetto positivo sul benessere è dovuto anche alla possibilità di "vedere fuori". Tuuti i sistemi schermanti, al massimo del loro rendimento, tuttavia, possono penalizzare, fino ad annullarla, la vista verso l'esterno. Il loro impiego deve essere quindi regolato dal compromesso fra questi due requisiti:

schermatura – vista verso l'esterno.

Alla luce dell'argomento trattato e dall'analisi fatta precedentemente delle diverse tipologie di sistemi di schermatura possiamo considerare che:

- nelle Protezioni Solari Interne si tende solamente a schermare qualsiasi componente della luce (diretta, diffusa e riflessa) con superfici a diversi gradi di opacità. Le protezioni interne hanno come scopi principali l'arredo e la privacy e non il pilotaggio e la diffusione della luce all'interno dell'ambiente;
- nelle Protezioni Solari Esterne, fisse o mobili, si rende necessario fare una distinzione: per quelle prodotte a livello industriale, lo scopo principale è intercettare la componente diretta della radiazione come maggiore responsabile del surriscaldamento e dell'abbagliamento e, solamente per una piccola parte di essa, può essere pensata una riflessione interna. Si ha invece un

cambiamento di tendenza quando ci troviamo di fronte a sistemi più specifici al caso. Si hanno esempi di sistemi progettati espressamente per il singolo edificio in cui si pensa, oltre che a schermare la componente diretta, ad un convogliamento ed una diffusione della luce nello spazio interno;

- nelle Vetrate Autoschermanti, si hanno degli esempi di sistemi che cercano di ottenere un buon comfort visivo cercando di convogliare e pilotare la luce all'interno della stanza non riuscendo però sempre ad eliminare i fenomeni di abbagliamento ed a permettere la vista dell'esterno.

3.10 Individuazione concettuale del sistema schermante.

Progettare una protezione solare significa dunque assumere una serie di dati informativi che affrontino in modo sequenziale tutte le problematiche indotte dall'irraggiamento in relazione all'ambiente in cui si inserisce l'involucro ed alle esigenze espresse dalla utenza. In sostanza si tratta di capire l'effettivo ruolo giocato dall'irraggiamento solare nelle varie stagioni e la risposta che l'involucro riesce a dare in termini energetici affinché il comfort ambientale possa risultare costante.

Quindi dalle considerazioni finora fatte sui prodotti, dalle analisi degli altri fattori qui proposte, posso definire un sistema di schermatura così composto:

- *schermatura esterna:*
 1. fondamentale nei periodi di maggior irradiazione, per garantire un miglior confort ambientale;
 2. che abbia l'elemento base schermante di peso e di dimensioni ridotte. Requisito importante perché semplifica durante le fasi di montaggio e di utilizzo del sistema, perché comporta una minore potenza per movimentarlo ed una minore usura dei componenti serventi la movimentazione. Inoltre avendo la funzione anche di pilotare e diffondere la luce all'interno, a dimensioni minori corrisponde una maggiore uniformità luminosa;
 3. che sia "mobile" e comandata automaticamente per rispondere meglio alle varianti climatiche;
 4. capace di pilotare e diffondere la luce naturale all'interno dell'ambiente;
 5. esteticamente gradevole per conferire nuova valenza formale ed architettonica all'involucro;
 6. che offra facilità, semplicità e libertà nel compiere le operazioni di manutenzione;
 7. che nel periodo di massima protezione deve comunque permettere la vista, anche se parziale, dell'esterno.

- *schermatura interna:*

1. che sia di semplice tecnologia (come prima c'era lo scurino);
2. comandata direttamente dall'utente capace di garantire quella flessibilità di risposta più vicina ai propri singoli bisogni;
3. che garantisca il suo utilizzo in caso di malfunzionamento di quella esterna;
4. che offra una maggior privacy all'utente.

Quindi il sistema è composto da due livelli di protezione , uno esterno ed uno interno, che devono essere in relazione tra loro in modo complementare e poter anche funzionare indipendentemente l'uno dall'altro. Un sistema così composto potrà rispondere meglio alle caratteristiche di elemento multi-funzione integrato.

Il funzionamento di un sistema schermante che si ponga come obiettivo di catturare la radiazione solare diretta e rimetterla nell'ambiente interno, non può non tenere conto dell'effetto riflettente diffondente che può avere un soffitto che sia anche solo di colore bianco, riuscendo così dare più profondità e uniformità luminosa all'ambiente interno.

II. LA COLLABORAZIONE CON LA METRA S.p.a. E LE VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE

Definito l'elemento base, accertato il suo funzionamento elementare, e determinato lo schema generale del sistema, posto esternamente all'involucro con due possibili soluzioni da valutare, importante per il continuo dello studio e per considerazioni finali è stata la collaborazione con la ditta METRA S.p.a. e l'utilizzo del software Adeline 2.0 (Advanced Daylighting and Electric Lighting Integrated New Environment).

Questa parte dell'iter progettuale è stata quindi caratterizzata dalla contemporaneità dello sviluppo del sistema nel suo insieme e nei suoi componenti, e delle verifiche illuminotecniche eseguite più approfonditamente. Per una maggiore chiarezza, i due aspetti verranno trattati singolarmente tenendo però presente che è solo per motivi d'esposizione del lavoro svolto.

L'elemento comune di partenza è stata l'applicazione del sistema schermante ad edifici a facciata continua di un edificio per uffici situato a Firenze.

5. LA COLLABORAZIONE CON LA METRA S.P.A.

La METRA S.p.a. è ditta leader a livello europeo per la lavorazione dell'alluminio e la realizzazione di facciate e componenti per l'edilizia. La gamma dei sistemi "firmati" Metra è estremamente vasta e diversificata, in accordo alla grande attenzione ed alla sempre perfetta aderenza del gruppo a tutte le più svariate necessità del mercato. Per la loro elevatissima qualità, le loro avanzate soluzioni tecnologiche, la loro varietà, il loro notevole valore estetico, i sistemi brevettati Metra trovano larga applicazione, in tutto il mondo.

5.5 L'alluminio e le sue proprietà.

L'alluminio, un materiale nobile, un metallo moderno. Quasi sconosciuto fino a poco più di cento anni fa, è oggi il metallo più usato al mondo; da quando, circa un secolo fa, è diventato commerciabile, si può dire che siamo entrati in un'epoca nuova: l'era dell'alluminio. Alluminio in natura non si trova allo stato libero, ma sotto forma di composti che costituiscono l'8% della crosta terrestre. In termini di abbondanza, l'alluminio è il 3° elemento al mondo dopo ossigeno e silicio. Dalla crosta terrestre si estrae la bauxite e da questa, tramite elettrolisi viene ricavato l'ossido di alluminio (allumina), la materia prima necessaria per la produzione di alluminio primario. Da 4 kg di bauxite si ottengono 2 kg di allumina, da questi si ricava 1 kg di alluminio.

Secondo per importanza solamente all'acciaio, ha trovato, infatti, le più svariate applicazioni, dalle più avveniristiche alle più quotidiane. Le ragioni più importanti che hanno contribuito a questo straordinario e rapido successo sono le sue proprietà:

- *Leggerezza.*

L'alluminio è un metallo estremamente leggero: il suo peso specifico equivale a 2.7 grammi al centimetro cubo, cioè solo un terzo rispetto a quello dell'acciaio.

- *Resistenza.*

La resistenza dell'alluminio può essere ottimizzata con l'aggiunta di altri metalli. Particolari tipi di leghe possono rendere la resistenza dell'alluminio simile all'acciaio.

- *Resistenza alla corrosione.*

La formazione spontanea di uno strato di ossido, protegge l'alluminio rendendolo particolarmente resistente alla corrosione.

- *Lavorabilità.*

La possibilità di usufruire di leghe che ne esaltano e completano le caratteristiche meccaniche fa utilizzare ampiamente l'alluminio nelle più svariate applicazioni.

- *Infiammabilità e resistenza al fuoco.*

Per le sue caratteristiche di refrattarietà l'alluminio può essere utilizzato in edilizia, nelle costruzioni e nei trasporti.

- *Ecologicità.*

Nell'industria dell'alluminio, la produzione di gas che contribuiscono all'effetto serra si deve all'utilizzo di combustibili fossili ed al processo di elettrolisi. Tuttavia le quantità emesse di questi gas sono peraltro minime e la loro incidenza sul totale dei gas prodotti dall'uomo non è che l'1% circa. D'altro canto, però, il crescente impiego dell'alluminio in settori come quello dei trasporti consente di ridurre il peso degli autoveicoli, limitando l'emissione di gas nell'atmosfera, e l'utilizzo di serramenti in alluminio a taglio termico consentono un notevole risparmio energetico.

- *Risparmio energetico del riciclo.*

La rifusione dell'alluminio richiede una modesta quantità di energia. Nel processo di riciclaggio è sufficiente il 5% dell'energia utilizzata originariamente per la produzione del metallo primario con perdite di materiale inferiori al 3%.

5.6 La facciata continua POLIEDRA-SKY 50.

Si è ipotizzata l'applicazione del sistema schermante ad edifici a facciata continua adibiti ad uffici situati a Firenze. In particolare gli uffici hanno una superficie di 40.0 mq, un'altezza di metri 3.0 e la parete sud completamente vetrata con una estensione di 15.0 mq.

La facciata continua, dell'edificio per uffici ipotizzato, è composta dal prodotto della METRA denominata POLIEDRA SKY 50, che deve il proprio nome alla "poliedricità" delle sue possibilità costruttive ed applicative con cui è possibile realizzare interventi sia sul nuovo che sulle ristrutturazioni, realizzando facciate verticali, inclinate e coperture.

È un sistema tradizionale, il montante, l'elemento portante base, viene fissato tramite dei profili e delle staffe di ancoraggio alla struttura orizzontale dell'edificio (i solai) ed a terra. La facciata classica ha una struttura composta da montanti verticali (mm 50 di larghezza per una profondità da mm 42 a mm 225) e da traversi orizzontali (sempre con mm 50 di larghezza ed una profondità che varia dai mm 15.5 ai mm 174), ai quali vengono appoggiati i vetri che poi saranno bloccati all'esterno con un profilo chiamato pressore anche esso di mm 50 di larghezza. Una cartellina sempre in alluminio, inserita a scatto, servirà poi a coprire le viti di fissaggio del pressore al montante, od al traverso, ed a rifinire la parte esterna della facciata.

Tra i montanti ed i traversi interni ed il pressore esterno, verrà inserito un apposito distanziatore, in poliammide rinforzato con fibre di vetro per creare un taglio termico. Il sistema è completato da guarnizioni in EPDM (dutral), che vengono applicate al montante, al traverso ed al pressore, che garantiscono un'unione più intima tra i vari elementi e tra questi e le superfici cui vengono applicate.

La facciata consente l'inserimento di moduli di vetro, di pietra o di materiali compositi, con spessori da un minimo di mm 4 ad un massimo di mm 45. In questa struttura si possono inserire porte e finestre con apertura verso l'esterno oppure verso l'interno.

5.7 Applicabilità del sistema alla facciata.

Motivo principale della collaborazione con la METRA era quello di avere un contatto con il mondo reale, con una mentalità volta alla produzione: cioè fare una verifica sulla fattibilità del mio progetto e riuscire a coadiuvare le esigenze progettuali con quelle produttivo-commerciali. Grazie a questa collaborazione sono riuscito ad individuare l'intero sistema schermante e tutti i componenti che lo formano sviluppando e risolvendo le seguenti tematiche:

1. definizione tipologica del sistema schermante;
2. applicabilità del prodotto.

Per definire meglio l'importanza di questo scambio, verrà precisato il punto d'inizio, da me determinato, ed il punto di fine concordato durante la collaborazione.

1. Definizione tipologica del sistema schermante.

Come già riportato prima, a causa delle necessità future di pulizia e di manutenzione, si erano individuati due possibili soluzioni:

- fornire il sistema schermante di un ballatoio esterno che abbia la duplice funzione di elemento frangisole fisso e di camminamento per garantire le operazioni di manutenzione;
- progettare un sistema esterno con i pannelli schermanti apribili ad anta, per consentire le operazioni anche alla facciata retrostante, e prevedere l'ausilio di strutture provvisorie.

Di concerto è stata scelta la prima soluzione perché, nonostante richieda una maggiore attenzione alla stabilità del sistema di facciata (vedi il maggior peso della struttura, le sollecitazioni indotte dal peso proprio della passerella e dagli eventuali addetti alla manutenzione ed un maggior numero di elementi), permette una continua ispezione dell'involucro ed una facilità ed economicità d'intervento sia di pulitura (più frequente e regolare) che di manutenzione visto che non occorrono strutture o sistemi temporanei. Per questo prima scelta, determinante è stato l'apporto tecnico, fornito dalla METRA, sulla resistenza offerta dal sistema di facciata continua.

Altro vantaggio, di tale scelta, è la possibilità di lasciare la parte inferiore della finestra libera dalla schermatura esterna, garantendo così sempre un'introspezione con l'ambiente esterno.

2. *Applicabilità del prodotto.*

Il sistema schermante proposto è pensato come un prodotto flessibile, che può rientrare in una pianificazione aziendale come valore aggiuntivo alla produzione della facciata continua senza implicare modifiche sostanziali al sistema di serie previsto.

È stata ipotizzata l'applicabilità del prodotto sia a facciate ex novo che a facciate ristrutturare, proponendo metodi di ancoraggio all'involucro diversi per le due situazioni. A facciate già realizzate sono state supposte le seguenti operazioni:

- a. rimozione della cartellina;
- b. sostituzione delle viti di unione del pressore al montante con altre più lunghe;
- c. applicazione di un secondo pressore continuo su tutto il montante;
- d. sostituzione della vecchia cartellina.

Per le facciate in corso di realizzazione:

- a. sostituzione del pressore tradizionale con uno nuovo.

Contributo importante, anche qui, è stato quello della METRA che ha definito l'importanza dell'unicità del sistema di applicazione alle varie soluzioni, sia per motivi produttivi che per questioni di mercato. Necessitava che fosse un prodotto da applicare all'esistente senza compiere grosse operazioni di smontaggio (facilità d'impiego), senza sostituire dei pezzi (economicità d'impiego) e che fosse uguale per tutte le differenti applicazioni (economicità di produzione). Inoltre, nel caso di applicazione a facciate continue già esistenti, l'operazione di sostituzione delle viti avrebbe compromesso la tenuta dell'intera facciata, andando a compiere un intervento troppo invasivo.

5.8 Definizione degli elementi del sistema schermante e del suo assemblaggio.

Due input importanti tenuti di conto in questa fase sono: coniugare la produzione industriale che ha tolleranze di millimetri con quella edile in cui si ha tolleranze di centimetri e permettere il maggior numero di assemblaggio dei componenti nei luoghi di produzione per velocizzare il montaggio del sistema in cantiere, soprattutto per le parti che riguardano la movimentazione delle lamelle. Ripercorrendo il percorso si può elencare le diverse fasi:

- *Definire gli elementi principali per la stabilità del sistema.*

Individuati i montanti della facciata continua come gli elementi portanti, si dispongono altri montanti di sezione inferiore che contribuiscono a portare il peso aggiunto delle schermature. La presenza di due elementi portanti verticali comporta la necessità di collegarli ed i collegamenti orizzontali potrebbero essere anche utilizzati come struttura di appoggio dell'elemento grigliato di calpestio per compiere le operazioni di ispezione, manutenzione e pulizia.

- *I singoli elementi*

“L'insieme è concepito come raggruppamento di parti non omogenee la cui somma è spesso il risultato di un montaggio in cui le forme sono messe in evidenza, oltre che dagli incastri, anche da materiali e da colori diversi che ne isolano i contorni con un effetto di sovrapposizione e di collage”⁵.

Come si è precisato prima, l'ancoraggio deve essere unico e valido per qualsiasi applicazione, quindi flessibile.

Per questo viene progettato un elemento chiamato “guida”, che è applicato sopra al pressore della facciata tramite avvitatura e dove si fa scorrere, all'interno, il cateto corto della “squadra” (elemento di collegamento presentato di seguito). La guida è prodotta tramite estrusione, è in alluminio e l'interfaccia di contatto col pressore si modella

⁵ Martegani P., Montenegro R., “Design Digitale. Nuove frontiere degli oggetti”, Universale di architettura n° 92, Testo&Immagine, Torino, 2001, pag. 83.

sul profilo di esso. L'applicazione della guida comporterà una leggera modifica della cartellina. Con questo elemento si introduce il principio della "rotaia", dove si garantisce l'intimità dell'unione tra la guida e la squadra e una facilità e velocità di assemblaggio.

La "squadra" ha il duplice compito: collegare i due ordini di montanti e sostenere la griglia. Questo elemento è pensato in acciaio, perché materiale più resistente. Può capitare che il contatto tra l'acciaio e l'alluminio induca a fenomeni di corrosione galvanica. Per evitare tali inconvenienti, basta isolare fra loro i materiali differenti con una guaina in plastica in modo che non ci sia contatto diretto.

Sulla squadra verranno appoggiate e fissate le "griglie" con l'elemento base a forma di "Z" in modo da evitare il passaggio della luce diretta quando il sole è alto sull'orizzonte .

Il "montante" che sorregge i frangisole è un elemento dalla configurazione complessa. Anche esso è in alluminio ed ha la parte centrale portante tubolare di mm 50 di larghezza come quella dei montanti della facciata continua. Lateralmente, per l'altezza di sviluppo della superficie schermante, vengono creati gli alloggi per i meccanismi di movimentazione delle lamelle in modo che queste parti, di solito più fragili, siano protette dagli agenti atmosferici. Asportando la cartella posta dalla parte del grigliato (la cartellina è ripresa dalla tecnologia dei sistemi METRA) ogni cavedio è ispezionabile, per cui tutte le operazioni è possibile farle dal ballatoio. Riprendendo ancora la tecnologia dei sistemi METRA, il montante ad una estremità è sagomato in modo tale da potervi applicare, a scatto, cartelline di differente profilo per conferire nuovi e diversi aspetti estetici.

Ai montanti vanno collegate le squadre. Per permette questo collegamento in modo flessibile, tenendo di conto delle considerazioni fatte, riappliciamo il principio della "rotaia" che permette veramente una notevole flessibilità di applicazione e di ancoraggio della struttura schermante a quella della facciata continua.

All'interno della rotaia scorrono due elementi, la "squadretta" come elemento di collegamento squadra-montante schermatura ed il "puntone", il secondo ancoraggio tra i due montanti.

I "tiranti", che vanno a formare i parapetti del ballatoio grigliato, aumentano l'integrità del sistema. Sono pensati in fune di acciaio perché risultino il meno ingombranti alla vista essendo posizionati nella parte della finestra libera dalle schermature.

- *Il montaggio del sistema.*

Il montaggio del sistema è pensato semplice e veloce e precisamente avremo:

- alcune parti preassemblate come i meccanismi per la movimentazione delle lamelle che saranno già presenti nei montanti della schermatura. Poi in cantiere, a questi, verranno montati i singoli elementi schermanti. Il fissaggio richiederà poche operazioni facili, in modo da essere agevole anche per interventi di sostituzione;
- la tecnologia della METRA viene riproposta, perché collaudata e funzionante, per l'assemblaggio dei montanti della schermatura e per il loro fissaggio a terra, con staffe per il collegamento a terra e profilati da innestare nelle cavità di due montanti successivi da bloccare attraverso bullonatura;
- la "rotaia" presente sul montante della schermatura mi offre una grande libertà sia di produzione che di montaggio in quanto non mi vincola a tenere misure ben precise derivate dalla facciata continua a cui dovrò andare ad applicare il sistema schermante. Questo è un grande vantaggio quando si dovrà disporre il prodotto ad una facciata continua esistente, dove senza modifiche dimensionali di produzione, si riesce lo stesso a garantire un montaggio veloce e preciso che si adatta al sistema presente;
- il sistema interviene sulla facciata continua solo puntualmente nell'applicazione della guida e del puntone, essendo poi tutto il resto indipendente. Questa indipendenza dà la possibilità di applicare il sistema a più configurazioni di facciate senza essere invasivo.

II. LA COLLABORAZIONE CON LA METRA S.p.a. E LE VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE

Definito l'elemento base, accertato il suo funzionamento elementare, e determinato lo schema generale del sistema, posto esternamente all'involucro con due possibili soluzioni da valutare, importante per il continuo dello studio e per considerazioni finali è stata la collaborazione con la ditta METRA S.p.a. e l'utilizzo del software Adeline 2.0 (Advanced Daylighting and Electric Lighting Integrated New Environment).

Questa parte dell'iter progettuale è stata quindi caratterizzata dalla contemporaneità dello sviluppo del sistema nel suo insieme e nei suoi componenti, e delle verifiche illuminotecniche eseguite più approfonditamente. Per una maggiore chiarezza, i due aspetti verranno trattati singolarmente tenendo però presente che è solo per motivi d'esposizione del lavoro svolto.

L'elemento comune di partenza è stata l'applicazione del sistema schermante ad edifici a facciata continua di un edificio per uffici situato a Firenze.

6. LA COLLABORAZIONE CON LA METRA S.P.A.

La METRA S.p.a. è ditta leader a livello europeo per la lavorazione dell'alluminio e la realizzazione di facciate e componenti per l'edilizia. La gamma dei sistemi "firmati" Metra è estremamente vasta e diversificata, in accordo alla grande attenzione ed alla sempre perfetta aderenza del gruppo a tutte le più svariate necessità del mercato. Per la loro elevatissima qualità, le loro avanzate soluzioni tecnologiche, la loro varietà, il loro notevole valore estetico, i sistemi brevettati Metra trovano larga applicazione, in tutto il mondo.

5.9 L'alluminio e le sue proprietà.

L'alluminio, un materiale nobile, un metallo moderno. Quasi sconosciuto fino a poco più di cento anni fa, è oggi il metallo più usato al mondo; da quando, circa un secolo fa, è diventato commerciabile, si può dire che siamo entrati in un'epoca nuova: l'era dell'alluminio. Alluminio in natura non si trova allo stato libero, ma sotto forma di composti che costituiscono l'8% della crosta terrestre. In termini di abbondanza, l'alluminio è il 3° elemento al mondo dopo ossigeno e silicio. Dalla crosta terrestre si estrae la bauxite e da questa, tramite elettrolisi viene ricavato l'ossido di alluminio (allumina), la materia prima necessaria per la produzione di alluminio primario. Da 4 kg di bauxite si ottengono 2 kg di allumina, da questi si ricava 1 kg di alluminio.

Secondo per importanza solamente all'acciaio, ha trovato, infatti, le più svariate applicazioni, dalle più avveniristiche alle più quotidiane. Le ragioni più importanti che hanno contribuito a questo straordinario e rapido successo sono le sue proprietà:

- *Leggerezza.*

L'alluminio è un metallo estremamente leggero: il suo peso specifico equivale a 2.7 grammi al centimetro cubo, cioè solo un terzo rispetto a quello dell'acciaio.

- *Resistenza.*

La resistenza dell'alluminio può essere ottimizzata con l'aggiunta di altri metalli. Particolari tipi di leghe possono rendere la resistenza dell'alluminio simile all'acciaio.

- *Resistenza alla corrosione.*

La formazione spontanea di uno strato di ossido, protegge l'alluminio rendendolo particolarmente resistente alla corrosione.

- *Lavorabilità.*

La possibilità di usufruire di leghe che ne esaltano e completano le caratteristiche meccaniche fa utilizzare ampiamente l'alluminio nelle più svariate applicazioni.

- *Infiammabilità e resistenza al fuoco.*

Per le sue caratteristiche di refrattarietà l'alluminio può essere utilizzato in edilizia, nelle costruzioni e nei trasporti.

- *Ecologicità.*

Nell'industria dell'alluminio, la produzione di gas che contribuiscono all'effetto serra si deve all'utilizzo di combustibili fossili ed al processo di elettrolisi. Tuttavia le quantità emesse di questi gas sono peraltro minime e la loro incidenza sul totale dei gas prodotti dall'uomo non è che l'1% circa. D'altro canto, però, il crescente impiego dell'alluminio in settori come quello dei trasporti consente di ridurre il peso degli autoveicoli, limitando l'emissione di gas nell'atmosfera, e l'utilizzo di serramenti in alluminio a taglio termico consentono un notevole risparmio energetico.

- *Risparmio energetico del riciclo.*

La rifusione dell'alluminio richiede una modesta quantità di energia. Nel processo di riciclaggio è sufficiente il 5% dell'energia utilizzata originariamente per la produzione del metallo primario con perdite di materiale inferiori al 3%.

5.10 La facciata continua POLIEDRA-SKY 50.

Si è ipotizzata l'applicazione del sistema schermante ad edifici a facciata continua adibiti ad uffici situati a Firenze. In particolare gli uffici hanno una superficie di 40.0 mq, un'altezza di metri 3.0 e la parete sud completamente vetrata con una estensione di 15.0 mq.

La facciata continua, dell'edificio per uffici ipotizzato, è composta dal prodotto della METRA denominata POLIEDRA SKY 50, che deve il proprio nome alla "poliedricità" delle sue possibilità costruttive ed applicative con cui è possibile realizzare interventi sia sul nuovo che sulle ristrutturazioni, realizzando facciate verticali, inclinate e coperture.

È un sistema tradizionale, il montante, l'elemento portante base, viene fissato tramite dei profili e delle staffe di ancoraggio alla struttura orizzontale dell'edificio (i solai) ed a terra. La facciata classica ha una struttura composta da montanti verticali (mm 50 di larghezza per una profondità da mm 42 a mm 225) e da traversi orizzontali (sempre con mm 50 di larghezza ed una profondità che varia dai mm 15.5 ai mm 174), ai quali vengono appoggiati i vetri che poi saranno bloccati all'esterno con un profilo chiamato pressore anche esso di mm 50 di larghezza. Una cartellina sempre in alluminio, inserita a scatto, servirà poi a coprire le viti di fissaggio del pressore al montante, od al traverso, ed a rifinire la parte esterna della facciata.

Tra i montanti ed i traversi interni ed il pressore esterno, verrà inserito un apposito distanziatore, in poliammide rinforzato con fibre di vetro per creare un taglio termico. Il sistema è completato da guarnizioni in EPDM (dutral), che vengono applicate al montante, al traverso ed al pressore, che garantiscono un'unione più intima tra i vari elementi e tra questi e le superfici cui vengono applicate.

La facciata consente l'inserimento di moduli di vetro, di pietra o di materiali compositi, con spessori da un minimo di mm 4 ad un massimo di mm 45. In questa struttura si possono inserire porte e finestre con apertura verso l'esterno oppure verso l'interno.

5.11 Applicabilità del sistema alla facciata.

Motivo principale della collaborazione con la METRA era quello di avere un contatto con il mondo reale, con una mentalità volta alla produzione: cioè fare una verifica sulla fattibilità del mio progetto e riuscire a coadiuvare le esigenze progettuali con quelle produttivo-commerciali. Grazie a questa collaborazione sono riuscito ad individuare l'intero sistema schermante e tutti i componenti che lo formano sviluppando e risolvendo le seguenti tematiche:

3. definizione tipologica del sistema schermante;
4. applicabilità del prodotto.

Per definire meglio l'importanza di questo scambio, verrà precisato il punto d'inizio, da me determinato, ed il punto di fine concordato durante la collaborazione.

3. Definizione tipologica del sistema schermante.

Come già riportato prima, a causa delle necessità future di pulizia e di manutenzione, si erano individuati due possibili soluzioni:

- fornire il sistema schermante di un ballatoio esterno che abbia la duplice funzione di elemento frangisole fisso e di camminamento per garantire le operazioni di manutenzione;
- progettare un sistema esterno con i pannelli schermanti apribili ad anta, per consentire le operazioni anche alla facciata retrostante, e prevedere l'ausilio di strutture provvisorie.

Di concerto è stata scelta la prima soluzione perché, nonostante richieda una maggiore attenzione alla stabilità del sistema di facciata (vedi il maggior peso della struttura, le sollecitazioni indotte dal peso proprio della passerella e dagli eventuali addetti alla manutenzione ed un maggior numero di elementi), permette una continua ispezione dell'involucro ed una facilità ed economicità d'intervento sia di pulitura (più frequente e regolare) che di manutenzione visto che non occorrono strutture o sistemi temporanei. Per questo prima scelta, determinante è stato l'apporto tecnico, fornito dalla METRA, sulla resistenza offerta dal sistema di facciata continua.

Altro vantaggio, di tale scelta, è la possibilità di lasciare la parte inferiore della finestra libera dalla schermatura esterna, garantendo così sempre un'introspezione con l'ambiente esterno.

4. *Applicabilità del prodotto.*

Il sistema schermante proposto è pensato come un prodotto flessibile, che può rientrare in una pianificazione aziendale come valore aggiuntivo alla produzione della facciata continua senza implicare modifiche sostanziali al sistema di serie previsto.

È stata ipotizzata l'applicabilità del prodotto sia a facciate ex novo che a facciate ristrutturare, proponendo metodi di ancoraggio all'involucro diversi per le due situazioni. A facciate già realizzate sono state supposte le seguenti operazioni:

- e. rimozione della cartellina;
- f. sostituzione delle viti di unione del pressore al montante con altre più lunghe;
- g. applicazione di un secondo pressore continuo su tutto il montante;
- h. sostituzione della vecchia cartellina.

Per le facciate in corso di realizzazione:

- b. sostituzione del pressore tradizionale con uno nuovo.

Contributo importante, anche qui, è stato quello della METRA che ha definito l'importanza dell'unicità del sistema di applicazione alle varie soluzioni, sia per motivi produttivi che per questioni di mercato. Necessitava che fosse un prodotto da applicare all'esistente senza compiere grosse operazioni di smontaggio (facilità d'impiego), senza sostituire dei pezzi (economicità d'impiego) e che fosse uguale per tutte le differenti applicazioni (economicità di produzione). Inoltre, nel caso di applicazione a facciate continue già esistenti, l'operazione di sostituzione delle viti avrebbe compromesso la tenuta dell'intera facciata, andando a compiere un intervento troppo invasivo.

5.12 Definizione degli elementi del sistema schermante e del suo assemblaggio.

Due input importanti tenuti di conto in questa fase sono: coniugare la produzione industriale che ha tolleranze di millimetri con quella edile in cui si ha tolleranze di centimetri e permettere il maggior numero di assemblaggio dei componenti nei luoghi di produzione per velocizzare il montaggio del sistema in cantiere, soprattutto per le parti che riguardano la movimentazione delle lamelle. Ripercorrendo il percorso si può elencare le diverse fasi:

- *Definire gli elementi principali per la stabilità del sistema.*

Individuati i montanti della facciata continua come gli elementi portanti, si dispongono altri montanti di sezione inferiore che contribuiscono a portare il peso aggiunto delle schermature. La presenza di due elementi portanti verticali comporta la necessità di collegarli ed i collegamenti orizzontali potrebbero essere anche utilizzati come struttura di appoggio dell'elemento grigliato di calpestio per compiere le operazioni di ispezione, manutenzione e pulizia.

- *I singoli elementi*

“L'insieme è concepito come raggruppamento di parti non omogenee la cui somma è spesso il risultato di un montaggio in cui le forme sono messe in evidenza, oltre che dagli incastri, anche da materiali e da colori diversi che ne isolano i contorni con un effetto di sovrapposizione e di collage”⁶.

Come si è precisato prima, l'ancoraggio deve essere unico e valido per qualsiasi applicazione, quindi flessibile.

Per questo viene progettato un elemento chiamato “guida”, che è applicato sopra al pressore della facciata tramite avvitatura e dove si fa scorrere, all'interno, il cateto corto della “squadra” (elemento di collegamento presentato di seguito). La guida è prodotta tramite estrusione, è in alluminio e l'interfaccia di contatto col pressore si modella sul profilo di esso. L'applicazione della guida comporterà una leggera

⁶ Martegani P., Montenegro R., “Design Digitale. Nuove frontiere degli oggetti”, Universale di architettura n° 92, Testo&Immagine, Torino, 2001, pag. 83.

modifica della cartellina. Con questo elemento si introduce il principio della "rotaia", dove si garantisce l'intimità dell'unione tra la guida e la squadra e una facilità e velocità di assemblaggio.

La "squadra" ha il duplice compito: collegare i due ordini di montanti e sostenere la griglia. Questo elemento è pensato in acciaio, perché materiale più resistente. Può capitare che il contatto tra l'acciaio e l'alluminio induca a fenomeni di corrosione galvanica. Per evitare tali inconvenienti, basta isolare fra loro i materiali differenti con una guaina in plastica in modo che non ci sia contatto diretto.

Sulla squadra verranno appoggiate e fissate le "griglie" con l'elemento base a forma di "Z" in modo da evitare il passaggio della luce diretta quando il sole è alto sull'orizzonte .

Il "montante" che sorregge i frangisole è un elemento dalla configurazione complessa. Anche esso è in alluminio ed ha la parte centrale portante tubolare di mm 50 di larghezza come quella dei montanti della facciata continua. Lateralmente, per l'altezza di sviluppo della superficie schermante, vengono creati gli alloggi per i meccanismi di movimentazione delle lamelle in modo che queste parti, di solito più fragili, siano protette dagli agenti atmosferici. Asportando la cartella posta dalla parte del grigliato (la cartellina è ripresa dalla tecnologia dei sistemi METRA) ogni cavedio è ispezionabile, per cui tutte le operazioni è possibile farle dal ballatoio. Riprendendo ancora la tecnologia dei sistemi METRA, il montante ad una estremità è sagomato in modo tale da potervi applicare, a scatto, cartelline di differente profilo per conferire nuovi e diversi aspetti estetici.

Ai montanti vanno collegate le squadre. Per permettere questo collegamento in modo flessibile, tenendo di conto delle considerazioni fatte, riappliciamo il principio della "rotaia" che permette veramente una notevole flessibilità di applicazione e di ancoraggio della struttura schermante a quella della facciata continua.

All'interno della rotaia scorrono due elementi, la "squadretta" come elemento di collegamento squadra-montante schermatura ed il "puntone", il secondo ancoraggio tra i due montanti.

I "tiranti", che vanno a formare i parapetti del ballatoio grigliato, aumentano l'integrità del sistema. Sono pensati in fune di acciaio perché risultino il meno ingombranti alla vista essendo posizionati nella parte della finestra libera dalle schermature.

- *Il montaggio del sistema.*

Il montaggio del sistema è pensato semplice e veloce e precisamente avremo:

- alcune parti preassemblate come i meccanismi per la movimentazione delle lamelle che saranno già presenti nei montanti della schermatura. Poi in cantiere, a questi, verranno montati i singoli elementi schermanti. Il fissaggio richiederà poche operazioni facili, in modo da essere agevole anche per interventi di sostituzione;
- la tecnologia della METRA viene riproposta, perché collaudata e funzionante, per l'assemblaggio dei montanti della schermatura e per il loro fissaggio a terra, con staffe per il collegamento a terra e profilati da innestare nelle cavità di due montanti successivi da bloccare attraverso bullonatura;
- la "rotaia" presente sul montante della schermatura mi offre una grande libertà sia di produzione che di montaggio in quanto non mi vincola a tenere misure ben precise derivate dalla facciata continua a cui dovrò andare ad applicare il sistema schermante. Questo è un grande vantaggio quando si dovrà disporre il prodotto ad una facciata continua esistente, dove senza modifiche dimensionali di produzione, si riesce lo stesso a garantire un montaggio veloce e preciso che si adatta al sistema presente;
- il sistema interviene sulla facciata continua solo puntualmente nell'applicazione della guida e del puntone, essendo poi tutto il resto indipendente. Questa indipendenza dà la possibilità di applicare il sistema a più configurazioni di facciate senza essere invasivo.

6. VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE.

Questa parte della tesi è stata fondamentale per capire il reale funzionamento del sistema per approfondire in modo completo l'illuminazione naturale ed il suo sfruttamento ed infine per poter fare dei confronti prestazionali con altri modelli presi dal mercato.

Tutto è stato reso possibile grazie all'utilizzo del software Adeline 2.0 (Advanced Daylighting and Electric Lighting Integrated New Environment) che permette di fare delle verifiche del comfort visivo negli ambienti illuminati naturalmente.

6.5 Normativa sull'illuminazione naturale.

Già nella prima parte della tesi, si è analizzato l'utilizzo dell'illuminazione naturale ed i suoi effetti positivi dal punto della composizione architettonica, per il risparmio energetico indotto, per la sua migliore qualità rispetto a quella artificiale ed in fine per l'effetto positivo che procura alla psiche umana.

La disponibilità di daylight, tuttavia, non deve essere incontrollata, guidata cioè dall'idea che massimizzare la quantità di luce naturale in ambiente comporti la corrispondente ottimizzazione dei benefici per gli utenti, con migliori condizioni di comfort visivo. Un eccessivo e non consapevole ingresso di luce naturale, può comportare infatti svantaggi notevoli.

Quindi per garantire lo sfruttamento quindi di una fonte rinnovabile e gratuita, ma evitare pure disagio da un uso inconsiderato, è stata creata una normativa. Le norme italiane riguardanti l'illuminazione naturale nelle costruzioni edilizie sono contenute principalmente nei seguenti provvedimenti:

1. Circolare Ministeriale dei Lavori Pubblici del 22/5/67 n°3151, *"Criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà termiche, idrometriche, di ventilazione e di illuminazione nelle costruzioni edilizie"*, relativa all'edilizia civile sovvenzionata. Nel paragrafo 1.103 si legge: "L'area delle porzioni vetrate delle pareti perimetrali opache [...] non deve di norma eccedere il valore necessario per ottenere che il coefficiente medio di illuminazione diurna degli ambienti risulti superiore o almeno uguale a 0.06". Nella circolare viene data anche la formula per il calcolo. Tutte le leggi posteriori a questa circolare faranno riferimento al fattore medio di luce diurna da questa introdotto e definito come: "il rapporto tra l'illuminamento medio dell'ambiente chiuso e l'illuminamento che si avrebbe, nelle identiche condizioni di tempo e luogo, su una superficie orizzontale esposta all'aperto in modo da ricevere luce dall'intera volta celeste senza irraggiamento diretto del sole".
2. Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 22/12/74 n°13011, *"Requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere."*

Proprietà tecniche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione". In questa circolare risulta di interesse il paragrafo 1.3 riguardante l'illuminazione interna degli ambienti ospedalieri: "L'illuminazione naturale ed artificiale degli ambienti di degenza e diagnostica dovrà essere realizzata in modo da assicurare un adeguato livello di illuminazione con accettabili disuniformità di luminanza". In particolare il punto 1.3.02 prescrive i valori minimi dei livelli di illuminazione naturale e artificiale e precisa che particolare cura deve essere posta per evitare fenomeni di abbagliamento sia diretto che indiretto, facendo in modo che nel campo visuale delle persone non compaiano oggetti la cui luminanza superi rapporti di 20 volte i valori medi.

3. Decreto ministeriale 5/7/75 dal titolo *"Modificazioni alle istituzioni Ministeriali del 20/6/1896 relative all'altezza minima dei locali ed ai requisiti igienico-sanitari principali dei locali di abitazione"*, G.U. n°190 del 18/7/75. L'articolo 5 predispone che "tutti i locali degli alloggi, eccettuati quelli destinati a servizi igienici, disimpegni, corridoi, vani-scala e ripostigli debbono fruire di illuminazione naturale diretta, adeguata alla destinazione d'uso.

Per ciascun locale di abitazione, l'ampiezza della finestra deve essere proporzionata in modo da assicurare un fattore di luce diurna medio non inferiore al 2% e comunque la superficie finestrata non dovrà essere inferiore a 1/8 della superficie del pavimento".

4. Decreto Ministeriale del 18/12/75 dal titolo *"Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nell'esecuzione di opere di edilizia scolastica"*, G.U. n°29 del 2/2/76. Nel punto 3.0.8 si legge: "I valori di illuminamento dipendono anche dalla posizione dell'edificio scolastico rispetto ad altri circostanti o prospicienti che potrebbero limitare il flusso luminoso proveniente dalla volta celeste".

Il paragrafo 5.5 esplicita le "condizioni dell'illuminazione e del colore". L'illuminazione naturale ed artificiale degli spazi e dei locali

della scuola deve essere tale da assicurare agli alunni il massimo del comfort visivo: pertanto deve avere i seguenti requisiti:

- a. livello di illuminazione adeguato;
 - b. equilibrio delle luminanze;
 - c. protezione dai fenomeni di abbagliamenti.
5. Il Decreto Legislativo 242/96 con l'articolo 16 al comma 7 precisa che "...a meno che non sia richiesto diversamente dalle necessità delle lavorazioni e che [...] non si tratti di locali sotterranei, i luoghi di lavoro devono disporre di sufficiente luce naturale. In ogni caso tutti i predetti locali e luoghi di lavoro devono essere dotati di dispositivi che consentono un'illuminazione artificiale adeguata per salvaguardare la sicurezza, la salute ed il benessere dei lavoratori".
 6. Norma UNI 10530, del febbraio 1997, intitolata "*Principi di ergonomia della visione. Sistemi di lavoro e illuminazione*". Definisce i principi di ergonomia della visione e identifica i fattori che influenzano le prestazioni visive. Essa fornisce inoltre i criteri che devono essere soddisfatti per ottenere un ambiente visivo che risponde alle finalità dell'ergonomia.
 7. Norma Italiana UNI 10840, marzo 2000, dal titolo "*Luce e illuminazione, locali scolastici, criteri generali per l'illuminazione naturale ed artificiale*". Lo presente norma specifica i criteri generali per l'illuminazione naturale delle aule e degli altri locali scolastici, in modo da garantire condizioni generali che soddisfino il benessere degli studenti e degli altri utenti.
 8. Norma UNI EN ISO 9241-6, dell'ottobre 2001, intitolata "*Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) - Guida sull'ambiente di lavoro*". La presente norma fornisce una guida sui principi fondamentali per la progettazione ergonomica dell'ambiente di lavoro e della stazione di lavoro, tenendo conto dell'illuminazione, degli effetti del rumore e delle vibrazioni meccaniche, dei campi elettrici e magnetici e dell'elettricità statica, dell'ambiente termico, dell'organizzazione dello spazio e della disposizione del posto di lavoro.

6.6 Requisiti di illuminazione naturale negli uffici.

Come si può notare, gli orientamenti normativi hanno conferito una crescente importanza alla disponibilità di luce naturale all'interno degli ambienti evidenziando il ruolo fondamentale dell'illuminazione naturale ai fini del raggiungimento di condizioni ambientali più confortevoli.

Più specificatamente per la tesi mi sono concentrato sugli ambienti di lavoro adibiti ad ufficio. Infatti per verificare il reale funzionamento sono state fatte delle simulazioni prendendo in considerazione valori relativi alle funzioni svolte in questi ambienti.

La corretta illuminazione dei locali e dei posti di lavoro è necessaria per consentire in modo agevole lo svolgimento delle mansioni in tutte le stagioni ed in tutte le ore del giorno. L'illuminazione deve essere sempre adeguata qualitativamente e quantitativamente al tipo di operazione da eseguire.

Come si è detto in precedenza il comfort visivo dipende principalmente dal livello di illuminamento e dai rapporti tra i valori di luminanza per definire se c'è abbagliamento.

Di seguito vengono riportati i valori di illuminamento definiti dalle norme UNI, ed i valori raccomandati in altri paesi dalla società più autorevole in campo internazionale la **Ies (Illuminative Engineering Society)** britannica ed americana, per diverse situazioni lavorative ed i margini di variabilità per alcune specifiche situazioni lavorative poiché appare subito evidente come sia possibile operare entro valori discretamente variabili.

TABELLA 3. Valori di illuminamento per alcune specifiche situazioni lavorative⁷.

| Valori di illuminamento | Norme UNI | Ies britannica | Ies americana |
|--|-----------|----------------|---------------|
| Per uffici generici | 500 lux | 500 lux | 200-500 lux |
| Per uffici tecnici e tavoli da disegno | 750 lux | 750 lux | 500-1000 lux |
| Sale di riunione (sui tavoli) | 500 lux | 750 lux | 500-750 lux |
| Uffici di dattilografia e contabilità | 500 lux | 750 lux | 200-500 lux |
| Centro elaborazione dati | 500 lux | 500 lux | 200-500 lux |
| archivi | 200lux | 300 lux | 200-500 lux |

⁷ **James & James**, "Daylighting in architecture. A European Reference Book", edit by N. V. Baker, A. Fanchiotti, K. A. Steemers, Bruxelles and Luxemburg, 1993.

TABELLA 4. Margini di variabilità per alcune specifiche situazioni lavorative⁸.

| Margini di variabilità | |
|--|--------------|
| Uffici tecnici: ambienti di lavoro | 200-500 lux |
| Uffici tecnici: sui tavoli di lavoro | 500-1000 lux |
| Uffici con videoterminali: ambiente di lavoro | 150-350 lux |
| Uffici con videoterminali: zona di digitazione | 200-350 lux |
| Uffici con videoterminali: lettura testi (illuminazione localizzata) | 300-500 lux |

Oltre a questi limiti quantitativi di riferimento, però, nella fase di progettazione devono essere valutati anche gli aspetti che riguardano la qualità dell'illuminazione ed in particolar modo deve essere valutata l'assenza di abbagliamento.

La luminanza delle sorgenti luminose insieme ai contrasti che si generano nell'ambiente sono tra le principali cause dell'abbagliamento.

Come valori limite da rispettare perché non ci sia un fenomeno abbagliante sono stati presi quelli indicati in *Daylighting in architecture. A European Reference Book* (vedi bibliografia) per gli uffici:

- per la vista ergorama:
 - $L_{\text{compito visivo}} / L_{\text{sfondo immediato}} = < 1/3$
 - $L_{\text{compito visivo}} / L_{\text{sfondo}} = < 1/10$
- per la vista panorama:
 - $L_{\text{compito visivo}} / L_{\text{sfondo}} = < 1/50$
 - valori limite della luminanza in funzione della posizione della sorgente rispetto alla direzione dello sguardo.

⁸ James & James, "Daylighting in architecture. A European Reference Book", edit by N. V. Baker, A. Fanchiotti, K. A. Steemers, Bruxelles and Luxemburg, 1993.

6.7 Il software ADELINE 2.0.

Adeline 2.0 (Advanced Daylighting and Electric Lighting Integrated New Environment) permette di fare delle verifiche del comfort visivo negli ambienti illuminati naturalmente. Gli strumenti di verifica e controllo dei requisiti luminosi sono di due:

- strumenti di misura (luxmetri, fotometri, ecc.):
 - verifiche in opera;
 - verifiche su progetto attraverso modelli fisici in scala;

- strumenti di calcolo previsionale (software):
 - verifiche in opera;
 - verifiche su progetto attraverso modelli 3d;

Strumenti di misura.

Sono dispositivi in grado di misurare l'energia radiante nello spettro visibile; si distinguono anche per il tipo di grandezze che sono in grado di rilevare:

- Illuminamento (lux);
- Luminanza (cd/mq);
- Temperatura colore (Kelvin).

I limiti degli strumenti di misura si possono dividere in base al contesto in cui sono applicati:

- In opera:
 - occorre scegliere con grande cura la griglia di punti in cui effettuare le misurazioni;
 - le misure devono essere fatte nel più breve intervallo di tempo possibile per evitare evidenti cambiamenti delle condizioni luminose esterne;
 - gli strumenti di misura sono in grado di fornire unicamente valori numerici che eventualmente possono essere ordinati sotto forma di grafici, tabelle oppure in curve da sovrapporre a disegni (ad esempio linee isolux) o valori numerici da sovrapporre a foto (valori della luminanza e dei contrasti).

- Su progetto:

- gli strumenti di misura necessitano di modelli in scala che vanno realizzati con la massima accuratezza (la scala minima è di 1:10) e di complessi sistemi che riproducano artificialmente le diverse condizioni di cielo;
- sono in grado di fornire unicamente valori numerici.

Gli strumenti di calcolo previsionale.

Vantaggi degli strumenti di calcolo previsionale:

- sono software che offrono un'ampia gamma di output:
 - illuminamento orizzontale e verticale;
 - fattore luce diurna massimo, minimo e medio;
 - luminanza delle superfici;
 - vari indici di abbagliamento (es. DGI);
 - risparmio energetico conseguibile;
 - temperatura colore della luce;
 - possibilità di integrazione di luce naturale ed artificiale;
 - immagini fotorealistiche;
 - filmati che simulano la variazione delle condizioni luminose interne durante tutta la giornata.
- velocità nell'introdurre modifiche all'ambiente progettato.

I limiti degli strumenti di calcolo previsionale:

- essendo basati sulla ipotesi di propagazione per raggi della luce, interpretano male il comportamento di determinati materiali e componenti che sfruttano fenomeni legati alla natura ondulatoria della luce (diffrazione, rifrazione, come nel caso delle fibre ottiche, dei films olografici ecc.);
 - grande complessità di utilizzo;
 - lunghi tempi di elaborazione nel caso di modelli complessi.

ADELINE 2.0 è formato da più programmi quali:

1. SCRIBE-MODELER, un programma di disegno, attraverso il quale si possono fare i modelli tridimensionali;

2. PLINK è un programma di conversione che conferisce le caratteristiche fotometriche ai materiali;

3. SUPERLITE è una versione semplificata di RADIANCE, è uno strumento di calcolo previsionale che non fornisce immagini fotorealistiche e dà i valori di illuminamento sia in termini assoluti (espressi in lux) che in termini percentuali (FLDm, FLDmax, FLDmin);

4. RADIANCE, anche esso strumento di calcolo previsionale che tratteremo di seguito;

5. SUPERLINK e RADLINK, programmi per il calcolo del risparmio energetico.

Per dimostrare la validità di tale strumento, si può prendere come esempio lo schema del regolamento edilizio tipo dell'Emilia Romagna specificando, riguardo all'illuminazione naturale, che in sede progettuale per dimostrare il livello prestazionale richiesto, esistono tre metodi di calcolo tra cui il metodo di calcolo B (informatizzato) che utilizza il programma di calcolo SUPERLITE all'interno di ADELIN 2.0. Si precisa che tale programma è riconosciuto altamente affidabile dalla comunità scientifica ed abbondantemente validato da prove sperimentali. Inoltre prosegue specificando che il metodo non ha significativi limiti di applicazione e permette di fare le verifiche per tutte le condizioni di cielo.

Per le simulazioni sulle prestazioni e sul funzionamento del sistema schermante è stato utilizzato RADIANCE:

1. utilizza un modello di calcolo che tiene conto:
 - delle leggi fisiche che descrivono la propagazione della luce;
 - della caratterizzazione spettrale delle sorgenti luminose e delle superfici;
 - della presenza di luce naturale che si somma a quella artificiale;
2. dati da inserire:
 - tipo di cielo:
 - cielo uniforme;
 - cielo coperto;
 - cielo sereno con irraggiamento solare diretto;
 - cielo sereno senza irraggiamento solare diretto.

- caratteristiche fotometriche dei materiali impiegati:
 - colore;
 - coefficiente di riflessione luminosa delle superfici.
- ora, giorno e mese;
- latitudine del sito;
- longitudine del sito.

3. output:

- immagini fotorealistiche:
 - prospettive normali;
 - prospettive del tipo "fisheye";
 - vedute parallele.
- illuminamento:
 - valore assoluto;
 - fattore luce diurna.
- luminanza;
- indici di abbagliamento (es. DGI);
- colore della luce.

6.8 Le simulazioni e le relative considerazioni.

Ci siamo già soffermati in precedenza nel precisare quanto nel corso di questa tesi sia stata importante una continua verifica sotto vari aspetti, per rendere questo lavoro meno teorico possibile e quindi per arrivare a definire un prodotto che sia il più competitivo su un eventuale mercato di cui facesse parte. Le simulazioni sono state fatte inserendo i relativi dati:

- **SITO.** Firenze con coordinate geografiche: latitudine 43° 80' e longitudine 11° 20'.
- **ORA, GIORNO, MESE.** Il 22/12 (solstizio invernale) ed il 21/06 (solstizio estivo) alle ore 12:00;
- **CIELO:**
 - cielo sereno con irraggiamento diretto;
 - cielo coperto.
- **CARATTERISTICHE FOTOMETRICHE DEI MATERIALI:**
 1. PARETI:
 - colore: crema;
 - coefficiente di riflessione: **66%**.
 2. PAVIMENTO:
 - colore: ocra;
 - coefficiente di riflessione: **35%**.
 3. SOFFITTO:
 - colore: bianco;
 - coefficiente di riflessione: **80%**.
 4. LAMELLE FRANGISOLE:
 - colore grigio chiaro;
 - coefficiente di riflessione **85%**.
 5. VETRO RINFORZATO
 - coefficiente di trasmissione luminosa **85%**.

Dati quindi gli input per creare le scene, si sono individuate le configurazioni delle lamelle per le quali fare le simulazioni, tenendo presente le considerazioni scaturite dalla prima parte di analisi e sintetizzate nel "Quadro Magico". Le simulazioni elaborate sono state fatte per:

- definire il sistema schermante;
- verificare il suo funzionamento;
- confrontare il prodotto con altri prodotti presenti sul mercato;

6.8.1

Definizione del sistema schermante.

L'utilizzo del software ha permesso di valutare il funzionamento del sistema, attraverso i requisiti illuminotecnici richiesti, di apportare le eventuali modifiche e verificarle con successive simulazioni.

Questo ha reso possibile la determinazione del sistema, oltre che da un punto di vista dimensionale e strutturale, anche dal punto di vista del funzionamento illuminotecnico.

Dalle prime prove a quelle finali, è cambiata la configurazione del sistema e la sua applicazione alla facciata, sono infatti cambiate il numero di lamelle "()", passando da 12 elementi a 14, ed è pure cambiata la posizione del ballatoio grigliato che dalla quota pavimento del solaio è stata abbassata a quella del soffitto.

Questi cambiamenti difficilmente valutabili a livello teorico, diventano apprezzabili nelle simulazioni che hanno anche permesso di verificare quello che era stato supposto (con le verifiche ottico geometriche) per le configurazioni scelte e di individuarne di nuove che soddisfacessero i requisiti richiesti.

Importante è stato il continuo perfezionamento del sistema schermante partito da primi risultati erronei delle simulazioni e verificato nel corso degli aggiustamenti.

6.8.2

Verifica del funzionamento.

Determinato il sistema schermante sono state fatte delle simulazioni per verificare funzionamento del sistema e per controllare il rispetto dei valori indicati dalla letteratura perché si possano venire a creare condizioni di comfort visivo.

Le condizioni in cui sono state fatte le prove sono già state specificate e per ognuna di essa sono state fatte simulazioni senza nessun sistema schermante (situazione base) e con le lamelle nelle configurazioni definite.

Dai risultati ottenuti sono state presi i valori di illuminamento: sul soffitto, perché dalla luminosità di esso, dipende la profondità che la luce ha nell'ambiente e permette anche di capire la direzione della luce rimessa dalle lamelle; dalla scrivania più vicina alla finestra (*p/1*); dalla seconda scrivania (*p/2*) più lontana dall'apertura.

TABELLA 5. Valori rilevati dalle simulazioni eseguite

| SOLSTIZIO ESTIVO ORE 12:00, CIELO SERENO CON SOLE | SENZA SCHERMATURA (SS) | CS0° | CS45° | CS-38° | CS90° |
|---|-------------------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Soffitto | 1295 lux | 807 lux -38% | 596 lux -54% | 956 lux -26% | 623 lux -52% |
| PL1 | 2357 lux | 1465 lux -38% | 604 lux -75% | 918 lux -61% | 1144 lux -52% |
| PL2 | 1258 lux | 864 lux -74% | 330 lux -74% | 662 lux -47% | 550 lux -56% |
| Solstizio estivo ore 12:00, cielo coperto | Senza schermatura (ss) | cs0° | | | |
| Soffitto | 326 lux | 201 lux -38% | | | |
| PL1 | 878 lux | 446 lux -49% | | | |
| PL2 | 380 lux | 233 lux -39% | | | |
| Solstizio invernale ore 12:00, cielo sereno con sole | Senza schermatura (ss) | cs0° | cs23° | cs-22° | cs110° |
| Soffitto | 2427 lux | 1279 lux -46% | 637 lux -66% | 1887 lux -38% | 491 lux -38% |
| PL1 | n.m. | n.m. | 1050 lux | | 798 lux |
| PL2 | n.m. | n.m. | 600 lux | | 400 lux |
| Solstizio invernale ore 12:00, cielo coperto | Senza schermatura (ss) | cs-22° | | | |
| Soffitto | 135 lux | 87 lux -36% | | | |
| PL1 | 353 lux | 203 lux -42% | | | |
| PL2 | 162 lux | 118 lux -27% | | | |

Le varie misurazioni sono poi state riportate su un grafico dove si possono fare le seguenti considerazioni:

- *Simulazioni del 21/06 ore 12.00 con cielo sereno ed irradiazione solare diretta.*

La prima simulazione senza nessuna schermatura denota come si ha una forte concentrazione luminosa sulla prima scrivania mentre sulla seconda si riscontra circa la metà del valore dell'illuminamento.

Le prove sono state fatte con quattro differenti configurazioni delle lamelle: $cs0^\circ$, $cs45^\circ$, $cs-38^\circ$, $cs90^\circ$.

Dai valori misurati sul soffitto si nota che c'è un abbassamento dell'illuminamento che va dal 26% ($cs-38^\circ$) al 54% ($cs45^\circ$), quindi abbiamo un ampio range di variazione.

Le misurazioni fatte sui piani di lavoro hanno portato ad un'interessante constatazione: con l'applicazione della schermatura abbiamo sì una diminuzione dell'illuminamento, ma con un andamento più dolce, infatti passiamo da 1099 lux senza schermatura a 274 lux con la schermatura in configurazione $cs45^\circ$.

Si può anche osservare che la configurazione $cs-38^\circ$ tende a rimettere maggiormente la luce più verso il soffitto (valore più alto) che verso le scrivanie perché ha valori più bassi di altre configurazioni. In particolare modo, rispetto alla configurazione $cs90^\circ$, ha valori più bassi sulla prima scrivania ma più alti sulla seconda dimostrando la profondità luminosa dovuta al maggiore illuminamento del soffitto.

Una generale tendenza a rendere più profonda la penetrazione della luce all'interno dell'ambiente, si può notare anche dalla diminuzione in percentuale che si ha in modo maggiore sul $p/1$ e poi sul $p/2$. L'unica eccezione è fatta dalla configurazione $cs90^\circ$.

- *Simulazione del 21/6 ore 12.00 con cielo coperto .*

Dalla condizione senza schermatura si nota come i valori di illuminamento siano molto più bassi a causa della presenza della sola componente diffusa. È stata valutata solo la configurazione $cn0^\circ$ (con le lamelle nella posizione $cs0^\circ$) perché risulta la più permeabile al

passaggio di luce. Si vede che anche con l'applicazione della schermatura, i valori sulla prima scrivania restano buoni e sulla seconda sono sufficienti. Si può anche dire che, nonostante la mancanza della componente diretta della luce, si ha sempre una minore tendenza all'attenuamento luminoso all'aumentare della distanza dalla finestra.

- *Simulazione del 22/12 ore 12.00 con cielo coperto.*

In queste condizioni climatiche si fanno già molto bassi i valori senza schermatura, richiedendo per la posizione *p/2* l'ausilio della luce artificiale. La configurazione *cn-22°* (con le lamelle nella posizione *cs-22°*) apporta un abbassamento del 36% sul soffitto, del 42% sulla prima scrivania e solo del 27% sulla seconda.

La sua azione si traduce in termini pratici ad una insufficienza di illuminamento sul *p/2* che richiede così, per svolgere le operazioni lavorative, il completamento con l'illuminazione artificiale ed un sufficiente illuminamento su *p/1*.

- *Simulazioni del 22/12 ore 12.00 con cielo sereno ed irradiazione solare diretta.*

Senza fare nessuna misurazione, ma osservando l'immagine fotorealistica si capisce come la luce penetri maggiormente all'interno della stanza e come lo stesso interno sia caratterizzato dall'alternarsi in modo netto di superfici in luce ed in ombra, situazione questa che può creare un certo disturbo.

Le misurazioni sono state effettuate sul soffitto per tutte le quattro configurazioni "invernali" (*cs0°*, *cs-22°*, *cs23°*, *cs110°*) e sul *p/1* e *p/2* solamente per quelle configurazioni, *cs23°* e *cs110°*, dove si ha una uniformità della luce interna senza avere bande in ombra od in luce.

L'analisi del funzionamento si è conclusa andando a verificare i parametri misurati con quelli definiti dalle norme come valori ideali di illuminamento e di luminanza. Questo ha richiesto, oltre alle normali immagini fotorealistiche

finora usate per misurare i valori di illuminamento sui piani di lavoro, la simulazione con vista tipo "emisferical fisheye", in vista ergorama (cono visivo 60°) e panorama (cono visivo 90°), per verificare se dalla prima postazione di lavoro risultasse abbagliamento. Le configurazioni CSB per il 21/06 e la CSI per il 22/12 in condizioni di cielo sereno e, le $cn0^\circ$ per il 21/06 e $cn-22^\circ$ per il 22/12 in condizione di cielo coperto, sono risultate soddisfacenti sia riguardo ai valori di illuminamento, che alle verifiche di luminanza, garantendo comunque una certa permeabilità alla vista dell'esterno ed all'ingresso della radiazione diretta, come apporto di calore gratuito, nel periodo invernale.

6.8.3

Confronto del prodotto con altri due prodotti presenti sul mercato.

L'ultima trince di simulazioni è stata elaborata per fare un confronto tra il sistema proposto e altri due presenti sul mercato. I prodotti in questione sono il *Frangisole Linea HT 205* della *MERLO* ed il frangisole *Ellipsoid tipo 15* della *NACO*. Ho scelto questi due sistemi schermanti per i seguenti motivi:

- montano pale con la forma più usuale per le schermature esterne;
- le pale non sono impacchettabili ma solo orientabili ed hanno le dimensioni che maggiormente si avvicinano a quelle della lamella da me progettata;
- si applicano alla stessa tipologia di edifici.

Per le simulazioni con cielo sereno del 21/06 e del 22/12 si sono previste sei configurazioni per modello, mentre, quando si ha cielo coperto si è preso in considerazione solo una configurazione per il 21/06 ed una per il 22/12, quelle più adatte. Avendo un funzionamento simile, si possono trarre delle considerazioni che valgono per entrambi i prodotti sopra menzionati :

1. come si nota dai grafici e dai valori numerici in percentuale (vedi tabella 6), in qualsiasi configurazione provocano un abbattimento luminoso maggiore a volte imparagonabile. Questo può essere un aspetto positivo considerando i momenti di maggiore radiazione luminosa, ma se si vanno a considerare condizioni di minore luminosità, cielo non perfettamente limpido o come nel caso di cielo coperto, si nota l'aspetto negativo di tale abbattimento, dovendo ricorrere all'uso dell'illuminazione artificiale;
2. altra considerazione riguarda una maggiore uniformità di illuminazione tra $p/1$ e $p/2$, in quanto in alcune configurazioni la differenza di illuminamento tra le due scrivanie è minore. Questa caratteristica va a confermare quello che si è analizzato nella prima parte della trattazione: i sistemi schermanti prodotti industrialmente non svolgono la funzione di pilotare e diffondere la luce naturale all'interno dell'ambiente. Il poco sfruttamento della componente diretta fa sì che l'ambiente sia illuminato in gran parte dalla sola

componente diffusa. Ciò che dimostra quanto detto, è che, con il sistema proposto, sul soffitto l'illuminamento maggiore lo ottengo sempre, in tutte le casistiche pur avendo esternamente un grigliato alla medesima quota del soffitto che sporge di 60 cm;

- con il sistema progettato riesco ad ottenere comunque risultati che rispettano i limiti richiesti, come per i due modelli presi a confronto, utilizzando però un numero minore di frangisole (solo per la parte superiore della finestra).

TABELLA 6. Valori rilevati dalle simulazioni eseguite con i sistemi Merlo e Naco.

| SOLSTIZIO ESTIVO ORE 12:00, CIELO SERENO CON SOLE | MERLO cs0° | MERLO cs-30° | MERLO cs30° | NACO cs0° | NACO cs-30° | NACO cs30° |
|---|-------------------|---------------------|--------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Soffitto | 416 lux -68% | 805 lux -38% | 506 lux -61% | 473 lux -63% | 727 lux -44% | 529 lux -59% |
| PL1 | 700 lux -70% | 860 lux -64% | 240 lux -90% | 380 lux -84% | 650 lux -72% | 278 lux -88% |
| PL2 | 390 lux -69% | 470 lux -63% | 160 lux -87% | 256 lux -80% | 376 lux -70% | 179 lux -86% |
| Solstizio estivo ore 12:00, cielo coperto | MERLO cs0° | | | NACO cs0° | | |
| Soffitto | 132 lux -60% | | | 152 lux -53% | | |
| PL1 | 166 lux -81% | | | 287 lux -67% | | |
| PL2 | 114 lux -70% | | | 206 lux -46% | | |
| Solstizio invernale ore 12:00, cielo sereno con sole | MERLO cs0° | MERLO cs-22° | MERLO cs45° | NACO cs0° | NACO cs-22° | NACO cs45° |
| Soffitto | 1454 lux -40% | 1869 lux -23% | 390 lux -84% | 1665 lux -31% | 1810 lux -25% | 388 lux -84% |
| PL1 | n.m. | n.m. | 600 lux | n.m. | n.m. | 735 lux |
| PL2 | n.m. | n.m. | 306 lux | n.m. | n.m. | 306 lux |
| Solstizio invernale ore 12:00, cielo coperto | MERLO cs0° | | | NACO cs0° | | |
| Soffitto | 54 lux -60% | | | 63 lux -53% | | |
| PL1 | 89lux -75% | | | 48 lux -86% | | |
| PL2 | 56 lux -65% | | | 34 lux -79% | | |

III. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

7. IL SISTEMA PARENTESI DI LUCE.

Concludendo, le verifiche atte a certificare il funzionamento del prodotto e, con la sua applicazione, il rispetto dei parametri definiti per il comfort visivo, è possibile precisare i componenti del sistema parentesi di luce:

- una schermatura esterna, con lamelle orientabili, che riesca a regolare in modo efficiente, nei vari periodi dell'anno, la radiazione solare;
- un grigliato esterno come elemento schermante fisso che va a completare il sistema delle lamelle e al tempo stesso elemento che permette gli interventi di ispezione e di manutenzione;
- una schermatura interna di semplice tecnologia, composta da un tendaggio che scorre dal basso verso l'alto, che sia complementare alla schermatura esterna e che garantisca l'oscuramento totale anche per permettere l'utilizzo di mezzi audiovisivi, come specifica la norma UNI 10840.

Questi tre componenti principali sono poi supportati da gli elementi serventi del sistema (struttura, collegamenti, organismi di movimentazione, etc.).

7.1 Confronto tra la proposta concettuale ed il sistema di progetto.

Importante alla fine di uno studio è confrontare il punto di partenza, la così detta proposta concettuale, con il punto finale, il progetto.

Per una maggiore chiarezza riporto gli input della proposta con le relative considerazioni ed i relativi confronti.

- SCHERMATURA ESTERNA.

1. *Fondamentale nei periodi di maggior irradiazione, per garantire un miglior confort ambientale.*

È stato considerato uno dei punti principali perché posizionando la schermatura esternamente, come si è visto, si ha una protezione dell'involucro vero e proprio.

2. *L'elemento base schermante di peso e di dimensioni ridotte.*

Requisito importante perché semplifica durante le fasi di montaggio e di utilizzo del sistema, perché comporta una minore potenza per movimentarlo ed una minore usura dei componenti serventi la movimentazione. Inoltre avendo la funzione anche di pilotare e diffondere la luce all'interno, a dimensioni minori corrisponde una maggiore uniformità luminosa. Tutto quello che ci eravamo prefissati per la lamella è stato rispettato.

Dal punto di vista funzionale, le dimensioni ridotte dell'elemento base, tra i 2000 mm ed i 2500 mm, consente di avere più pannelli schermanti per ambiente interno (come per il modello della simulazione) offrendo così una maggiore flessibilità di funzionamento. Dalle analisi fatte, si è invece notata la tendenza ad avere maggiori dimensioni dell'elemento base, arrivando fino a lunghezze di 5 metri con il *Frangisole Estruso 120 E* della NACO, dove la stessa pala può arrivare ad offrire lo stesso servizio a due ambienti contigui, separati ed occupati da utenti diversi con diversi bisogni senza offrire, così una risposta flessibile.

3. *"Mobile" e comandata automaticamente per rispondere meglio alle varianti climatiche.*

Per dare una risposta più flessibile e più precisa, le lamelle oltre ad essere orientabili nella rivoluzione intorno al proprio asse, come si è visto, cambiano continuamente profilo. Questa caratteristica è stata anche verificata dalle simulazioni con RADIANCE dove si è notato, per le differenti configurazioni, un diverso funzionamento (una volta privilegiando l'ingresso della radiazione diretta, un'altra volta pilotando la luce sul soffitto, ecc.).

L'attivazione e la movimentazione automatica del sistema schermante esterno avverrà tramite l'ausilio di dispositivi motorizzati, ed il sistema schermante, sarà quindi integrato con sistemi per il controllo dei parametri ambientali. La schermatura in questo modo diventa un componente dinamico dell'involucro, attivo e capace di relazionarsi ai cambiamenti climatici, in grado di regolare puntualmente i flussi energetici nelle due direzioni determinando di volta in volta le condizioni ambientali migliori all'interno dell'ambiente. Il funzionamento globale del frangisole è regolato da una centralina di controllo elettronico che si collega ai dispositivi per la movimentazione dei diversi componenti.

I dispositivi deputati al controllo della radiazione sono i sensori di temperatura, di umidità, di luminosità, di pressione, eccetera, che si possono collocare sia all'interno sia all'esterno oppure in entrambe le posizioni. Dalla interazione tra sensore-automatismo-schermatura, si ottengono prestazioni che ottimizzano il comfort ambientale ed ottimizzano il risparmio energetico. Ogni funzione elementare è caratterizzata quindi da questi tre componenti: l'elemento sensore che rivela l'evento, l'elemento "intelligente" che lo analizza e l'elemento attuatore che interviene modificando la situazione ambientale ritenuta anomala.

Alcune aziende che sviluppano soluzioni integrate prevedono diverse opzioni di utilizzo dei comandi centralizzati che vanno dall'azionamento del singolo, alle modalità di intervento raggruppate per piano o per facciate.

Nel caso in progetto, si prevede l'utilizzo di sensori sia all'interno dell'ambiente che all'esterno dell'edificio, collegati all'elaboratore che, valutati tutti i dati rilevati, gestisce in modo ottimale il sistema. Questo automatismo non deve però togliere al singolo utente la possibilità di intervenire in modo puntuale sia per questioni fisiologiche, che per motivi psicologici di percepire la schermatura come un'imposizione.

Questi automatismi di sistemi offrono vantaggi economici evidenti se applicati ad edifici occupati per gran parte del giorno, come nel caso degli uffici.

4. *Che piloti e diffonda la luce naturale all'interno dell'ambiente.*

Anche questa proposta progettuale è stata confrontata e valutata in relazione a prodotti già esistenti sul mercato. Le simulazioni fatte con RADIANCE, come si è visto, hanno permesso di valutare il reale funzionamento e di verificarlo con i valori definiti dalle normative per il comfort visivo e di paragonare in modo oggettivo il funzionamento del sistema proposto con i prodotti della MERLO e della NACO.

5. *Esteticamente gradevole per conferire nuova valenza formale ed architettonica all'involucro.*

Come si era analizzato dai prodotti un aspetto fondamentale per i sistemi schermanti esterni è il design. Evidente è la leggerezza del sistema dovuta alle dimensioni dell'elemento base che permette di leggere la composizione dell'involucro retrostante senza andarlo a coprire come avviene con l'applicazione di altri sistemi.

Dato il fatto di avere 4 superfici per ogni lamella invece di 2 come per i sistemi tradizionali l'elemento base può offrire una maggiore flessibilità e variabilità cromatica diventando così un elemento che va ad arricchire il valore estetico della facciata.

Interessante è osservare, come cambiando l'angolazione delle lamelle, cambi la percezione cromatica e lo stesso cambiamento si ha in base alla quota da cui si osserva l'edificio.

Se si osserva dall'alto verso il basso si percepisce una colorazione che può essere diversa che se si guarda dal basso verso l'alto.

Inoltre, date le piccole dimensioni delle lamelle, si viene a creare un gioco di luce-ombra con una tessitura fitta da farlo sembrare un tessuto.

Attenzione è stata posta anche nel determinare gli altri elementi. Il montante della schermatura ha la possibilità di essere completato con delle cartelline dai vari profili, il corrimano del ballatoio di manutenzione è in cavi di acciaio, che garantiscono sia la sicurezza di tenuta che la leggerezza e la trasparenza.

6. *Facilità, semplicità e libertà nel compiere le azioni di manutenzione.*

La manutenzione, ma più semplicemente la possibilità di ispezionare i componenti esterni dell'involucro e di compiere le operazioni di pulizia, sono come si è già detto, fattori importanti per garantire una maggiore e migliore durata.

Questo punto fondamentale della proposta concettuale è stato raggiunto con la realizzazione del camminamento orizzontale ma anche con il prevedere la fattibilità di tutte le operazioni da esso, come il cambio e la pulizia delle lamelle, come la possibilità d'intervento sui meccanismi di movimentazione e come la possibilità di operare sempre sulla facciata continua, visto la natura poco invasiva degli ancoraggi puntuali studiati.

7. *Nel periodo di massima protezione deve comunque permettere la vista, anche se pur parziale, dell'esterno.*

Il sistema schermante, nella configurazione a lamelle orizzontali, offre un'ottima percentuale di visibilità dell'ambiente esterno, maggiore di quella dei sistemi NACO e MERLO. Inoltre anche nella massima protezione da una libera visuale dell'esterno nel campo basso della finestra ed una variabile nel campo alto dell'apertura in funzione dell'altezza del punto di osservazione (in piedi o seduto), della distanza dalla finestra e dell'angolazione delle lamelle.

- SCHERMATURA INTERNA.

1. *Di semplice tecnologia, come prima c'era lo "scurino".*

È costituito da una tenda a rullo con delle guide laterali dove corre lo spiaggiaie. Ci sono due cassonetti, alloggiati in spazi ricavati dal pavimento rialzato e dal controsoffitto.

2. *Comandata direttamente dall'utente che gli garantirà quella flessibilità di risposta più vicina ai propri singoli bisogni.*

Semplice è anche la tecnologia di movimento, manuale o motorizzata.

3. *Garantisce il suo utilizzo in caso di malfunzionamento di quella esterna.*

Eventuali danni o malfunzionamenti possono rendere inefficace la schermatura esterna per periodo più o meno lunghi. In questi casi è opportuno garantire comunque una protezione ed una regolazione della radiazione solare per permette l'utilizzo dei locali interni.

4. *Offrire una maggior privacy all'utente.*

Visto che i frangisole esterni non sono applicati a tutta la superficie vetrata, ma solo alla parte superiore e che comunque in nessuna configurazione offrono un'opacità totale, lo schermo interno serve a soddisfare eventuali esigenze di privacy.

Quindi la schermatura interna e quella esterna devono essere in relazione tra loro in modo complementare e poter anche funzionare indipendentemente l'uno dall'altro. Un sistema così composto potrà rispondere meglio alle caratteristiche di elemento multi-funzione integrato.

Non occorre la schermatura interna per garantire i requisiti di comfort ambientale e visivi (come si è verificato), ma la loro coesistenza offre maggiori e migliori prestazioni.

Utili a capire meglio la complementarietà, possono essere le simulazioni fatte con RADIANCE. Nel periodo estivo, quando il sole è alto e non si ha mai una radiazione diretta penetrante nell'ambiente, con l'utilizzo della tenda (nella zona bassa della finestra) e delle lamelle in configurazione

orizzontale (nella parte alta della finestra), ho verificati tutti i parametri riferiti all'illuminamento ed alla luminanza avendo sempre una buona introspezione con l'esterno.

7.2 **Conclusione ed eventuali sviluppi.**

Il cercare di limitare, per quanto più possibile, l'uso dell'energia attraverso la ricerca di soluzioni alternative che utilizzino le fonti di energia rinnovabile e allo stesso tempo cerchino di assicurare uno stato di benessere accettabile all'interno dell'edificio, è un compito al quale i progettisti oggi non possono più sottrarsi. Nella parte iniziale della tesi molti fattori di analisi sono stati presi in considerazione perché la progettazione di un componente dell'involucro non si esaurisca con la semplice protezione dagli agenti atmosferici negativi, ma si completi con la possibilità di utilizzare anche gli agenti esterni positivi. Cercando di realizzare l'obiettivo di un involucro che dialoga con l'ambiente esterno e che funziona da filtro variabile, si segue una via di progettazione consapevole che va incontro all'uomo ed ai suoi bisogni più generali.

La proposta progettuale di questa tesi è di un prodotto industriale; importante nella fase di progettazione è stata questa precisazione. Con industriale spesso si vuol definire un qualcosa prodotto su larga scala, in serie, dai molteplici utilizzi e ad un costo competitivo. La realizzazione di tale prodotto comporta il verificarlo con quello che c'è già sul mercato, con le sue prestazioni, e quindi con dei valori oggettivi e discriminanti.

Per tutta la redazione della tesi ho cercato di mantenere un contatto con il reale, il realizzabile e per questo ho cercato collaborazioni con la METRA ed ho fatto simulazioni per definire le qualità illuminotecniche del sistema in modo da poterlo confrontare con gli altri prodotti. Il progetto ha risposto bene sia alle verifiche che ai confronti fatti, ma sono consapevole che lo studio non si è concluso perché ampi possono essere i margini di miglioramento per rendere il prodotto più competitivo, come si potrebbe approfondire:

- la possibilità di appacchettare le lamelle;
- lo studio, attraverso innumerevoli prove, per capire il reale apporto delle parentesi di luce nelle varie configurazioni, in modo da poter definire per ogni superficie la texture e il colore migliore;
- l'analisi, con simulazioni, della collaborazione tra la schermatura ed il soffitto per permettere una maggiore diffusione ed uniformità della

luce all'interno dell'ambiente potendo sperimentare vari tipi di texture, di forme e di colori.

BIBLIOGRAFIA

- **Angelucci F., Panarelli G.**, *"Involucri energetici"*, Atti del convegno Atessa – Pescara 8/9 maggio 2002, Sala, Pescara, 2002.
- **AA.VV.**, *"Solar Architecture, strategies, visions, concepts"*, Edition Detail, Munchen, 2003.
- **Behling S.**, *"Solar Power. The Evolution of Sustainable Architecture"*, Prestel Verlag, Munch-London-New York, 2000.
- **Benedetti C.**, *"Manuale di architettura bioclimatica"*, Maggioli Editore, Rimini, 1994.
- **Benedetti C.**, *"Uso delle risorse rinnovabili in architettura"*, Kappa, Roma, 1999.
- **Bufer F. M.**, *"Architettura ed ambiente: manuale per il controllo della qualità termica, luminosa ed acustica degli edifici"*, ETAS libri, Milano, 1995.
- **Cellai G., Casadidio M.**, *"Progettare con la legge 10/91"*, Carrocci, Roma, 1998.
- **Chiesa G., Dall'O' G.**, *"Risparmio energetico in edilizia. Criteri e norme"*, Masson, Milano, 1996.
- **Daniels K.**, *"The Technology of Ecological Building"*, TCF, Basel, 1997.
- **Forcolini G.**, *"Illuminazione di interni"*, Urlico Hoepli, Milano, 1988.
- **James & James**, *"Daylighting in architecture. A European Reference Book"*, edit by N. V. Baker, A. Fanchiotti, K. A. Steemers, Bruxelles and Luxemburg, 1993.
- **Marzia E.**, *"Sistemi solari passivi. Soluzioni per una migliore qualità ambientale degli edifici"*, Franco Muzzio, Padova, 1980.
- **Matteoli L., Aliotti E.**, *"Raccolta storica della documentazione tecnica"*, UNCSAAL, Milano, 1993.
- **Mutti A., Provenzali D.**, *"Tecniche costruttive per l'architettura."*, Kappa, Roma, 1989.
- **Martegani P., Montenegro R.**, *"Design Digitale. Nuove frontiere degli oggetti"*, Universale di architettura n° 92, Testo&Immagine, Torino, 2001.

- **Olgay V.**, *"Progettare con il clima"*, Franco Muzio, Padova, 1981.
- **Pierfederici O.**, *"Illuminazione e colore negli ambienti di lavoro"*, Maggioli, Rimini, 1993.
- **Sala M.**, *"Tecnologie solari"*, Alinea, Firenze, 1993.
- **Sala M.**, *"Schermature solari"*, Alinea, Firenze, 2000.
- **Torricelli M. C., Sala M., Secchi S.**, *"La luce del giorno: tecnologie e strumenti per la progettazione"*, Alinea, Firenze, 1995.

BIBLIOGRAFIA RIVISTE

- **BUILDING AUTOMATION.**
 - **Pitea C.**, *"Ma cos'è la building automation?"*, n°1, 2002, pgg. 39-40.
 - **Braicovich E.**, *"Il fattore umano"*, n°2, 1999, pgg. 37-40.

- **DETAIL.**
 - **Centro di ricerca ad Ispra**, arch. Cuccinella M., n° 3, 1997, pgg. 335-338.
 - **Biblioteca pubblica a Berlino**, arch. Abelmann + Vielain, n° 4, 1997, pgg. 554-557.
 - **Museo di Arte a Lille**, arch. Ibos + Vitar, n° 5, 1997, pgg. 748-751.
 - **Complesso bancario a Lodi**, arch. Piano R. Building Workshop, n° 3, 1998, pgg. 378-380.
 - **Museo di arte a Basilea**, Piano Building Workshop, n° 3, 1998, pgg. 381-385.
 - **Ristrutturazione di facciata a Dresda**, arch. Knerer & Lang, n° 4, 1998, pgg. 611-613.
 - **Mensa e club della scuola ufficiali del Bundeswehr Dresda**, arch. Auer + Weber + Partner, n°4, 1999, pgg. 649-654.
 - **Serra a Praga**, arch. Eva Jiricna, n°3, 2000, pgg. 372-376.
 - **Istituto universitario a Parigi**, arch. Brunet & Saunier, n° 3, 2000, pgg. 390-393.
 - **Edificio per uffici ad Atene**, arch. Tombazis A. N., n° 3, 2000, pgg. 394-396.

- **Edificio per uffici ad Hannover**, arch. Herzog + Partner, n° 3, 2000, pgg. 397-403.
 - **Centro culturale e dei congressi a San Sebastian**, arch. Moneo R., n° 3, 2000, pgg. 406-411.
 - **Università a Saitama Japan**, arch. Yamamoto & Field Shop, n° 5, 2000, pgg. 854-859.
 - **Edificio amministrativo a Wiesbaden**, arch. Herzog + Partner, n° 7, 2001, pgg. 1250-1256.
 - **Vivere e lavorare a Rosenheim**, arch. Hirner & Riehl, n° 6, 2002, pgg. 766-771.
 - **Edificio per uffici a Solihull**, arch. Arup Associates, n° 6, 2002, pgg. 772-775.
 - **Technical college a Kufstein**, arch. Henke und Schreieck, n° 6, 2002, pgg. 777-782.
 - **Centro di produzione a Maranello**, arch. Fiatengineering + Turin + Visconti, n° 1/2, 2003, pgg. 74-78.
- **DOMUS**
 - **Brandolini S.**, "**Architettura Cromatica**", n° 860, 2003, pgg 120-123.
- **FINESTRA.**
 - **Compagno A.**, "*Il vetro in architettura*", gennaio 2002, pgg. 106-114.
 - **Campoli A.**, "*Trasparenza ed Architettura*", marzo 2002, pgg. 128-136.
 - **Macrelli G.**, "*Pulizia addio: la nuova frontiera*", marzo 2002, pgg. 150-153.
 - **Medeo F.**, "*Il limite oltre la trasparenza*", maggio 2002, pgg. 134-138.
 - **Braicovich E.**, "*F come fabbrica*", settembre 2002, pgg. 130-133.
 - **Zanelli A.**, "*Una leggera rete di cavi*", ottobre 2002, pgg.128-132.
 - **Braicovich E.**, "*Glasstec 2002*", marzo 2003, pgg. 178-190.

- **FRAMES.**
 - **Bianchetti F.**, *"Postdamer Platz, facciate tecnologiche"*, n° 79, 1999, pgg. 44-51.
 - **Ferrari M.**, *"Serramenti ed automazioni"*, n° 84, 2000, pgg. 72-75.
 - **Ferrari M.**, *"Il controllo della luce. Frangisole"*, n° 86, 2000, pgg. 68-71.
 - **Giorgini L.**, *"Elementi di progettazione e geometria solare I"*, n° 89, 2000/01, pgg. 26-29.
 - **Giorgini L.**, *"Elementi di progettazione e geometria solare II"*, n° 90, 2001, pgg. 28-31.
 - **Pagani C.**, *"La pulizia delle facciate"*, n° 89, 2000/01, pgg. 36-41.
 - **Bianchetti F.**, *"Facciate tecnologiche: il progetto esecutivo"*, Frames TACCUINO periodico speciale, apr/2001.
 - **Corones M.**, *"Jean Nouvel o l'architettura delle superfici"*, n° 93, 2001, pgg. 32-37.
 - **Bianchetti F.**, *"Facciate tecnologiche: le coperture trasparenti"*, Frames TACCUINO periodico speciale, sett/2001.
 - **Ferrari M.**, *"Il controllo della luce: sistemi tecnologici"*, n° 95, 2001, pgg. 38-43.
 - **Fontone C.**, *"Serre solari nell'edilizia residenziale"*, n° 96, 2002, pgg. 27-32.
 - **Imperatori M.**, *"Dubosc e Landowski: i serramenti come parte di una costruzione "meccano""*, n° 96, 2002, pgg. 32-36.
 - **Pagani C.**, *"Vetri: tecnologia, prestazioni, superfici."*, n° 96, 2002, pgg. 62-67.
 - **Fontone C.**, *"Il progetto della protezione solare"*, n° 98, 2002, pgg. 26-31.
 - **Imperatori M.**, *"Ralph Erskine: catturare la luce"*, n° 98, 2002, pgg. 32-37.
 - **Pagani C.**, *"Facciate a trasparenza variabile"*, n° 98, 2002, pgg. 38-43.
 - **Bianchetti F.**, *"Facciate tecnologiche: il manuale della manutenzione"*, Frames TACCUINO periodico speciale, lug/2002.

- **Bianchetti F.**, *"Facciate tecnologiche: materiali e tecnologie bioclimatiche. Immagini ed archetipi"*, Frames TACCUINO periodico speciale, dic/2002.
 - **Fontone R.**, *"Flemming Skude. Villa Vision a Taastrup, Danimarca"*, n° 102, 2003, pgg. 50-55.
 - **Franchini A.**, *"...e per tetto, i capolavori"*, n° 103, 2003, pgg. 44-49.
 - **Bianchetti F.**, *"Facciate tecnologiche: progettare la protezione solare"*, Frames TACCUINO periodico speciale, giu/2003.
 - **Cannavale L.**, *"I sistemi oscuranti"*, n° 105, 2003, pgg. 64-67.
 - **Bianchetti F.**, *"Facciate tecnologiche: progettare l'architettura automatica"*, Frames TACCUINO periodico speciale, ott/2003.
 - **Bianchetti F.**, *"Facciate tecnologiche: progettare la "pelle" dell'architettura"*, Frames TACCUINO periodico speciale, nov/2003.
 - **Piana M.**, *"Il serramento intelligente (I parte)"*, n° 106, 2003, pgg. 36-41.
 - **Piana M.**, *"Il serramento intelligente (II parte)"*, n° 107, 2004, pgg. 26-32.
 - **Lo Verso V., Filippi M., Aghemo C., Pellegrino A.**, *"Il progetto di sistemi di illuminazione naturale attraverso l'uso di un cielo artificiale"*, n° 108, 2004, pgg. 40-45.
 - **AA. VV.**, *"Progettare con la luce"*, n° 108, 2004, pgg. 70-73.
 - **Lo Verso V., Filippi M., Aghemo C.**, *"La luce naturale come elemento di progetto degli ambienti confinanti"*, n° 109, 2004, pgg. 42-48.
 - **Cannavale L.**, *"La motorizzazione ed i sistemi di controllo delle facciate"*, n° 109, 2004, pgg. 54-59.
- **OTTAGONO**
 - **Heimann E.**, *"Alluminio: superfici"*, n.150, Maggio 2002, pgg.60-64.
 -
 - **QUADRA.**
 - **AA. VV.**, *"Un flash sui vetri isolanti"*, giu/lug '96.

- **AA.VV.**, *"Termotrasmissione dei serramenti e contributo degli schermi"*, maggio '97.
- **AA.VV.**, *"UX-10. La pulizia delle superfici di serramenti metallici e facciate continue"*, lug/ago '97.
- **AA.VV.**, *"UX-12. Energia e serramenti: gli apporti solari"*, maggio '98.
- **AA.VV.**, *"UX-13. Modellazioni climatiche sulle facciate"*, lug/ago '98.
- **AA.VV.**, *"UX-18. L'evoluzione dell'involucro industrializzato leggero: sistemi di facciata a risparmio energetico e vetri a trasparenza variabile"*, ottobre 2000.
- **AA.VV.**, *"UX-19. Un brise soleil per il risparmio energetico"*, gennaio '01.
- **AA.VV.**, *"UX-22. Serramenti di alluminio: raccomandazioni per l'ottenimento delle migliori prestazioni qualitative"*, ottobre '01.
- **AA.VV.**, *"UX-25. Un frangisole per catturare la luce naturale"*, aprile '98.

LINKS

- <http://www.area-arch.it>, *"Qualità ed uso della luce"*.
- <http://www.edilio.it>, *"More with less. Architettura sostenibile: progetto integrato"*.
- <http://www.edilio.it>, *"Sistemi d'involucro: linee di tendenza e sviluppi innovativi"*.
- <http://www.infobuild.it>, *"Domotica e Building Automation. Confusione interessata"*.
- <http://www.infobuild.it>, *"Facciate mobili"*.
- <http://www.isesitalia.it>, *"Speciale illuminazione naturale"*.
- <http://www.luceonline.it>, *"La luce e la percezione visiva"*.
- <http://www.screenglass.com>, *"Gestione dell'illuminazione naturale al posto di lavoro"*.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **Circolare Ministeriale dei Lavori Pubblici del 22/5/67 n°3151**, *“Criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà termiche, idrometriche, di ventilazione e di illuminazione nelle costruzioni edilizie”*.
- **Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 22/12/74 n°13011**, *“Requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere. Proprietà tecniche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione”*.
- **Decreto Ministeriale 5/7/75**, *“Modificazioni alle istituzioni Ministeriali del 20/6/1896 relative all’altezza minima dei locali ed ai requisiti igienico-sanitari principali dei locali di abitazione”*.
- **Decreto Ministeriale del 18/12/75**, *“Norme tecniche aggiornate relative all’edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nell’esecuzione di opere di edilizia scolastica”*.
- **Legge 10/91**, *“Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”*.
- **Il Decreto Legislativo 242/96**.
- **Merloni-ter 109/94**, *“Legge quadro in materia di lavori pubblici”*.
- Norma Italiana UNI 10530, del febbraio 1997, *“Principi di ergonomia della visione. Sistemi di lavoro e illuminazione”*.
- **D.P.R. 554/1999**, *“Regolamento di Attuazione della Legge quadro in materia di lavori pubblici”*.
- **Norma Italiana UNI 10840**, marzo 2000, *“Luce e illuminazione, locali scolastici, criteri generali per l’illuminazione naturale ed artificiale”*.
- **Norma UNI EN ISO 9241-6**, dell’ottobre 2001, *“Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con videoterminali (VDT) - Guida sull’ambiente di lavoro”*.

ELENCO DITTE

- **DITTE - Automatismi.**
 - **Biticino.** La casa domotica (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.myhome-biticino.it>).
 - **ELERO Italia.** Applicazioni legate all'automazione ed alla sicurezza di manovra degli schermi oscuranti e delle porte basculanti (DOCUMENTAZIONE: CD).
 - **DITEC.** Entrate automatiche (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.ditec.it>).
 - **Label.** Porte automatiche (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.labelsipa.it>).
 - **Motus.** Per l'automazione di tende e tapparelle da sole (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.motus.it>).
 - **Nicehomeautomation.** Automatismi per tapparelle e tende da sole (DOCUMENTAZIONE: depliant).
 - **KABA.** Pareti automatiche ed ante scorrevoli (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.kaba-gilgen.ch>).
 - **Sesamo.** Automatismo per porte scorrevoli (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.sesamo.org>).
 - **Somfy innovazione.** Automatismi per protezioni solari, tende interne & tende tecniche, veneziane esterne e chiusure residenziali (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.somfy.it>).
 - **TORMAX automatic.** Sistemi per porte automatiche (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.tormax.com>).

- **DITTE - Vetri.**
 - **ISOCLIMA** (DOCUMENTAZIONE: sito internet <http://www.isoclima.it>).
 - **Pilkington.** Vetrate autopulenti (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.pilkington.com>).
 - **Saint – Gobain GLASS** (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.saint-gobain-glass.com>).

- **DITTE - Schermature solari.**
 - **CDR.** DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.cdronline.it>.

- **COLT.** DOCUMENTAZIONE: sito internet <http://www.coltinternational.co.uk>.
 - **C/S Group Construction Specialties.** DOCUMENTAZIONE: depliant.
 - **Dasolas.** DOCUMENTAZIONE: sito internet <http://www.dasolas.dk>.
 - **Griesser.** DOCUMENTAZIONE: sito internet <http://www.griesser.ch>.
 - **HUNTER DOUGLAS – LDT blind division.** DOCUMENTAZIONE: sito internet <http://www.hunterdouglas.dk>.
 - **Louverdrape.** DOCUMENTAZIONE: sito internet <http://www.louverdrapeitalia.com>.
 - **Luxalon sunlouvres.** DOCUMENTAZIONE: sito internet <http://www.luxalon.com>.
 - **Merlo frangisole.** DOCUMENTAZIONE: sito internet <http://www.merlo-brise-soleil.it>.
 - **ME-VI.** DOCUMENTAZIONE: depliant.
 - **MODEL SYSTEM ITALIA daylighting solutions.** DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.modelsystemitalia.it>.
 - **NACO.** DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.naco.it>.
 - **RENSON WAREGEM.** DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.renson.be>.
 - **RIALTO Vetrotenda bund-glasses** (DOCUMENTAZIONE: depliant).
 - **SCHUCO international.** DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.schueco.it>.
 - **SCRIGNO.** DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.scrigno.net>.
 - **SUNBREAK schermature solari.** DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.borsatosunbreak.com>.
 - **Velthec.** DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.finvetro.com>.
- **DITTE - Sistemi costruttivi.**
 - **CARL STAHL Posilock.** Sistema di tiranti in acciaio (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.carlstahl.it>).

- **Faraone.** Facciate in vetro con fissaggio puntuale ed accessori per facciate sospese (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.faraone.it>).
- **FRACTAL.** Profilati e pannelli in alluminio (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.fractalitalia.it>).
- **FRENER & REIFER.** Facciate metalliche, in vetro e metallo, in vetro strutturale, fotovoltaiche, ... (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.frener-reifer>). **
- **Gruppo Unik.** Una finestra multifunzione (DOCUMENTAZIONE: depliant).
- **Halfen - Orobia.** Sistemi di ancoraggio, fissaggio e giunti (DOCUMENTAZIONE: depliant con allegato CD e sito internet <http://www.halfen.it>).
- **JAKOB inox line.** Sistema di tiranti in acciaio (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.jakob.ch>).
- **Lorenzon involucro.** Sistemi di fissaggio delle lastre di vetro alla struttura portante (DOCUMENTAZIONE: CD).
- **METRA.** Facciate continue (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.metra.it>).**
- **SCHUCO international.** Sistemi in alluminio per facciate e tetti luce (DOCUMENTAZIONE: depliant e sito internet <http://www.schueco.it>).**
- **TECU.** Sistemi di facciata in rame (DOCUMENTAZIONE: depliant).

** Integrazione con pannelli fotovoltaici o solari per risparmio energetico