

26.

ilProgettoSostenibile

Ricerca
e tecnologie
per l'ambiente
costruito

MEDITERRANEO TRA MITO E RISORSA

Le Corbusier, fra civiltà macchinista e mito del Mediterraneo • La cultura urbana islamica nelle città mediterranee • Tecnologie e progetto per l'ambiente mediterraneo • Escursionismo e architettura vernacola in Catalogna cento anni fa • La sostenibile "pesantezza" delle architetture progettate e costruite con il clima nell'area mediterranea • Valutazione energetica degli edifici in ambito mediterraneo • Dell'architettura di vetro e del Mediterraneo **Studi e ricerche** Spazi aperti next generation: la climatizzazione di microambienti non confinati • Spazi aperti urbani performativi • Smart skin envelope. Integrazione architettonica di tecnologie per il risparmio energetico • Arte edificatoria e coralità nella tradizione costruttiva dell'Italia meridionale • Sostenibilità prefabbricata: il progetto di ricerca KIT haus Plus **Tecnologie** Tecnologie di raffrescamento

26. **ilProgettoSostenibile** Mediterraneo tra mito e risorsa

FOCUS

- 8. Le Corbusier, fra civiltà macchinista e mito del Mediterraneo**
Maria Bottero
- 16. La cultura urbana islamica nelle città mediterranee**
Giulia Annalinda Neglià
- 22. Tecnologie a progetto per l'ambiente mediterraneo**
Mario Losasso
- 30. Escursionismo e architettura vernacola in Catalogna cento anni fa**
Jaume Rosell, Ramon Graus
- 40. La sostenibile "pesantezza" delle architetture progettate e costruite con il clima nell'area mediterranea**
Gian Luca Brunetti
- 52. Valutazione energetica degli edifici in ambito mediterraneo**
Valentina Gianfrate, Paola Gallo
- 58. Dell'architettura di vetro e del Mediterraneo**
Federico M. Butera

STUDI E RICERCHE

- 68. Spazi aperti next generation: la climatizzazione di microambienti non confinati**
Alessandro Mazzotta
- 72. Spazi aperti urbani performativi**
Renata Valente
- 76. Smart skin envelope. Integrazione architettonica di tecnologie per il risparmio energetico**
Marco Sala, Rosa Romano
- 80. Arte edificatoria e corralità nella tradizione costruttiva dell'Italia meridionale**
Francesco Polverino
- 84. Sostenibilità prefabbricata: il progetto di ricerca KIT haus Plus**
Davide Di Fabio, Fausto Pugnaroni, Roberto Fioretti, Paolo Principi



Foto: Emilia Costa

8



22

tecnologie di raffrescamento passivo degli edifici
Mario Grosso

tecnologie per il raffrescamento solare degli edifici
*Giuseppe Oliveti, Natale Arcuri,
Marilena De Simone, Roberto Bruno*

**strategie bioclimatiche di raffrescamento naturale
in un progetto di edilizia residenziale**
Maria Irene Cardillo

**la facciata a velo d'acqua dell'Atelier Fleuriste
di Chieri (TO)**
Stefano Curti, Luca Raimondo

ilProgettoSostenibile

Ricerca e tecnologie per l'ambiente costruito

Rivista trimestrale

Anno 8 - n° 26 settembre 2010

ISSN 1974-3327

Registrazione Trib. Gorizia

n. 5/03 del 9.9.2003

numero di iscrizione ROC: 8147

Direttore responsabile: Ferdinando Gottard

Coordinamento editoriale: Anna Raspar

Direzione scientifica Focus: Gianni Scudo

Segreteria scientifica Focus: Alessandro Rogora

Comitato scientifico Focus: Isabella Amirante, Carlotta Fontana,
Robert Hastings, Virginia Gangemi, Rosario Giuffrè, Mario Grosso,
J. Lopez de Asiain, Fabrizio Orlandi, Rossanna Raiteri, Marco Sala,
Mat Santamouris, Rafael Serra, Willi Weber, Simos Yannas

Redazione: Lara Bassi, Lara Gariup

Progetto grafico: Marco Klobas

Editore: EdicomEdizioni - Monfalcone (Go)

Redazione e amministrazione Editore:

Via I Maggio 117 - 34074 Monfalcone - Gorizia

tel. 0481.484488, fax 0481.485721

e-mail: redazione@edicomedizioni.com

Pubblicità: EdicomEdizioni

Stampa: Grafiche Manzanese - Manzano (UD)

Stampato interamente su carta riciclata da fibre selezionate

Prezzo di vendita: euro 20,00

Abbonamenti: Italia: euro 60,00 - Estero: euro 120,00

Gli abbonamenti possono iniziare, salvo diversa indicazione,
dal primo numero raggiungibile in qualsiasi periodo dell'anno.

Distribuzione in libreria

Joo Distribuzione - via F. Argelati, 35 - Milano

La direzione lascia agli autori piena responsabilità degli articoli firmati.

È vietata la riproduzione, anche parziale, di articoli, disegni e foto
se non espressamente autorizzata dall'editore.



Marco Sala
Rosa Romano
 Università
 degli Studi di Firenze,
 Dipartimento TAeD

Smart skin envelope. Integrazione architettonica di tecnologie per il risparmio energetico

Il progetto della CCIA di Lucca, frutto di un lavoro di ricerca, è un esempio di applicazione di sistemi di facciata dinamici, arricchito da una progettazione attenta alla sostenibilità ambientale.

La necessità di sviluppare un sistema di facciata capace di garantire prestazioni energetiche flessibili e adeguate alle condizioni climatiche mediterranee ha condotto ad indagare la tematica dei sistemi di facciata doppia pelle trasparente cercando di sviluppare un nuovo componente di chiusura opaca verticale caratterizzato dalla possibilità di variare la sua configurazione nell'arco dell'anno in corrispondenza del passare delle stagioni. Il componente dinamico è frutto di un lavoro di ricerca avviato con la collaborazione del Centro di Ricerca Interuniversitario ABITA di Firenze che, grazie alla sinergia dei soggetti coinvolti,

ci ha permesso di valutare le caratteristiche del componente e di realizzare successivamente il prototipo dello stesso, che verrà messo in opera presso il Nuovo Centro in Ambienti Virtuali e ICT della Camera di Commercio di Lucca.

I principi ordinatori che hanno accompagnato lo sviluppo del concept del componente di facciata dinamico possono essere identificati come risposta ai seguenti temi di ricerca:

- definizione di nuove soluzioni di involucro attivo, capaci di favorire la riduzione dell'impatto ambientale dei sistemi legati al mondo delle costruzioni attraverso la scelta di materiali durevoli e con un ciclo di vita sostenibile;
- integrazione architettonica di un sistema di involucro edilizio a schermo avanzato capace di garantire buona illuminazione, regolazione termica, produzione di energia ecc., oltre naturalmente alle funzioni basilari di protezione dall'acqua e di controllo della temperatura;
- sviluppo di un sistema modulare che permetta soluzioni estetico-architettoniche accattivanti e variabili in relazione alle necessità del progettista e garantisca una continuità geometrica alla facciata;
- possibilità di integrare tecnologie per la produzione di energia rinnovabile negli elementi d'involucro;
- capacità di garantire prestazioni termoisolometriche variabili in relazione al clima esterno.

Il componente di facciata proposto, costituito da una parte opaca e una trasparente, integra un sistema di pannelli scorrevoli su un telaio di tipo scrigno, che garantiscono l'alternanza di elementi mobili a partiture fisse con tamponamento trasparente e opaco, nelle quali possono trovare alloggiamento pannelli fotovoltaici, pannelli solari termici o semplicemente dei materiali mediamente traslucidi (vetri serigrafati, TIM, PCM ecc.) capaci di incrementare le prestazioni termoisolometriche dell'intero componente.

La soluzione proposta garantisce una riduzione delle perdite di calore dovute ad un isolamento non ottimale o insufficiente, integrando nel sistema di facciata componenti trasparenti dai ridotti coefficienti di trasmittanza termica. I vetri basso emissivi assicurano un'elevata resistenza termica e consentono di mantenere un buon illuminamento naturale degli spazi confinati. Il sistema di schermatura riduce invece i carichi termici nei mesi estivi, garantendo comunque una buona illuminazione dello spazio interno grazie alla possibilità di regolare l'inclinazione delle lamelle della schermatura.

L'idea iniziale è stata quella di sviluppare un sistema variabile che, se connesso ad un impianto di automazione, possa diventare parzialmente indipendente dalla gestione dell'utenza, garantendo la riduzione dei consumi energetici dovuti a riscaldamento-raffrescamento dell'edificio.

Il sistema di facciata dinamico proposto rappresenta una soluzione innovativa, per le sue caratteristiche estetiche e tecnologiche, capace di rispondere in modo efficace alle richieste del mercato dei componen-

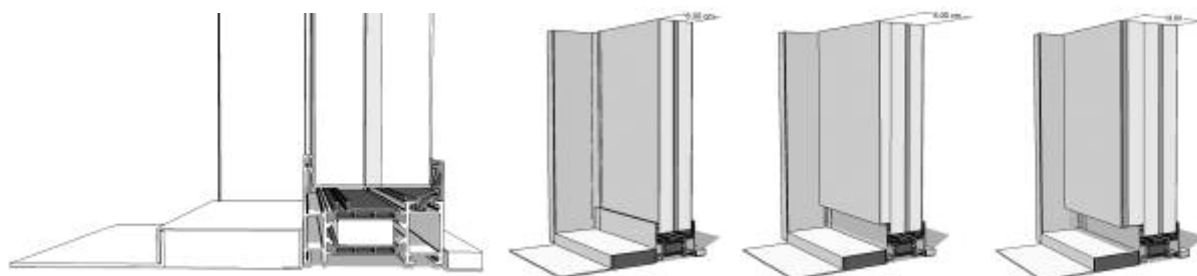


Figura 1. Analisi delle prestazioni in termini di isolamento termico della componente opaca all'incremento dell'isolante termico.

Figura 2. Analisi delle prestazioni in termini di isolamento termico della componente trasparente in relazione al tipo di vetro adottato.

Spessore pannello isolante (mm)	60	80	100
Spessore lastre di alluminio (mm)	4	4-5	5
Peso (kg/m ²)	9,2	10,6	12,1
K (W/m ² K)	0,38	0,24	0,21
kcal/m ² h°C	0,28	0,21	0,18

1

ti di involucro per l'edilizia terziaria; mercato sempre più orientato a proporre architetture risolte con soluzioni di facciata capaci di cambiare colore e forma in poco tempo, garantendo il risparmio energetico, l'isolamento acustico e l'abbattimento dei costi di produzione.

Caratteristiche tecnologiche

Il sistema di facciata intelligente è stato concepito come un componente di involucro verticale assemblato a secco, caratterizzato da un disegno geometrico semplice e costituito da una parte vetrata e da una parte opaca, configurabili in modo variabile rispetto sia alla geometria di facciata sia ai materiali scelti per realizzarne il tamponamento.

Ogni modulo è costituito da parti fisse e da parti mobili, attivabili all'occorrenza grazie a dispositivi manuali e/o automatici. I componenti scorrevoli, entrambi alloggiati all'interno

di telai in alluminio di tipo scagno, sono due:

- la schermatura in lamelle di alluminio
- un'unità vetrata esterna in vetro stratificato 4+4.

Una zanzariera a scorrimento verticale è posta dinanzi all'infisso interno, per evitare l'ingresso di insetti o animali durante le ore notturne quando è prevista la ventilazione naturale dell'edificio.

Il sistema di facciata può essere assimilato ad una facciata doppia pelle trasparente, rispetto alla quale possono essere definite e personalizzate le caratteristiche della pelle interna, dell'intercapedine e della pelle esterna.

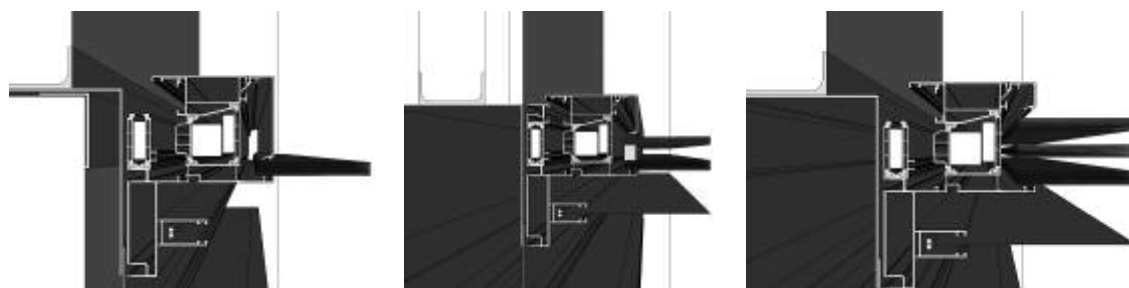
Il componente di facciata proposto, costituito da elementi lineari di sostegno ad elementi scattolari opachi e trasparenti, garantisce l'intercambiabilità di alcune parti (componente opaca e trasparente, pannelli scorrevoli) e permette di raggiungere buone prestazioni in termini di:

- trasmittanza termica, la sola parete interna

presenta un valore di trasmittanza pari a 1,2 W/m²K nella componente trasparente e di 0,30 W/m²K nella componente opaca;

- isolamento acustico, l'intero sistema garantisce un indice di isolamento acustico standardizzato della facciata di 50 dB ca. grazie alle caratteristiche dei suoi componenti;
- resistenza meccanica, con la capacità di resistere in modo soddisfacente a deformazioni indotte da carichi accidentali e dinamici ed una buona resistenza al fuoco;
- permeabilità all'aria e al vapore, grazie alle soluzioni di raccordo adottate che evitano la formazione di condense e garantiscono un'ottima tenuta all'aria;
- manutenibilità, incrementata dalla modularità dei sub-sistemi sui quali è possibile intervenire isolatamente senza compromettere la prestazione generale del componente.

Il componente di facciata intelligente consiste in una soluzione tecnologica che sfrutta le pro-



Tipologia di vetratura	44.4	44.4-16-55.5	44.4-12-44.4-12-55.5
Intercapedine	-	Argon 90%	Argon 90%
Peso (kg/m ²)	20,4	45,8	66,2
Spessore (mm)	8,0	31,0	51
Trasmissione %	71%	24%	13
Riflessione sterna %	7%	31%	35
Assorbimento A1 %	22%	37%	30
Assorbimento A2 %	-	7%	9
Assorbimento A3 %	-	-	12
Fattore solare g %	0,77	0,32	0,31
Shading coefficient SC %	0,88	0,37	0,36
Trasmittanza termica (W/m ² K)	5,70	1,1	0,8

2

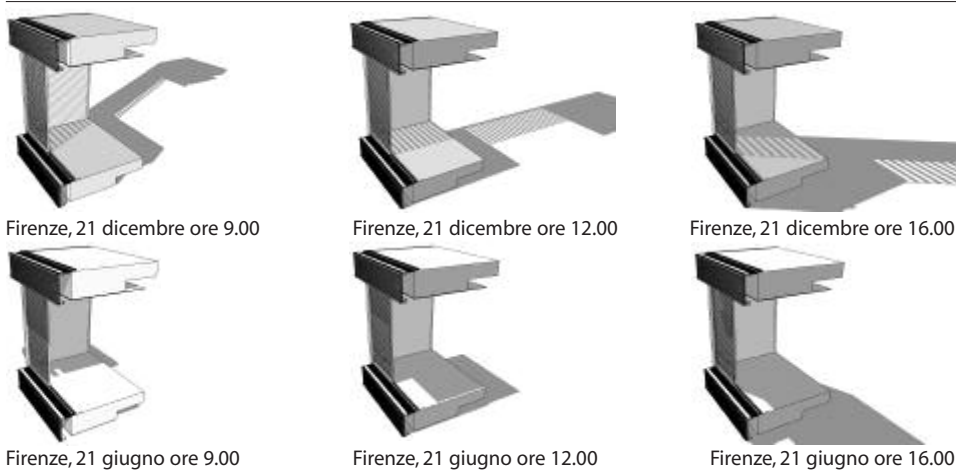


Figura 3. Analisi dell'ombreggiamento a Firenze in due stagioni dell'anno per valutare l'efficacia della schermatura.

Figura 4. Analisi dell'illuminazione naturale all'interno di un ufficio tipo nei mesi estivi con sistema di schermatura aperto.

Figura 5. Prototipo fronte esterno.

Figure 6 e 7. Prototipo. Pelle interna con le ante della componente opaca e trasparente aperte e chiuse.

Figura 8. Sezione del componente di facciata applicato nel progetto per il polo Tecnologico di Lucca.

Figura 9. Particolare tecnologico del componente di facciata esterno.

3

pietà del sistema ad incasso a "scrinò", meccanismo che consente di far scomparire nella scatola in alluminio di contenimento gli elementi di cui è composta la finestra. L'elemento scrinò è caratterizzato da carrelli della portata di 180 kg per anta, montati su un binario d'acciaio estraibile. A tali carrelli sono agganciati gli elementi mobili del sistema: il pannello contenente il sistema di schermatura e quello in cui è alloggiato il vetro stratificato 4.4.

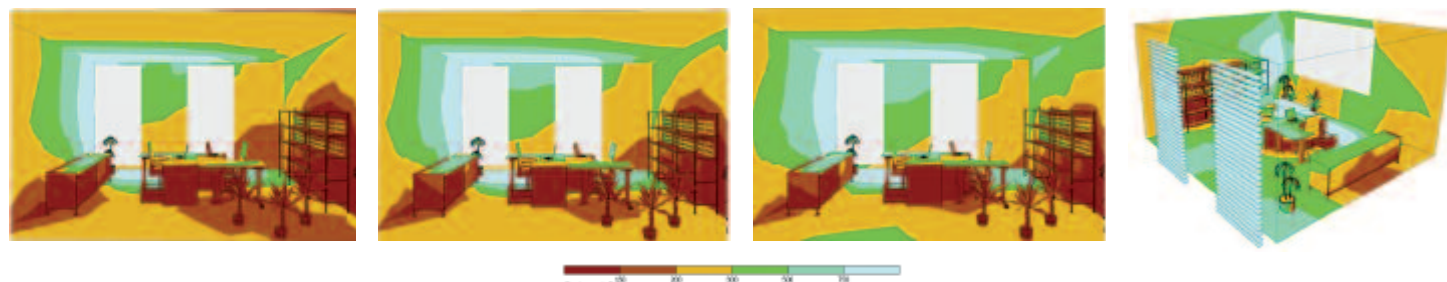
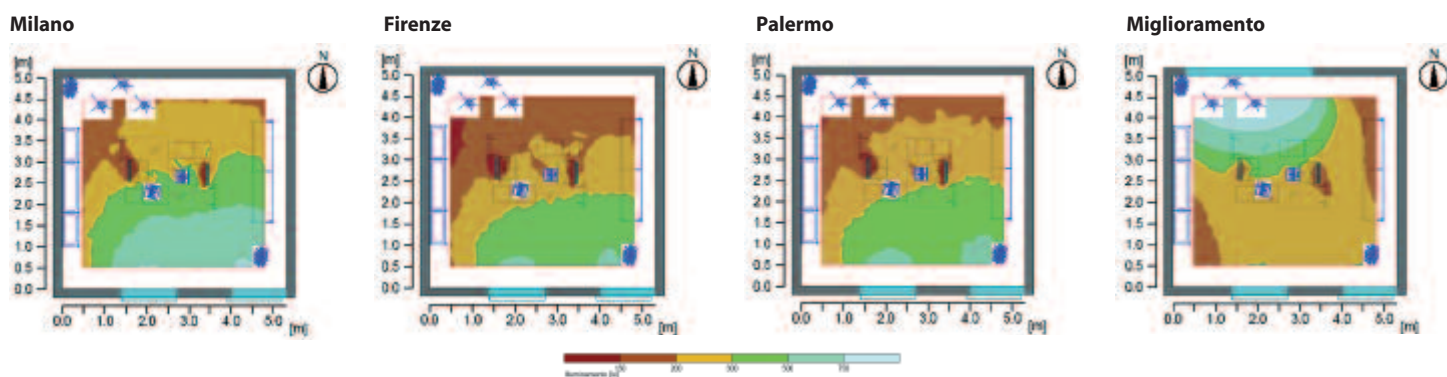
La necessità d'integrare all'infisso una rete per insetti metallica nasce dall'esigenza di garantire la parziale apertura degli infissi della pelle interna durante i mesi estivi, al fine di permettere la ventilazione notturna dell'edificio e

ridurne il carico termico accumulato durante il giorno. La "zanzariera" è realizzata attraverso una maglia metallica che può essere caratterizzata da una texture diversa in relazione alle esigenze del progettista.

La componente opaca esterna è realizzata con un modulo multifunzionale ad elementi prefabbricati che garantiscono l'integrazione di pannelli fotovoltaici (o di altri materiali di tamponamento) i quali, oltre a fornire energia elettrica, garantiscono la produzione di calore nell'intercapedine areata posta in loro adiacenza, calore che – in una futura configurazione del componente di facciata – potrebbe essere condotto all'interno dell'ambiente ed utilizzato

per il riscaldamento. La presenza dell'intercapedine d'aria contribuisce ad incrementare l'isolamento di tutto il componente opaco. Qualora si decida di adottare la soluzione con integrazione dei pannelli fotovoltaici in corrispondenza della parte opaca, vi si potranno alloggiare tre moduli fotovoltaici in silicio policristallino posti orizzontalmente. I moduli fotovoltaici garantiranno una produzione che varia da 0,50 a 0,30 kWp in relazione all'orientamento ed alla localizzazione del pannello.

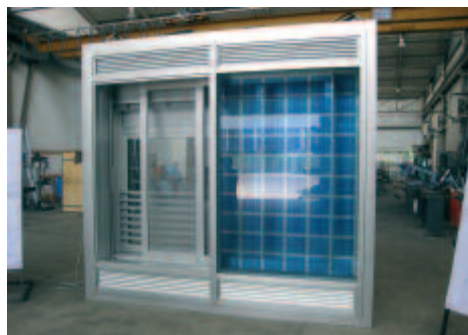
Durante la stagione fredda il sistema di facciata garantisce elevate prestazioni in termini di trasmittanza termica, assicurando buone condizioni d'illuminazione, mediante la chiusura



Medio EM	240	Medio EM	267	Medio EM	292	Medio EM	784
Minimo EMin	75	Minimo EMin	84	Minimo EMin	93	Minimo EMin	360
Massimo EMax	548	Massimo EMax	619	Massimo EMax	671	Massimo EMax	2450

Per migliorare la distribuzione della radiazione luminosa all'interno dell'ambiente abbiamo valutato il contributo di una finestra di 3,00x1,35 m inserita nella parete opposta a quella in cui si trova la doppia pelle.

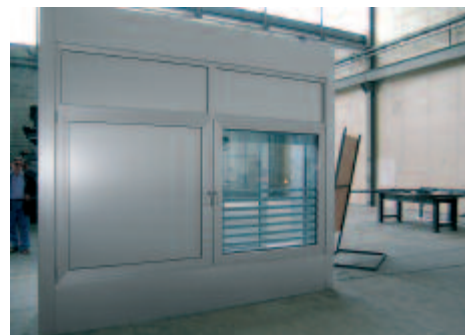
4



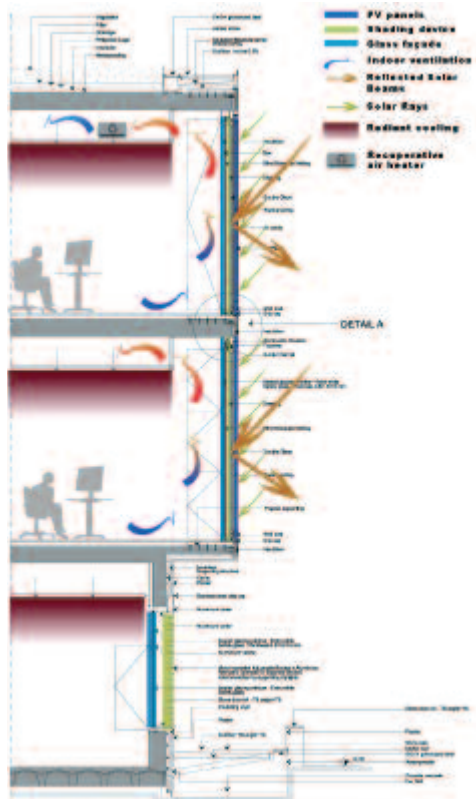
5



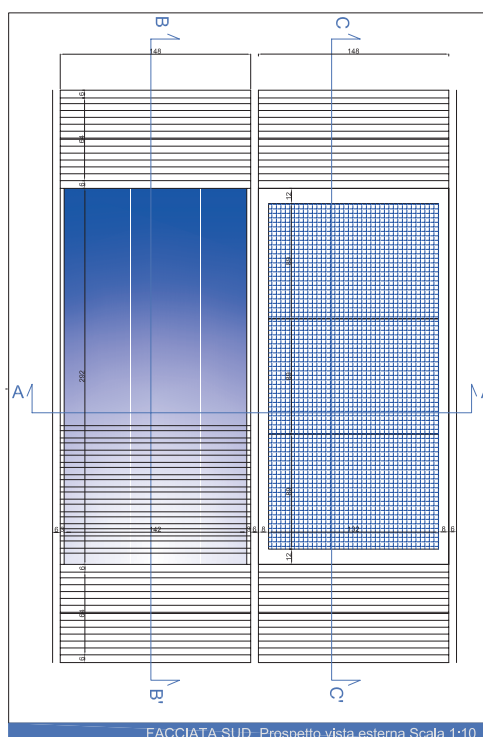
6



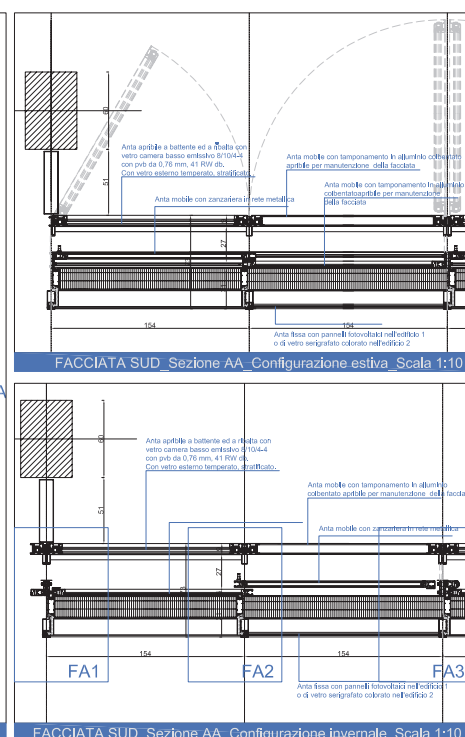
7



8



9



totale dell'involucro verso l'esterno. In questa stagione, infatti, il pannello contenente il vetro stratificato 4.4 sarà aperto e posizionato davanti alla componente interna trasparente (telaio in alluminio a taglio termico e doppio vetro basso emissivo), permettendo la formazione di una camera d'aria che contribuirà ad incrementare la trasmittanza termica della facciata (si stima che la presenza della camera d'aria riduca il fattore di trasmittanza termica da $K=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$). In estate il sistema, parzialmente apribile permette il controllo della ventilazione naturale e della radiazione solare oltre a consentire il night cooling, attraverso la presenza della zanzariera blindata che impedisce l'ingresso di insetti o animali dall'esterno e garantisce pre-

stazioni di sicurezza, accentuate dall'integrazione di un sistema di controllo di presenza di tipo informatico, agli spazi interni. In entrambe le stagioni il sistema di schermatura, costituito da lamelle in alluminio orientabili montate su telaio scorrevole, permetterà di regolare il flusso luminoso in entrata all'interno dell'edificio.

Nota

1 - La fase "operativa" della ricerca, finalizzata alla creazione del prototipo, è stata sviluppata attraverso:
 - Sviluppo del concept del componente di facciata. In questa fase la soluzione architettonica è stata verificata con il supporto del prof. Marco Sala, dell'arch. Alessio Rullani, dell'arch. Rosa Romano e dell'architetto Diego Cosentino (che ha analizzato una prima soluzione del componente in occasione della sua tesi di laurea: Involucri Dinamici in Architettura:

Caso Studio di un sistema modulare per il risparmio energetico, Relatore Marco Sala, Correlatore Rosa Romano);
 - Analisi della soluzione tecnologica adottata. Con la consulenza dell'ing. Paolo Nobile della sede Schueco di Padova;
 - Verifica delle prestazioni, in termini di riduzione del fabbisogno energetico di un ambiente confinato mediante simulazioni effettuate con il software TRNSYS su un modello virtuale. Nella fase di simulazione energetica abbiamo potuto avvalerci della collaborazione del prof. Maurizio De Lucia e dell'ing. Davide Fissi, del Dipartimento di Energetica Luigi Stecco della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Firenze;
 - Realizzazione del prototipo e prima valutazione delle caratteristiche funzionali del componente. Il prototipo e la verifica funzionale del componente dinamico di facciata sono state sviluppate in collaborazione con l'azienda Davini s.r.l. di Lucca;
 - Integrazione del componente nel progetto dell'edificio del Nuovo Centro in Ambienti Virtuali e ICT della Camera di Commercio di Lucca, attualmente in fase di costruzione.