

## INVOLUCRO EDILIZIO

Il risparmio energetico e il comfort climatico

## Il risparmio energetico e il comfort climatico



## Il risparmio energetico e il comfort climatico

### - INVOLUCRO EDILIZIO

“Collocare grandi superfici vetrate in un edificio significa massimizzare il beneficio della luce naturale, ma è necessario intervenire per ridurre la trasmissione di calore all’interno e la dispersione di energia verso l’esterno attraverso il vetro”



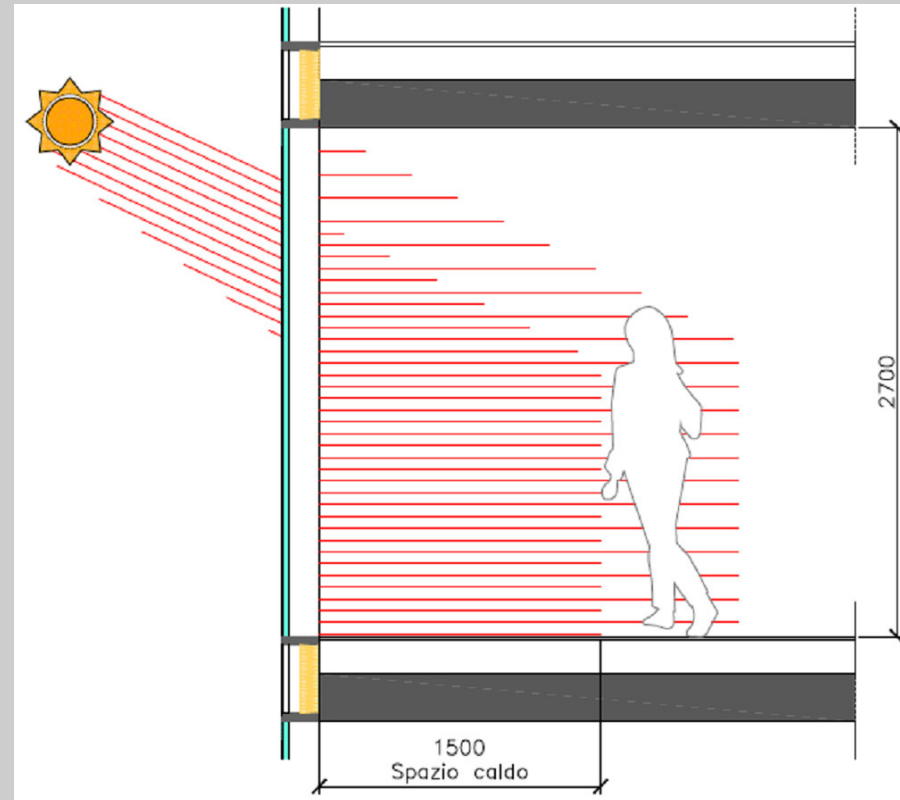
# Facciate a singola pelle

## Estate

- Protezione dall'irraggiamento solare  
FS= 35% - U = 2 W/mqK
- Trasmissione della luce naturale TL=65%
- Protezione dal rumore dB=38

## Problemi

- Comfort interno
- Ridurre l'uso di impianti di raffrescamento





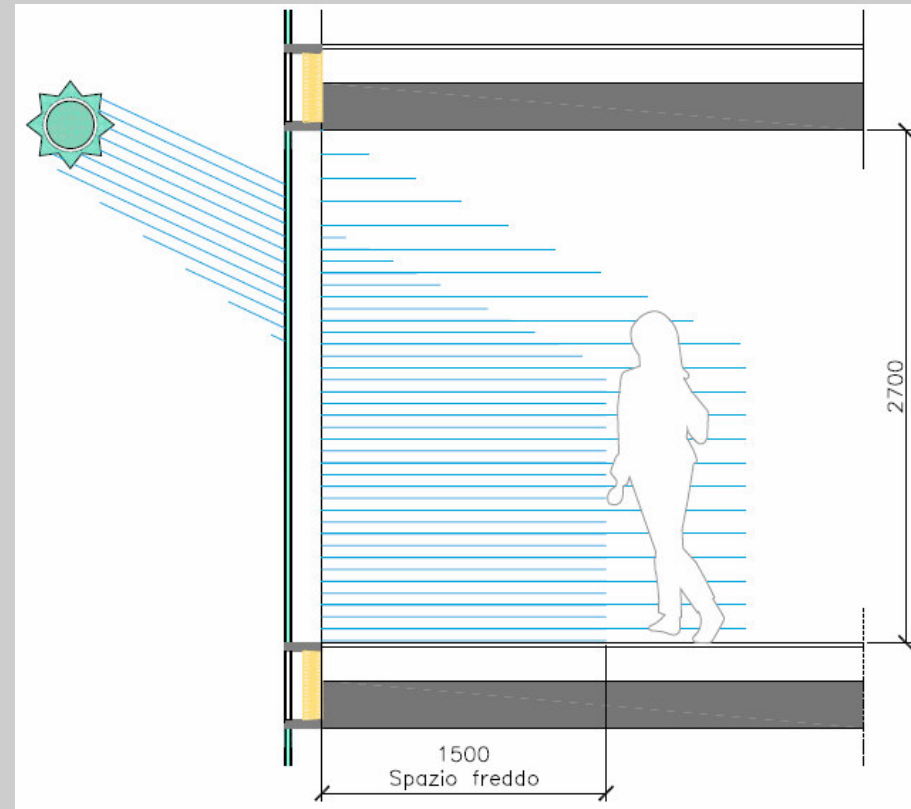
# Facciate a singola pelle

## Inverno

- Protezione dall'irraggiamento solare  
FS= 35% - U = 2 W/mqK
- Trasmissione della luce naturale TL=65%
- Protezione dal rumore dB=38

## Problemi

- Comfort interno
- Ridurre l'uso di impianti di riscaldamento



# Facciate a singola pelle

## Soluzioni convenzionali

-Ridurre la superficie vetrata

“le facciate tradizionali con muro passivo forniscono delle prestazioni limitate. Il modo più pratico ed efficace per contenere la trasmissione del calore è ridurre la superficie vetrata della facciata. Questo non solo riduce la quantità di luce che entra nell’edificio ma pone anche dei vincoli alle scelte architettoniche”



# Facciate a singola pelle

## Soluzioni convenzionali

-Uso di vetri riflettenti, selettivi e basso-emissivi

Poiché la componente visibile della luce rappresenta il 50% dell'energia trasmessa dal sole sotto forma di calore, l'uso di questi vetri riduce notevolmente anche la trasmissione luminosa. Il risultato è la vista verso l'esterno meno gradevole e naturale.



# Facciate a singola pelle

## Soluzioni convenzionali

### -Uso di schermi interni

“l’uso di questi sistemi ha però una efficacia limitata dal momento che intercetta il calore una volta che questo è già penetrato nella stanza. Il calore assorbito e re-irradiato dallo schermo interno dunque contribuisce direttamente ad aumentare il calore interno e quindi un maggior uso degli impianti di climatizzazione”







## Soluzioni innovative

- Schermature solari esterne
- Facciate a doppia pelle
- Facciate ventilate

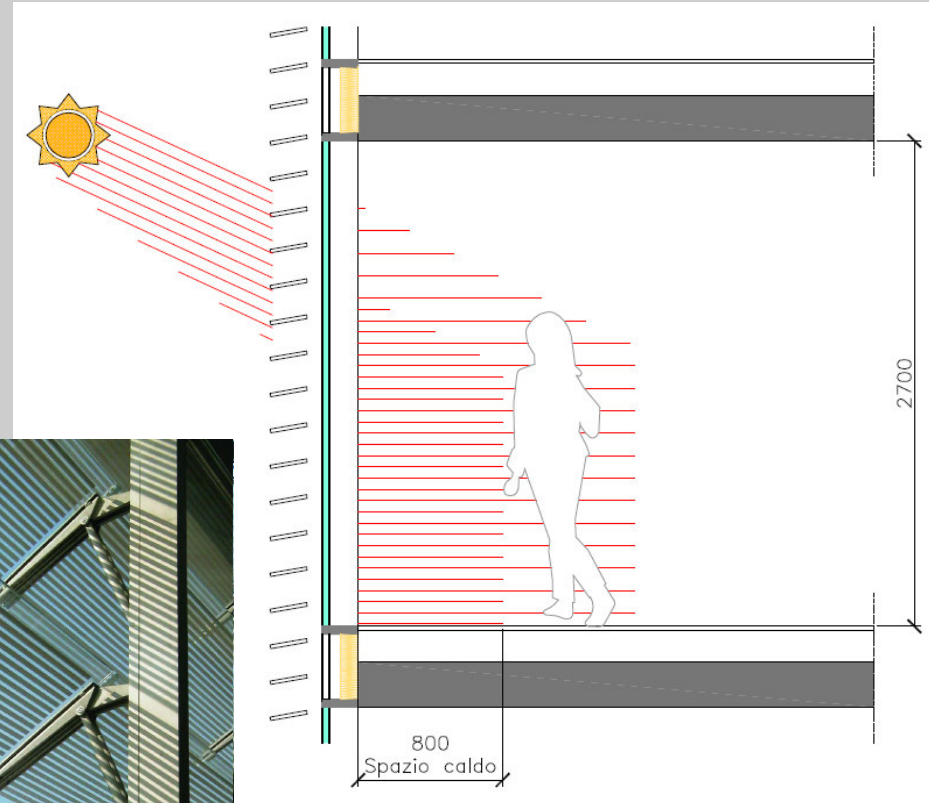




# Schermature solari

## Vantaggi

- Protezione dall'irraggiamento solare
- Trasmissione della luce naturale
- Aumento del comfort interno
- Riduzione uso di impianti di raffrescamento





# Schermature solari

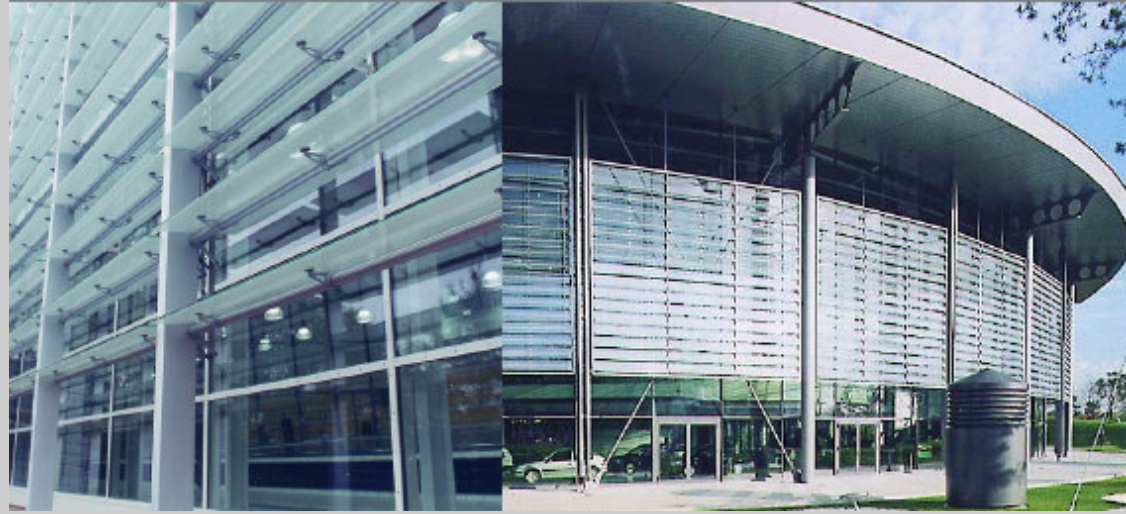
## Aspetti da definire

### -Design architettonico

“una schermatura esterna deve integrarsi con la facciata, divenirne parte integrante e fondersi con essa, magari contribuire a rendere la facciata stessa più bella”

### -Utilizzo dei locali

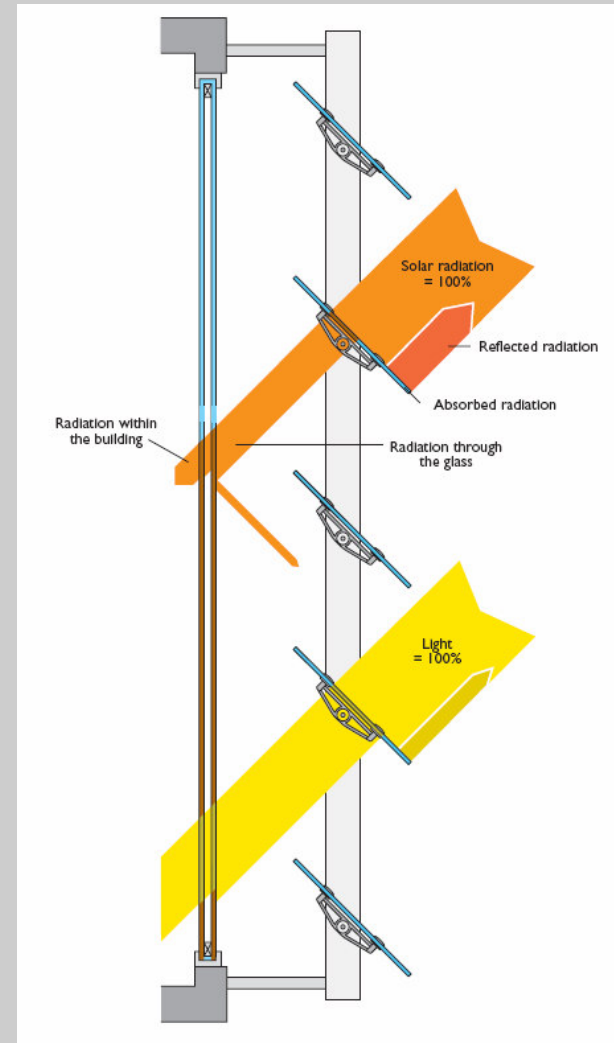
“ a seconda che si tratti di case di abitazione, camere da letto, locali per il tempo libero, lo sport, il lavoro manuale o d’ufficio, bisogna operare la scelta del sistema di schermatura tenendo in debito conto le esigenze operative”



# Schermature solari

## Parametri di controllo per definire le prestazioni delle schermature

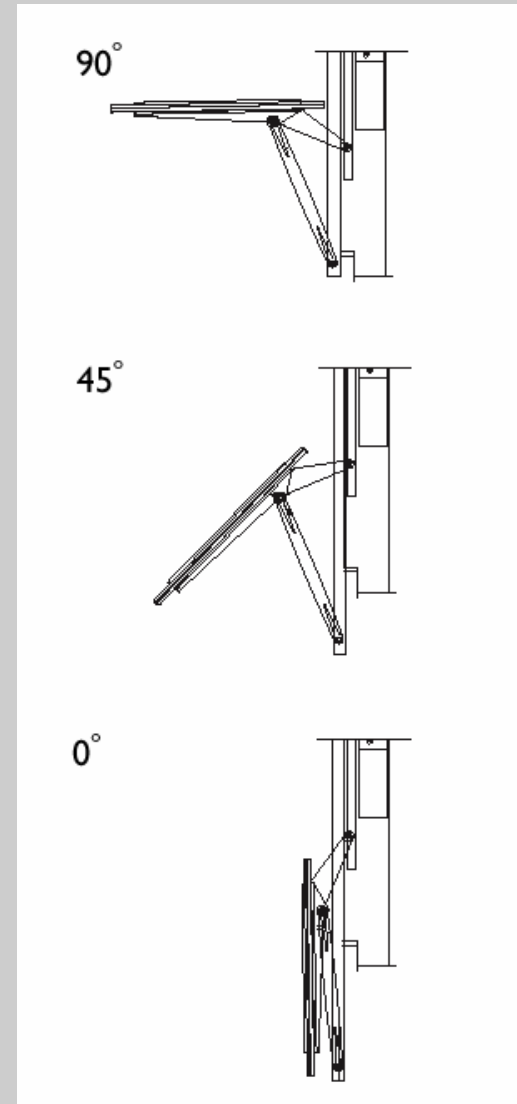
- Fattore solare ( FS )
- Coefficiente di schermatura ( CS )
- Trasmissione luminosa ( TL )



# Schermature solari

## Tipologie di schermature

- Schermature passive o fisse
- Schermature attive o regolabili
- Schermature esterne
- Schermature interne
- Schermature integrate nel vetro

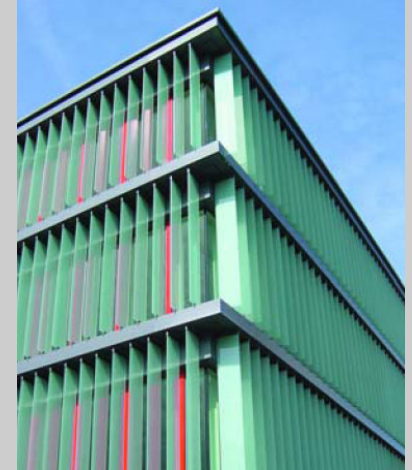




## Schermature solari

## Schermature esterne

- Pensiline o griglie orizzontali
- Frangisole o griglie verticali
- Frangisole regolabili a pale verticali od orizzontali
- Tende a lamelle o alla veneziana
- Sistemi a rullo in tessuto



Schermature solari

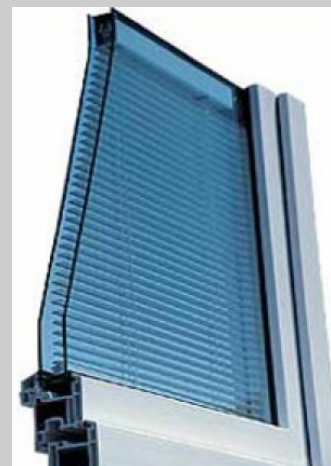
Schermature interne

-Tende a rullo in tessuto

-Tende a lamelle o alla veneziana

Schermature integrate nel  
vetro

-Griglie miniaturizzate inserite nel  
vetrocamera



## Schermature solari – Prestazioni dei vari sistemi

sistema	attiva	passiva	TL %	CS %	FS %
VETRO SEMPLICE 3mm		X	0,86	1	1
VETROCAMERA 4/8/4		X	0,82	0,95	0,9
Tenda a lamelle da 25mm, bianche, interna	X		0.2-0.85	0.3-0.75	0.45-0.85
Tenda a Rullo con tessuto screen, Interno		X	0.5-0.82	0.35-1	0.35-1
Frangisole esterno fisso Orr / Vert		X	0.25/0.82	0.25-0.85	0.4-0.85
Vetrata con lamelle integrate da 25mm, bianche	X		0.15-0.85	0.15-0.5	0.15-0.5
Tapparella esterna avvolgibile		X	0.01-0.82	0.01-1	0.1-1
Frangisole esterno a lamelle orientabili vert.	X		0.05-0.75	0.1-0.45	0.1-0.45
Frangisole esterno a lamelle orientabili orizz.	X		0.05-0.75	0.1-0.45	0.1-0.45

# Schermature solari

## Nuova sede H3G Trezzano sul Naviglio

-Frangisole orientabile a lamelle impacchettabile per esterno

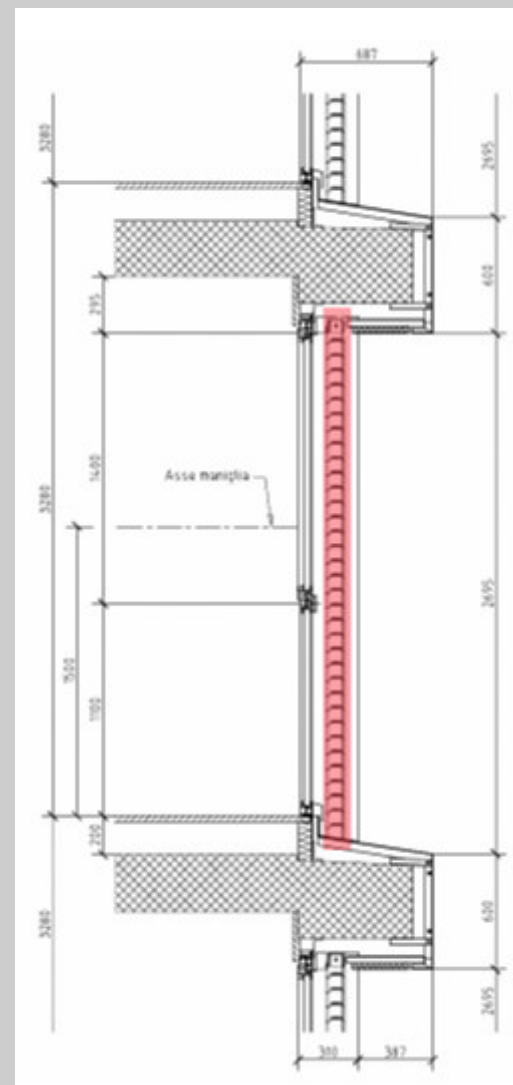
-Le caratteristiche principali sono:

- efficace protezione dell'irraggiamento
- eliminazione dell'abbagliamento
- resistenza agli effetti del vento
- facilità di manutenzione
- isolamento contro il freddo (a lamelle chiuse)



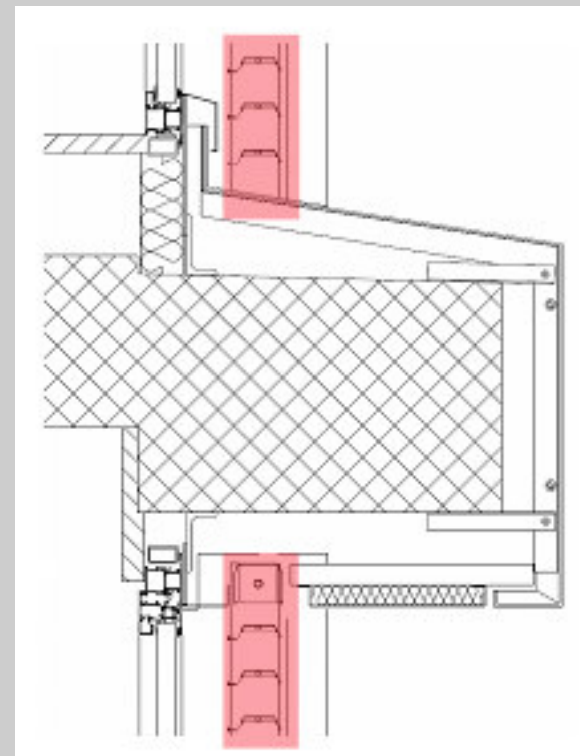
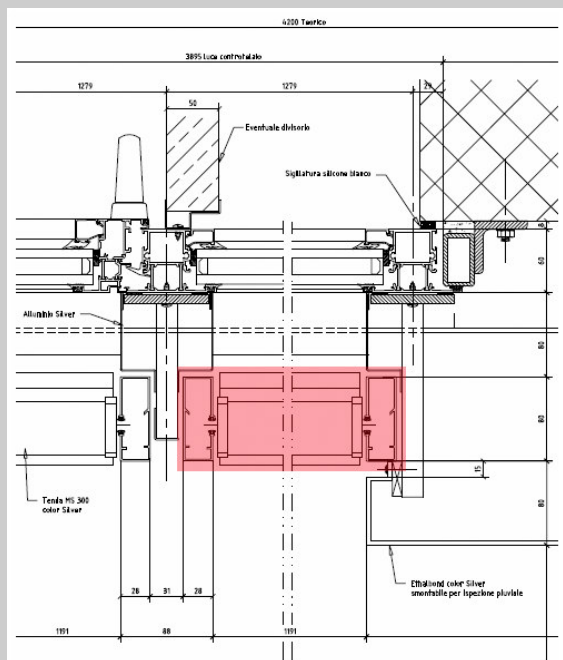


# Schermature solari





# Schermature solari



# Facciate a doppia pelle

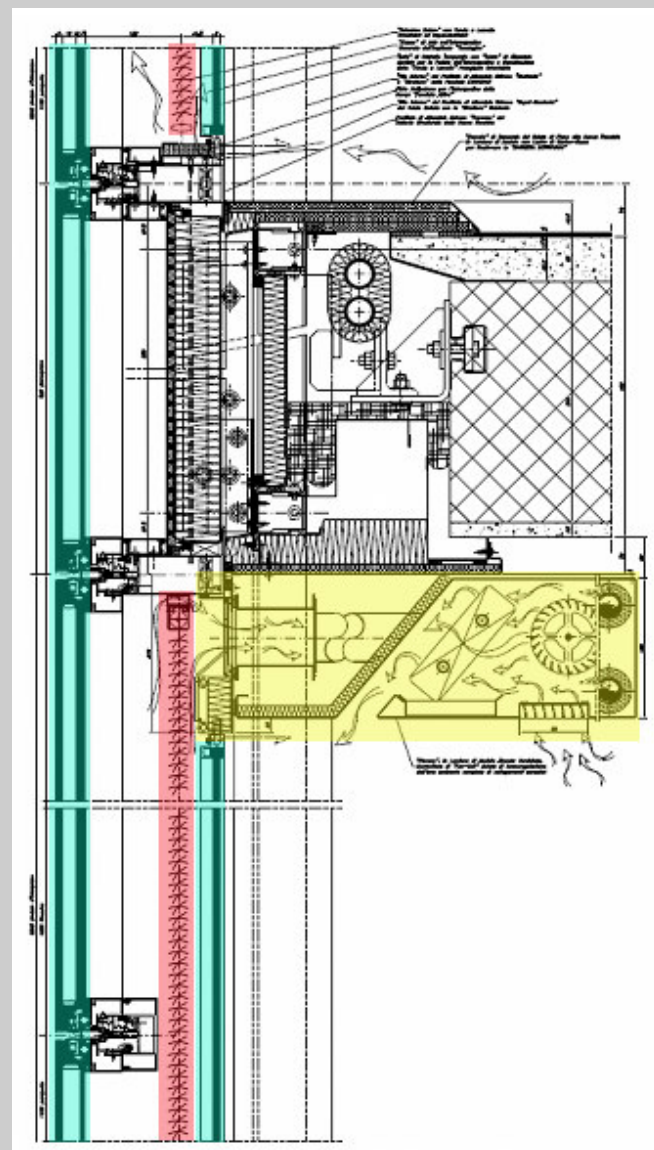
“filtro multifunzionale che modula le condizioni climatiche esterne per creare favorevoli condizioni interne riducendo al minimo l’utilizzo di impianti di riscaldamento e raffrescamento”

“l’immagine high-tech che conferisce agli edifici su cui viene applicata, la rende particolarmente gradita a progettisti e committenti”



# Facciate a doppia pelle

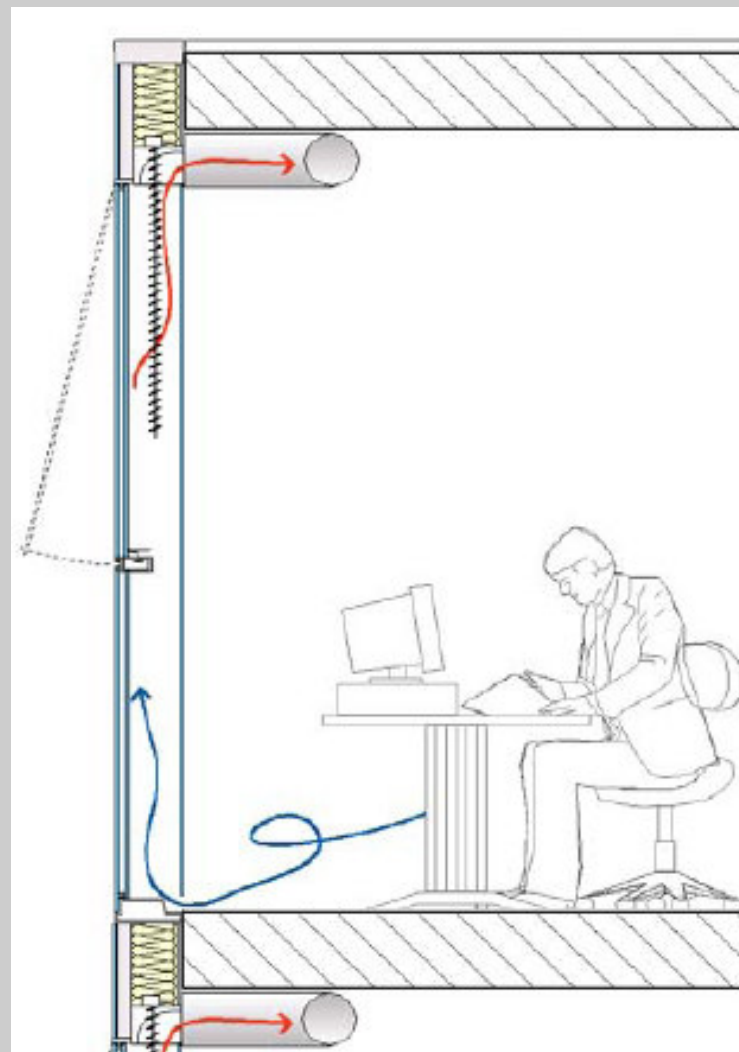
“L’elevato contenuto tecnologico di questa tipologia di facciata, tuttavia, porta con sé un incremento del “rischio” di applicazione rispetto alle tecnologie di involucro tradizionali in quanto, a causa in particolare della complessità della componentistica adottata e dell’impiego di sofisticati sistemi di regolazione e controllo, in fase di esercizio possono emergere inaspettate deficienze funzionali.”



# Facciate a doppia pelle

## Aspetti da definire

- Localizzazione geografica
- Orientamento facciate
- Design architettonico
- Utilizzo e dimensione dei locali
- Prestazioni acustiche e termiche
- Tipo e portata degli impianti





# Facciate a doppia pelle

## Aspetti da definire

- Funziona con il nostro clima?

“ Le condizioni climatiche influiscono in modo diretto sulla scelta delle tipologie e la loro conformazione. Per garantire i benefici sia in termini energetici che di comfort ambientale, è importante che ci si avvalga di modellazioni termo-fluido-dinamiche. In modo da verificarne l'applicabilità e di calcolarne la convenienza. “

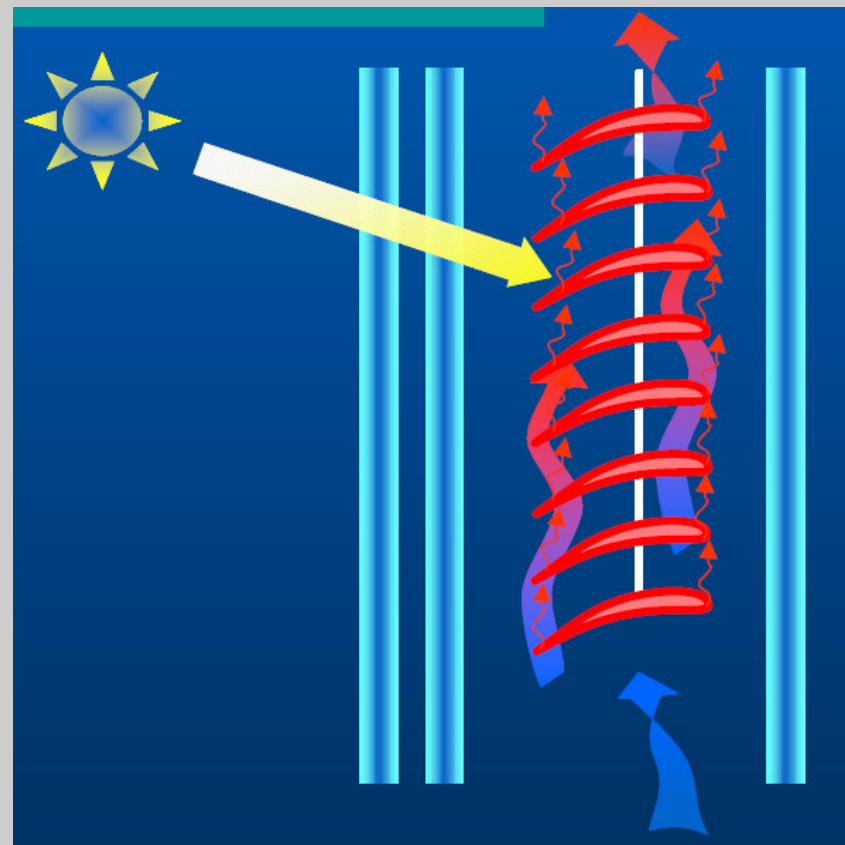




# Facciate a doppia pelle

## Struttura della doppia facciata

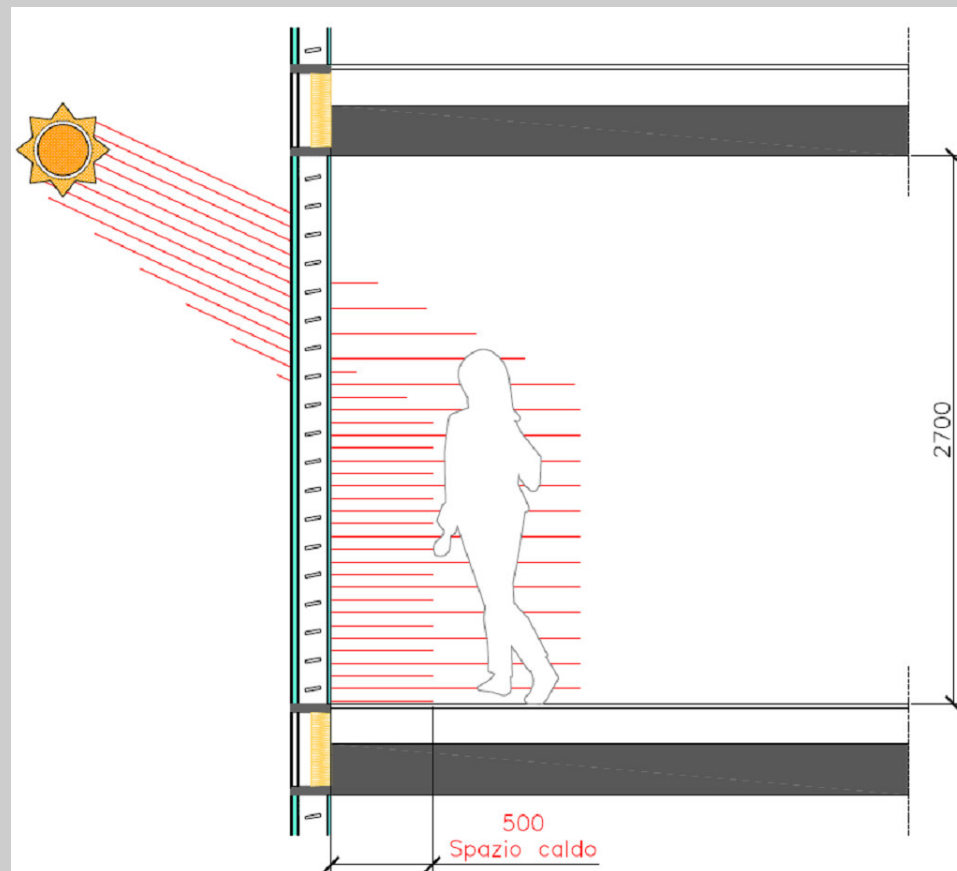
- Struttura principale isolata termicamente
- Seconda struttura con tamponamento monolitico
- L'intercapedine con schermature



# Facciate a doppia pelle

## Vantaggi

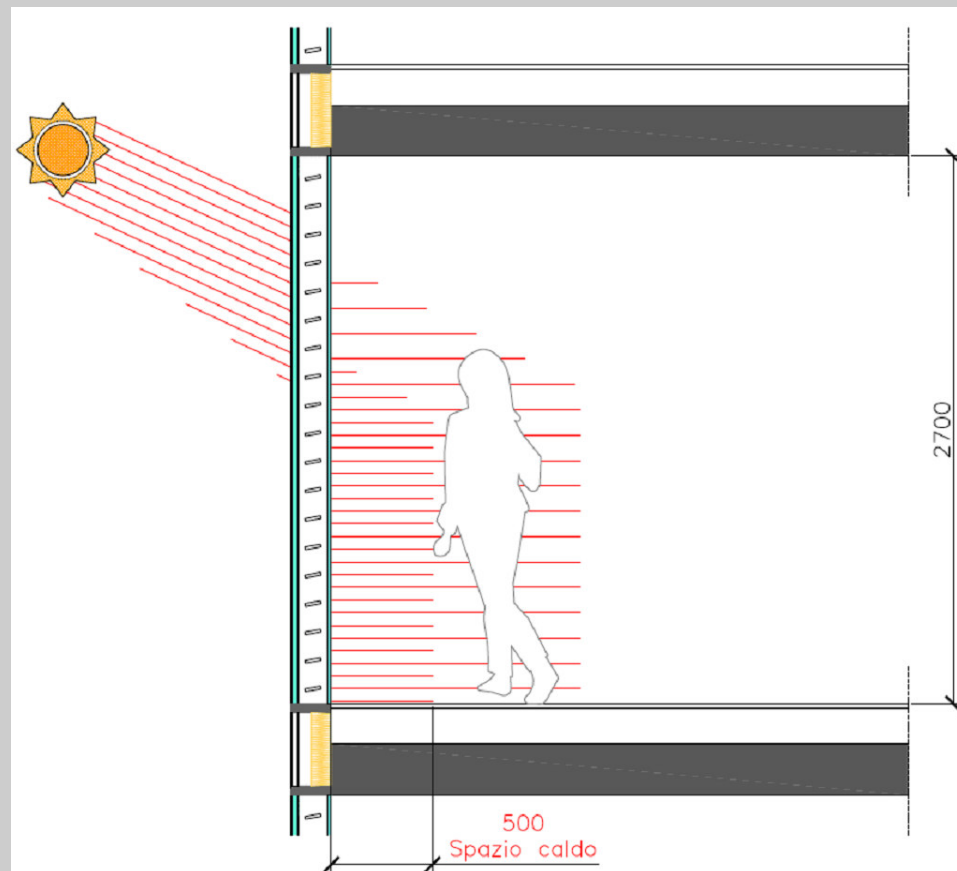
- Protezione dall'irraggiamento solare  
(FS = 0,12 – 0,20)
- Funzionamento ottimale schermature solari
- Raffrescamento notturno
- Isolamento termico ( $U = 1 - 1,5 \text{ W/mqK}$ )
- Trasmissione luminosa (vetri trasparenti)
- Sfruttamento passivo energia solare (freddo)
- Aumento del comfort interno  
(temperature superficiali confortevoli)  
(Isolamento acustico +3/10 dB)



# Facciate a doppia pelle

## Svantaggi

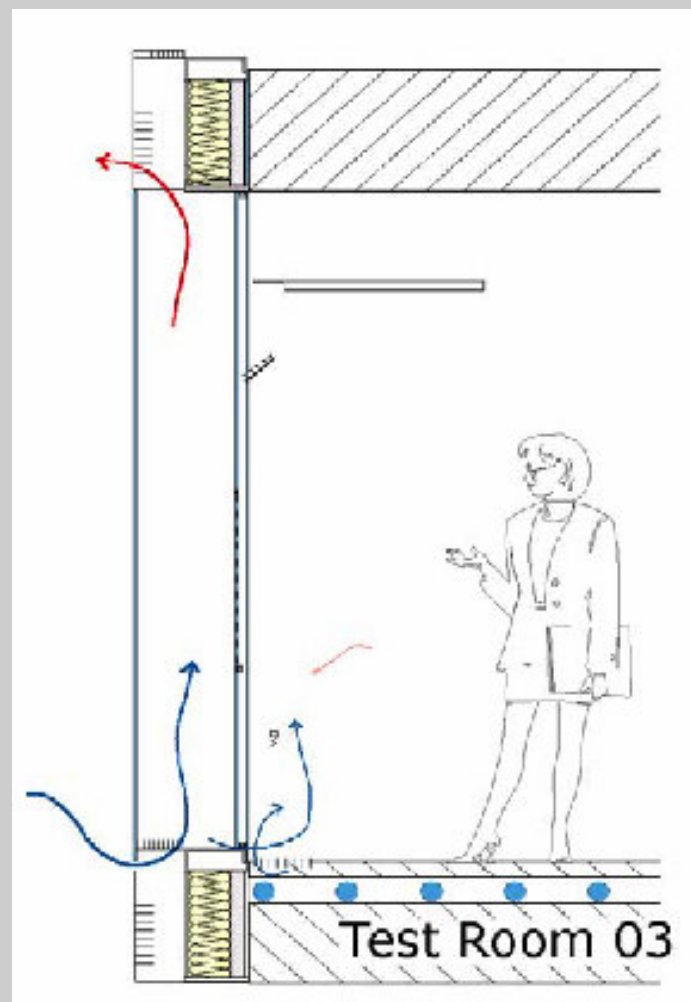
- Ingombro della facciata
- Manutenzione (quattro lastre)
- Necessità comunque di impianti di raffrescamento e riscaldamento
- Costi (verifica ritorno investimento)



# Facciate a doppia pelle

## Tipologie costruttive

- Sistemi a ventilazione naturale
- Sistemi a ventilazione forzata
- Sistemi a ventilazione ibrida



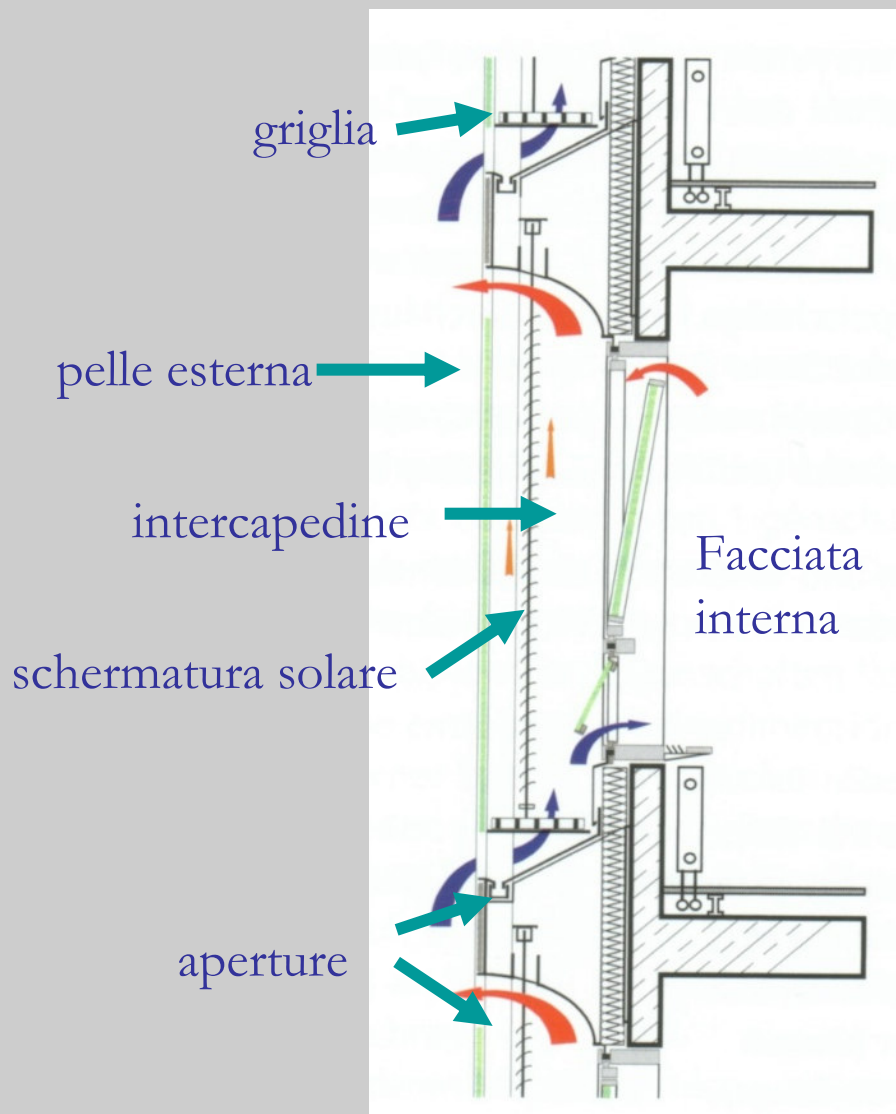
# Facciate a doppia pelle

## Ventilazione naturale

-Pelle interna - struttura principale isolata termicamente

-Pelle esterna - seconda struttura con tamponamento monolitico

-L'intercapedine con schermature



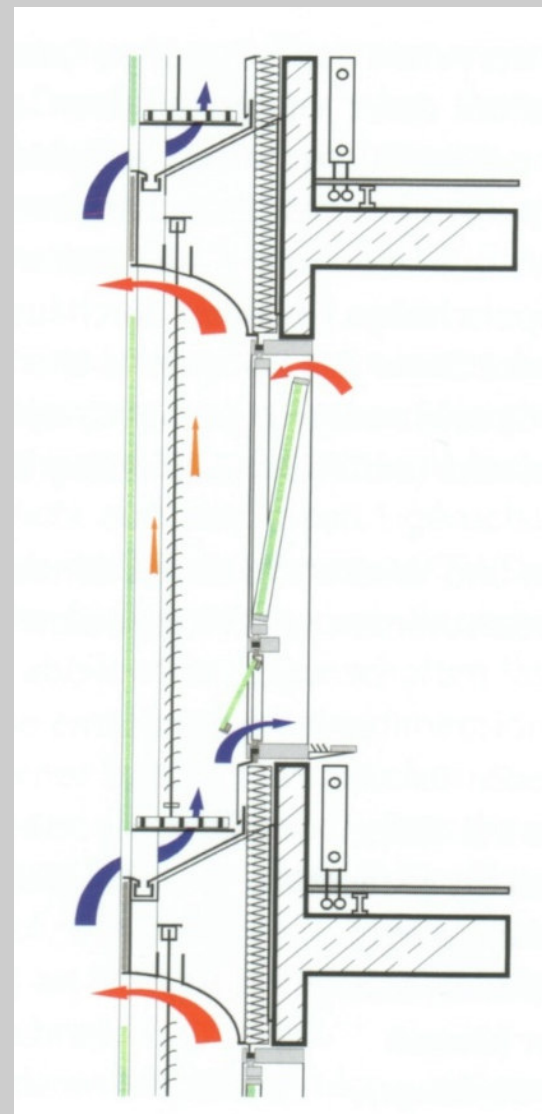


# Facciate a doppia pelle

## Ventilazione naturale

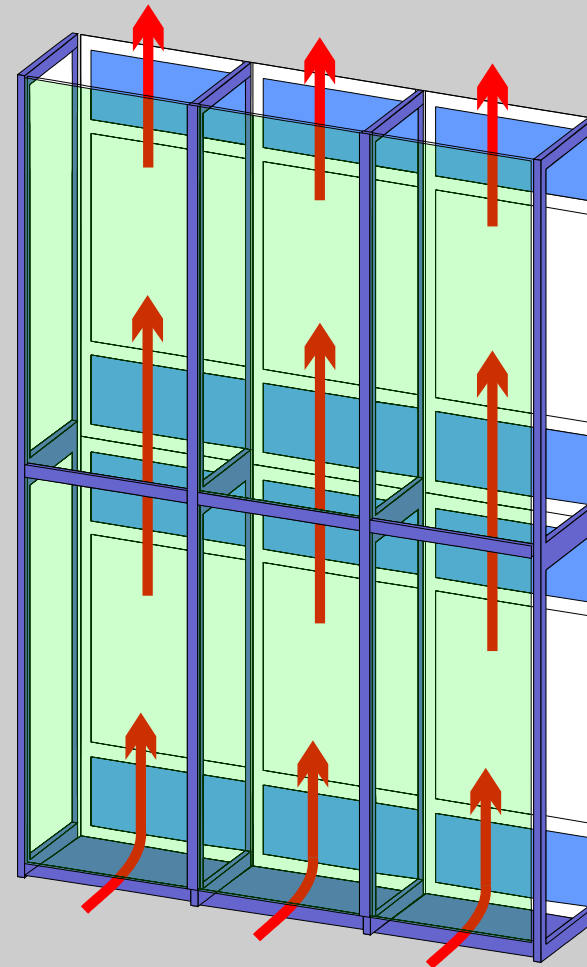
La schermatura all'interno dell'intercapedine riflette la maggior parte delle radiazioni solari in ingresso. Una parte di queste è convertita in calore e re-irradiata nello spazio tra i due vetri.

L'aspirazione del calore accumulato nell'intercapedine dipende dagli effetti della pressione esterna del vento e dall'effetto camino. Questo funziona in base al principio che il calore assorbito e re-irradiato dalla protezione sale all'interno della cavità, mentre viene immessa aria più fresca per sostituire l'aria calda ascendente. Il sistema è più efficace quando la pressione del vento è maggiore, ma poiché la frequenza e l'intensità del vento non sono prevedibili, le prestazioni possono variare.



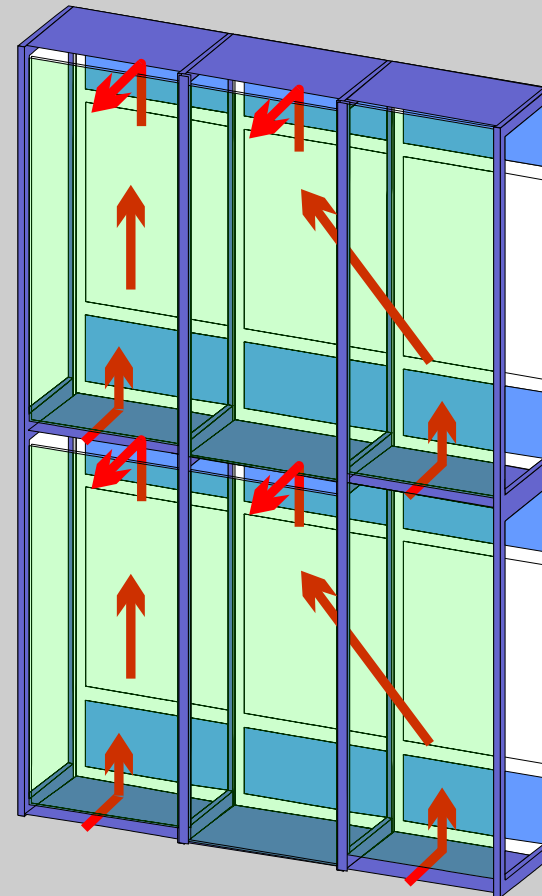
# Facciate a doppia pelle - Ventilazione naturale

## 1 – Facciata a tutta superficie



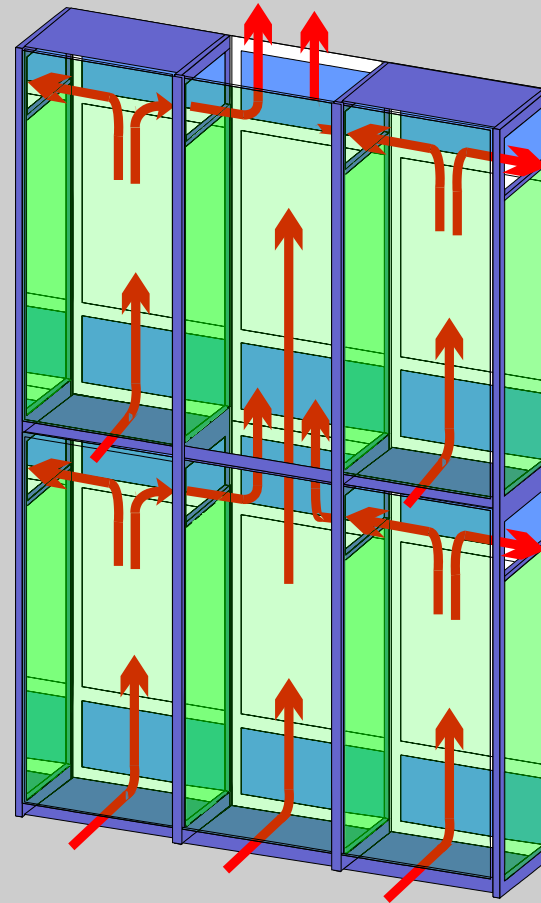
# Facciate a doppia pelle - Ventilazione naturale

## 2 – Facciata a corridoio



# Facciate a doppia pelle - Ventilazione naturale

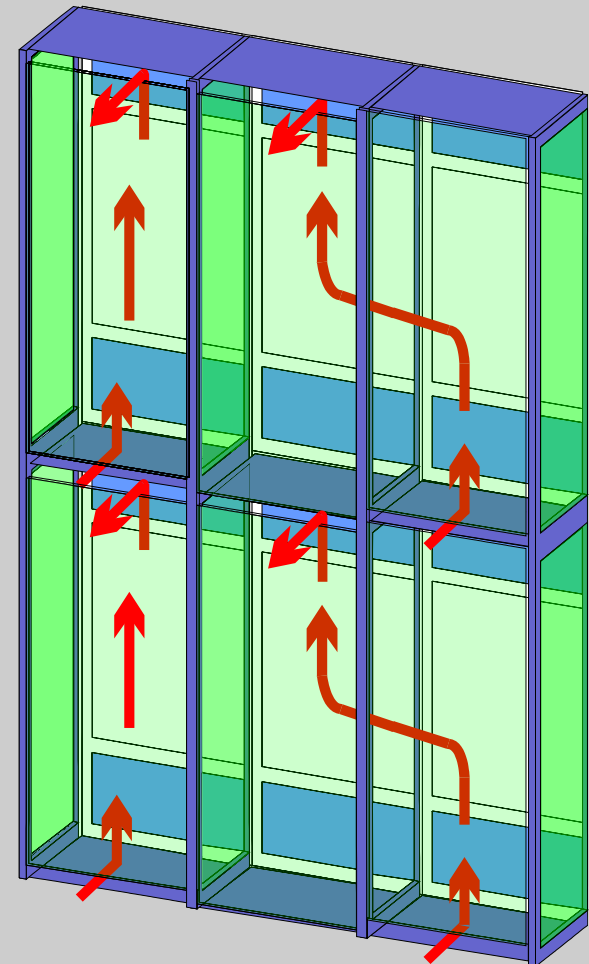
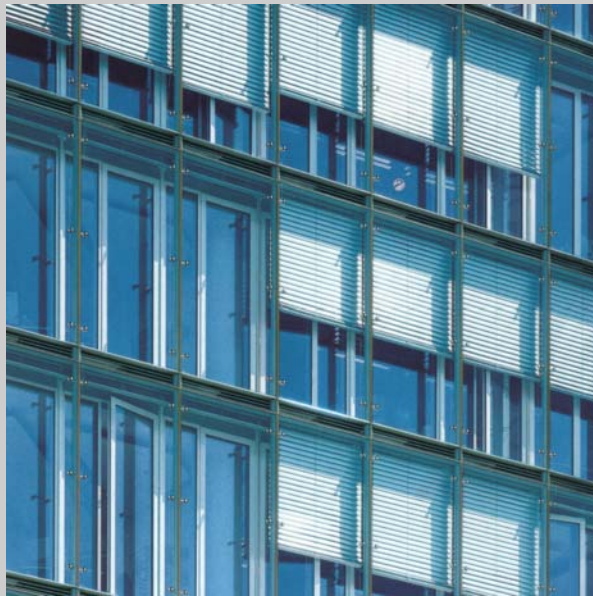
## 3 – Facciata a canali e celle





# Facciate a doppia pelle - Ventilazione naturale

## 4 - Facciata a singole celle



# Facciate a doppia pelle - Ventilazione naturale

## Tipologie a confronto

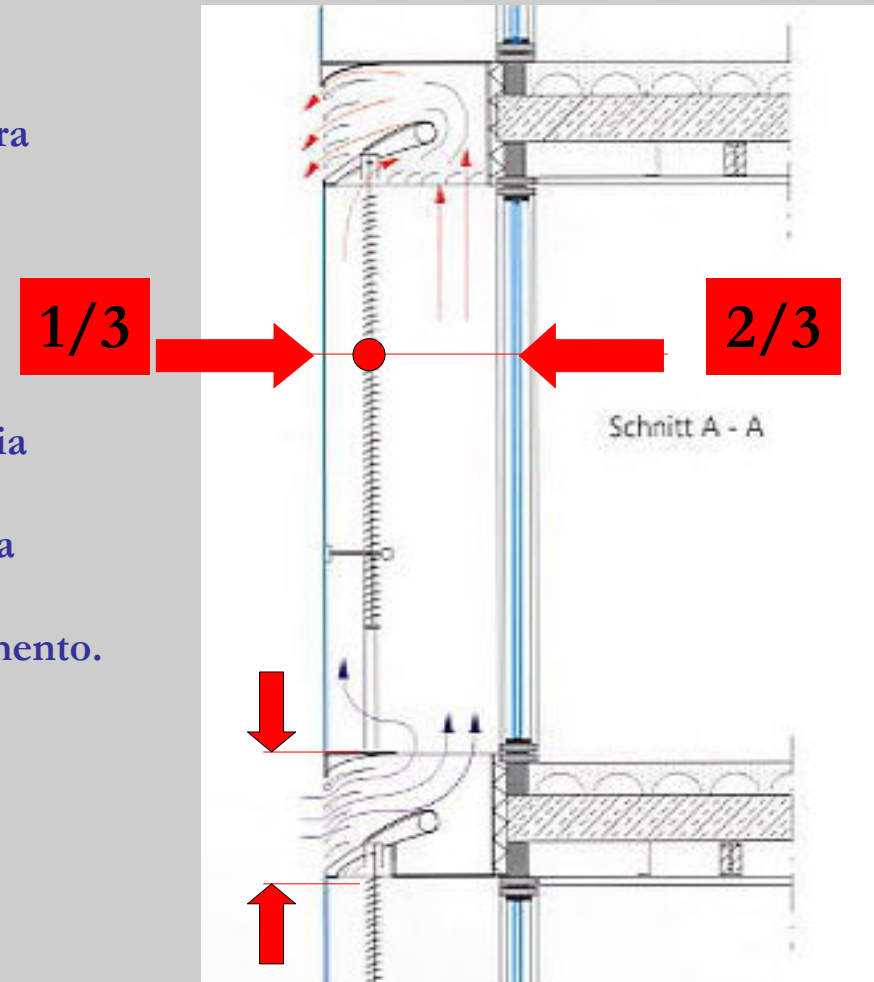
Funzione		Facciata doppia a tutta superficie	Facciata doppia a corridoio	Facciata doppia a canali	Facciata doppia a celle
Isolamento acustico	Esterno/Interno	+	+	+	+
	Stanza/Stanza	-	-	+	+
	Piano/Piano	-	+	+	+
Protezione solare		+	+	+	+
Ventilazione naturale		-	○	○	+
Raffrescamento notturno		-	○	○	+
Protezione al fuoco		-	○	○	+

**+** Buono                      **○** Mediocre                      **-** Insufficiente

# Facciate a doppia pelle - Ventilazione naturale

## Problematiche inerenti la progettazione

- Dimensione intercapedine e posizione schermatura
- Evitare condotti superiori a tre piani
- Tipo di vetro e schermatura
- Dimensione delle bocchette d'ingresso e uscita aria
- Tipologia apribili per efficacia ventilazione interna
- Necessario impianto di raffrescamento /riscaldamento.
- Manutenzione



# Facciate a doppia pelle

## Ventilazione ibrida

-Pelle interna - struttura principale isolata termicamente

-Pelle esterna - seconda struttura con tamponamento monolitico

-L'intercapedine con schermature

-Ventilazione forzata con microventilatori incorporati

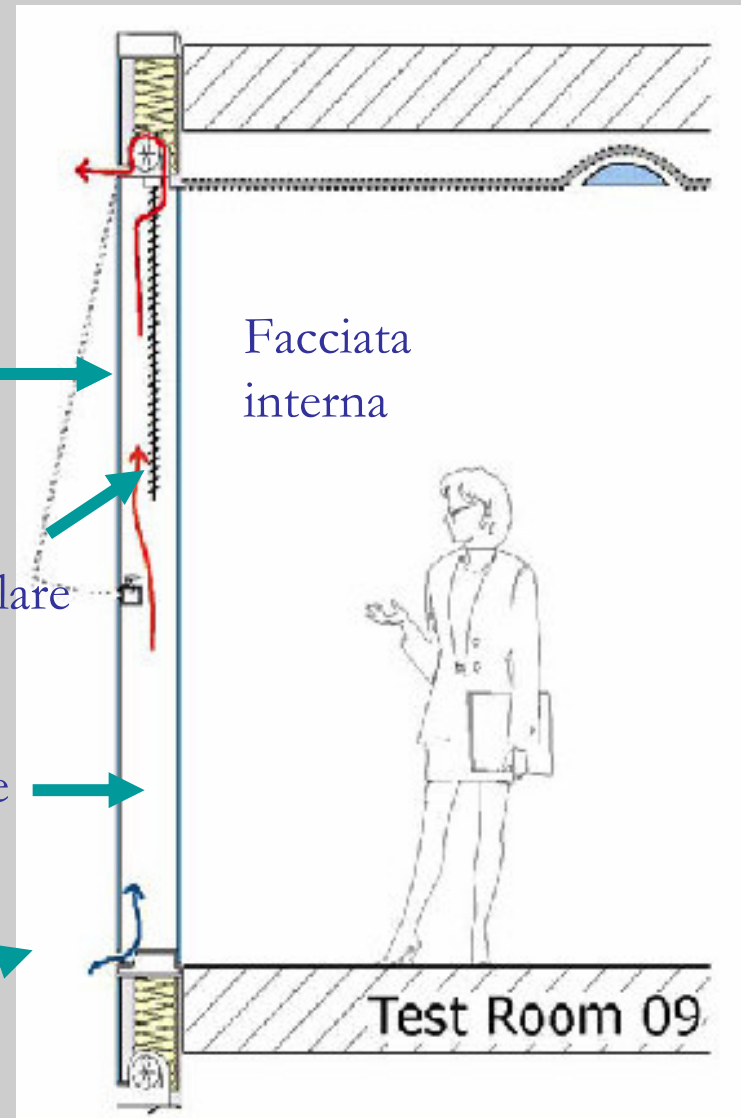
-Estrazione dalla sommità dell'intercapedine.

pelle esterna

schermatura solare

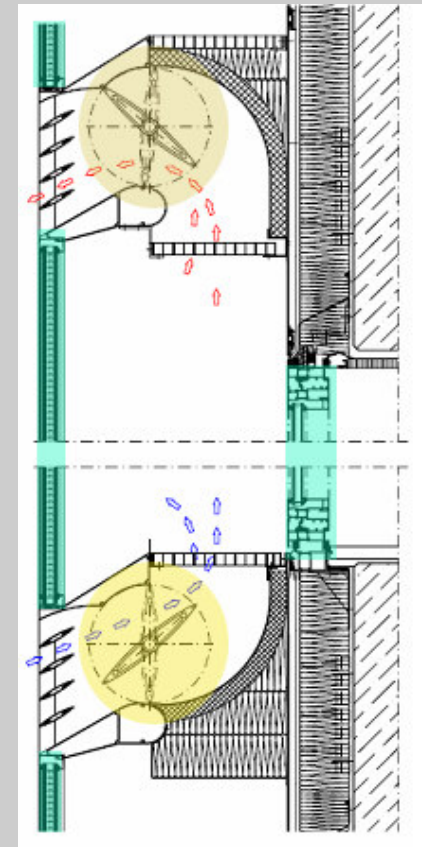
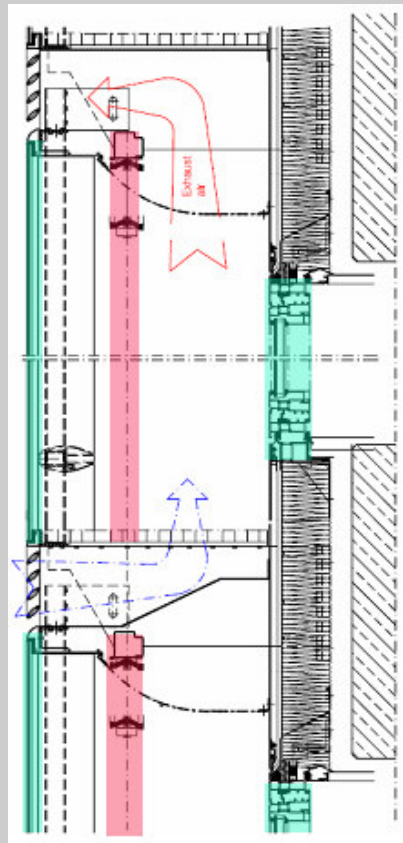
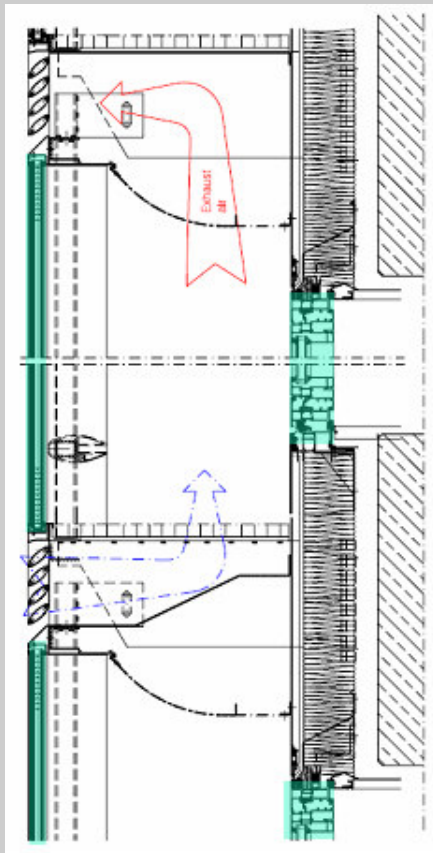
intercapedine

aperture





# Facciate a doppia pelle - Ventilazione ibrida



# Facciate a doppia pelle - Ventilazione naturale

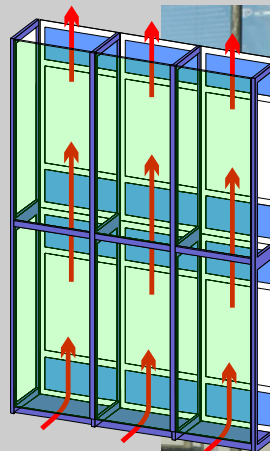
Bergognone 53, Milano



# Facciate a doppia pelle - Ventilazione naturale

## Bergognone 53, Milano

- Facciate continue a doppia pelle con ventilazione naturale a tutta superficie.
- L'involucro interno è costituito da una facciata di tipo strutturale a grandi dimensioni con moduli orizzontali di mm. 3800X1700, mentre la 2° pelle è costituita da una facciata in vetro monolitico accoppiato di sicurezza sostenuta da una tensostruttura realizzata con cavi in acciaio, supporti (manine) in acciaio inox e passerelle in grigliato di acciaio zincato.
- Tutto il complesso è tenuto in tensione da un sistema di molloni in acciaio alla base della facciata, che vengono caricati a Kg. 8000 cadauna copia.
- Questa facciata raggiunge un'altezza di mt. 40 da terra, ed è calcolata per resistere ad un carico di vento sino a 150Kg/mq.
- Nelle simulazioni dinamiche effettuate, tenendo conto sia del regime invernale che estivo si è riscontrato un risparmio energetico complessivo di circa 4-5%











# Facciate a doppia pelle - Ventilazione naturale

Casalboccone - Roma



# Facciate a doppia pelle - Ventilazione naturale

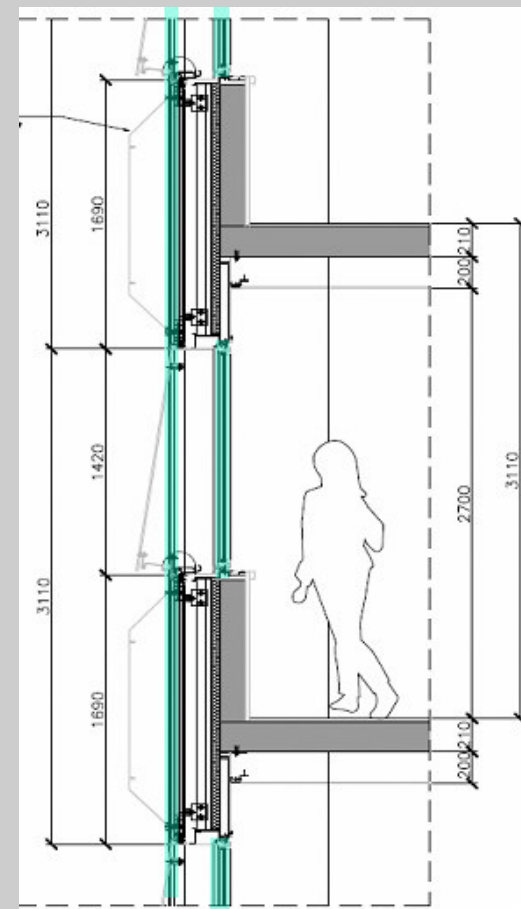
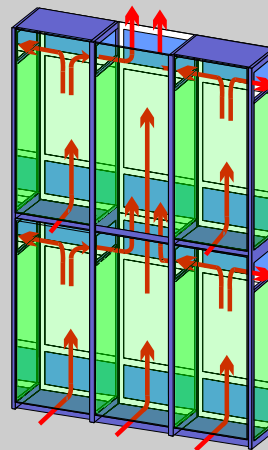
Casalboccone - Roma

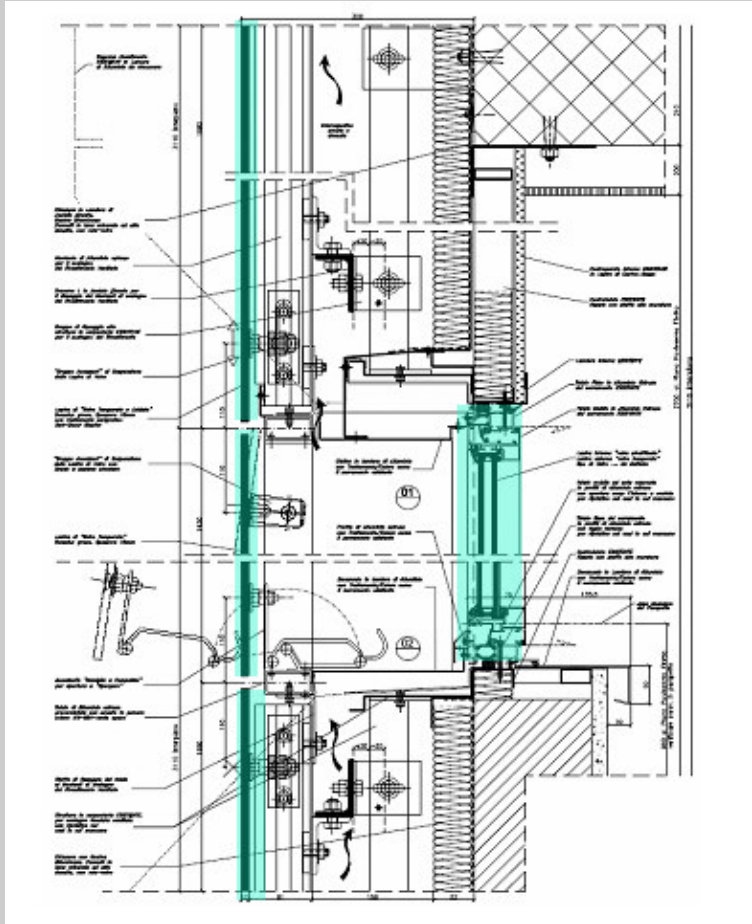


# Facciate a doppia pelle - Ventilazione naturale

## Casalboccone - Roma

- Facciate continue a doppia pelle con ventilazione naturale a canali e celle.
- L'involucro interno è costituito dal parapetto in muratura isolato e dai serramenti a taglio termico con vetri-camera con apertura verso l'interno, mentre la 2° pelle è costituita da una facciata in vetro monolitico di sicurezza sostenuta da una struttura realizzata con profili in alluminio cavi in acciaio, supporti (manine) in acciaio inox e passerelle in grigliato di acciaio zincato.
- Questa facciata raggiunge un'altezza di mt. 30 da terra, ed è calcolata per resistere ad un carico di vento sino a 150Kg/mq.
- Nelle simulazioni dinamiche effettuate, tenendo conto sia del regime invernale che estivo si è riscontrato un risparmio energetico complessivo di circa 6-7%







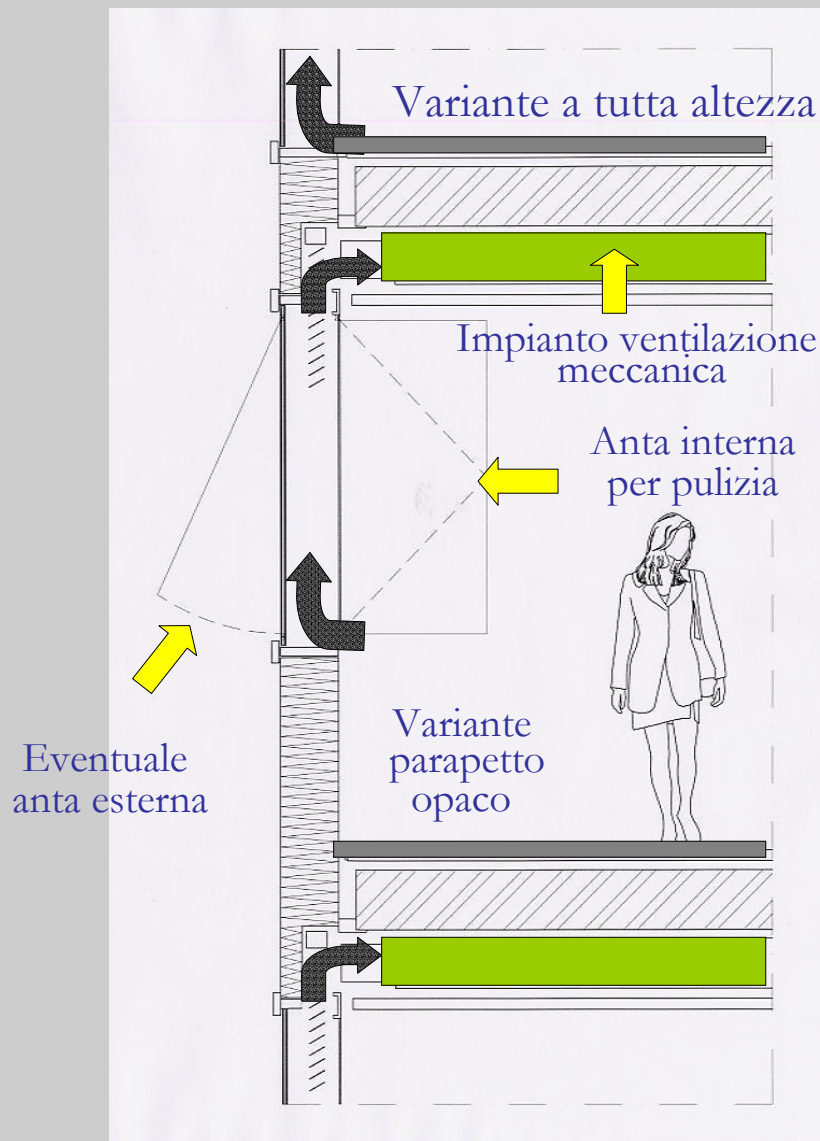




# Facciate a doppia pelle

## Ventilazione forzata

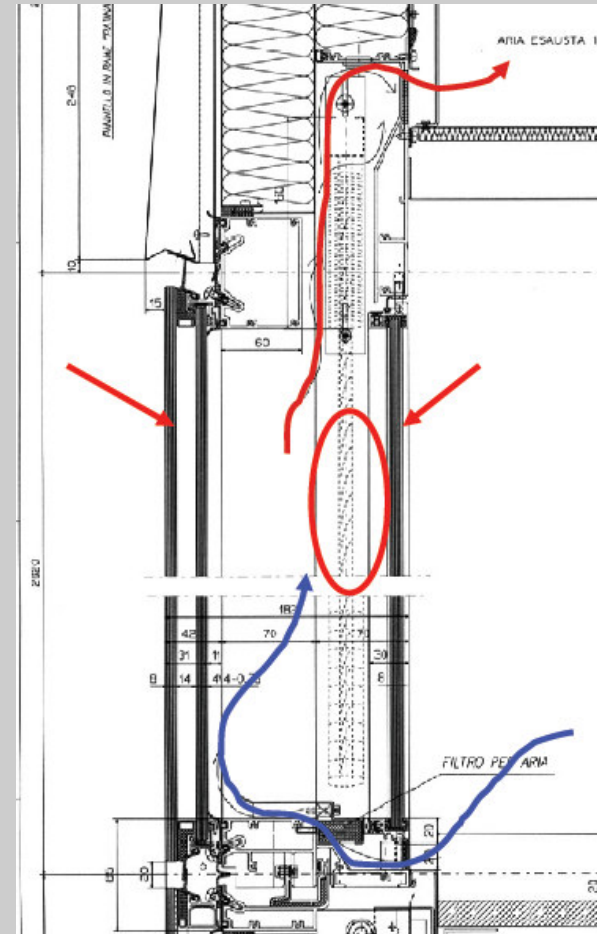
- Pelle esterna - struttura principale isolata termicamente
- Pelle interna - seconda struttura con tamponamento monolitico
- L'intercapedine con schermature
- Immissione dell'aria dalla base della facciata
- Estrazione dalla sommità dell'intercapedine mediante l'impianto di condizionamento



# Facciate a doppia pelle – Ventilazione forzata

## Confronto con ventilazione naturale

- Portate d'aria in funzione dell'andamento della temperatura esterna e della radiazione solare
- La parete è più compatta
- Buone temperature superficiali interne
- Il calore rimosso da una parete attiva può essere utilizzato in collegamento con un sistema di scambio di calore in modo da garantire un ulteriore risparmio energetico.
- Termica  $U=0.9\div 1.3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- Fattore solare  $G=0.12\div 0.2$
- Abbattimento acustico  $R_w$ =da 39 dB



# Facciate a doppia pelle – Ventilazione forzata

## Problematiche inerenti la progettazione

- Portata d'aria in funzione dell'altezza.
- Flusso d'aria necessario d'estate per asportare il calore, d'inverno per evitare condensa.
- Effetto acquario
- Manutenzione



# Facciate a doppia pelle – Ventilazione forzata

## Problematiche inerenti la progettazione

-Questo sistema è applicabile con le nostre condizioni climatiche indipendentemente dalla dimensione dei locali interni, in quanto richiede il funzionamento di un impianto meccanico di climatizzazione per l'intero arco dell'anno.

-Esposizione delle facciate

-Estate:

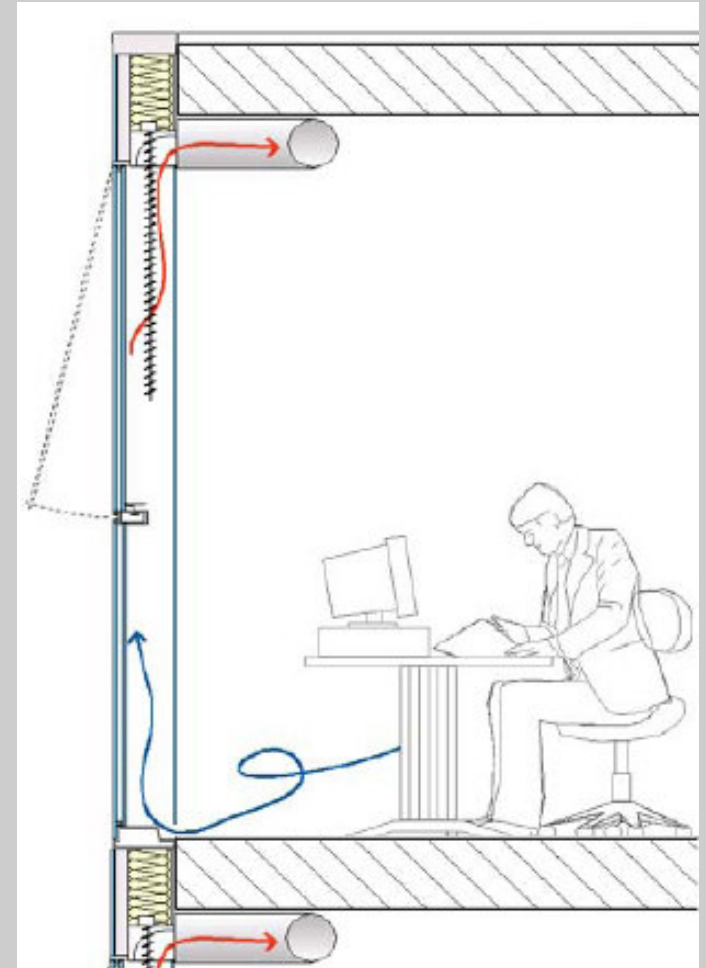
Facciata nord (più favorevole)

Facciata ovest (meno favorevole)

-Inverno:

Facciata sud (più favorevole)

Facciata nord (meno favorevole)



# Facciate a doppia pelle - Ventilazione forzata

Finaosta Avenue du conseil des commis 23, Aosta





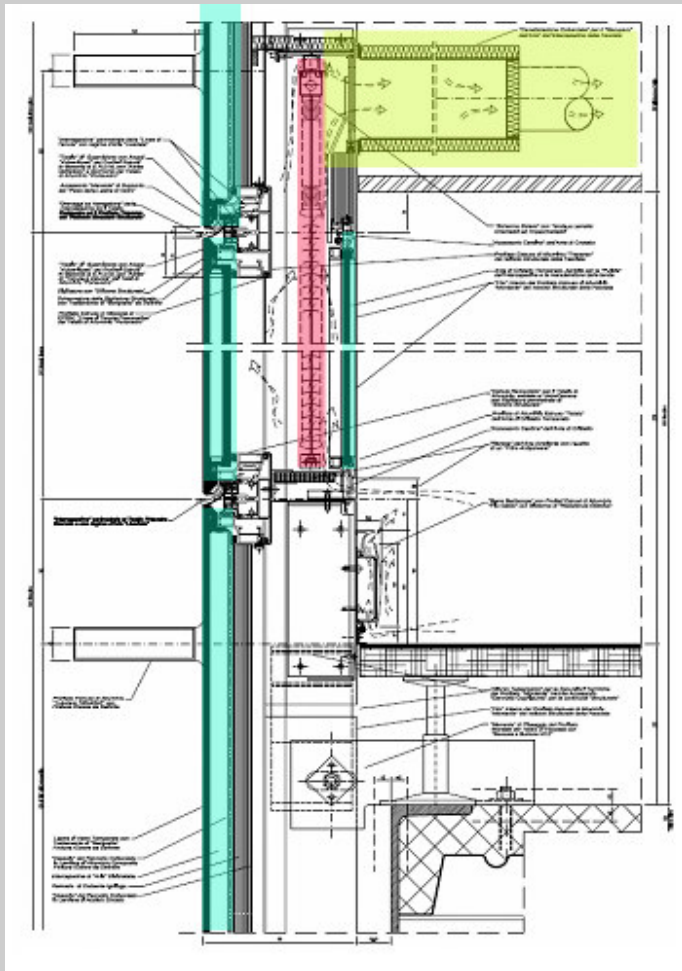
# Facciate a doppia pelle - Ventilazione naturale

Realizzazione di facciata attiva a doppia vetratura:

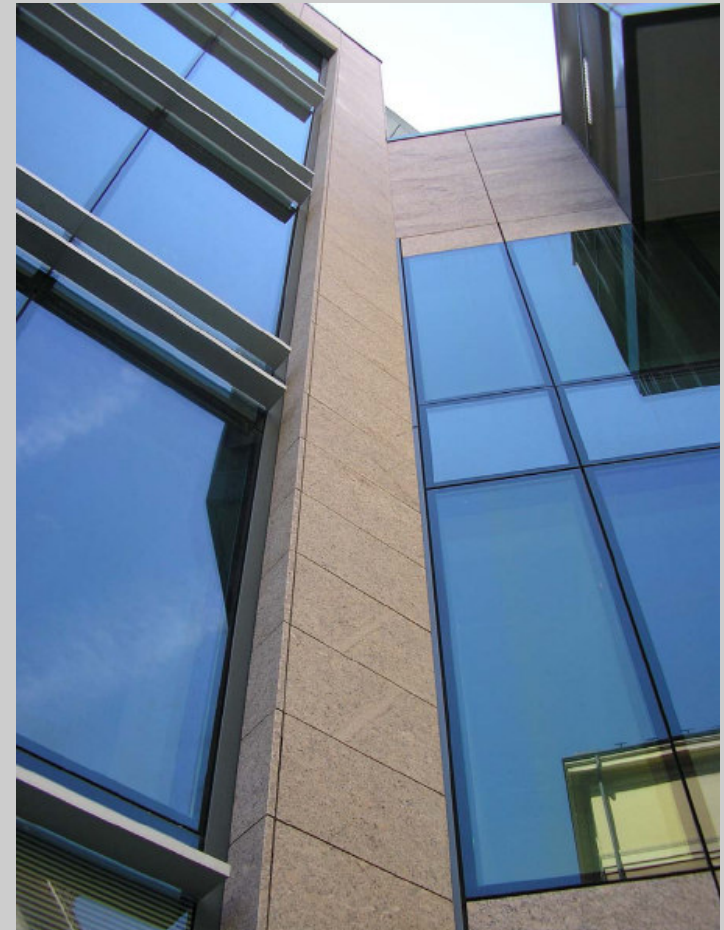
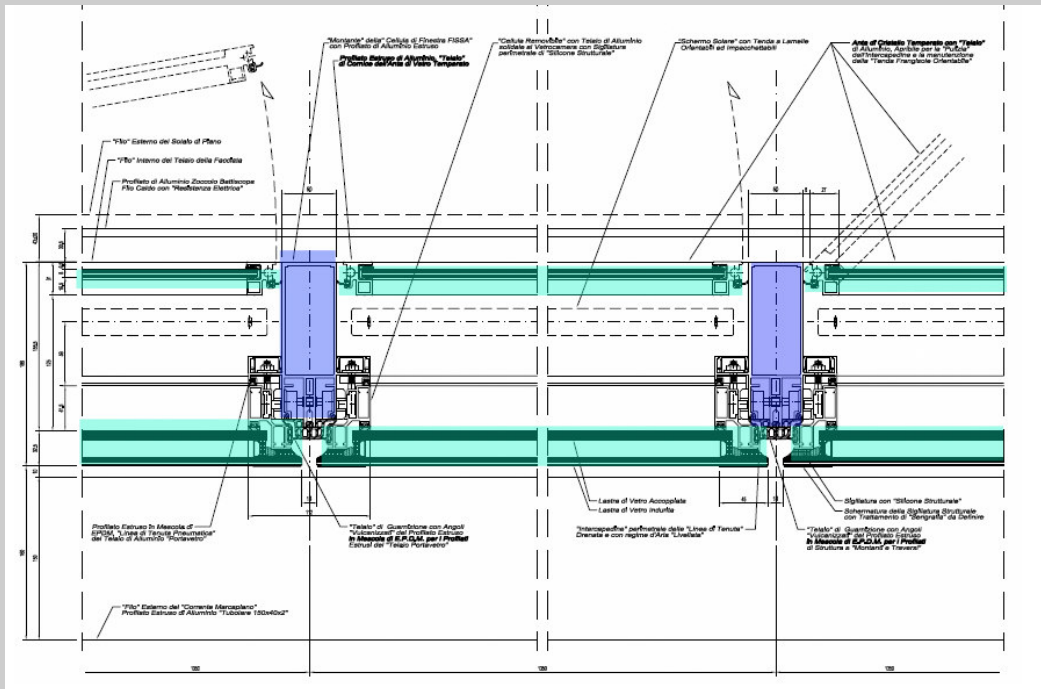
- **all'esterno vetro-camera:**
  - lastra esterna di cristallo selettivo Ipasol 50/25 neutro da 8 mm temperato
  - camera d'aria disidratata 15 mm.
  - lastra interna di cristallo stratificato di sicurezza 5.5.2
- **all'interno vetro monolitico temperato:**
  - lastra di cristallo float chiaro temperato da 8 mm., serigrafato nella parte inferiore per un'altezza di circa mm. 400
- **Intercapedine ventilata mm. 120**
  - Ventilazione interno su interno tramite plenum, integrata con impianto di trattamento aria.
- **Performance di isolamento:**
  - termico  $K= 1.1$
  - acustico (in opera) =47dB



# Facciate a doppia pelle - Ventilazione naturale



# Facciate a doppia pelle - Ventilazione naturale



## Confronto diverse tipologie di facciata

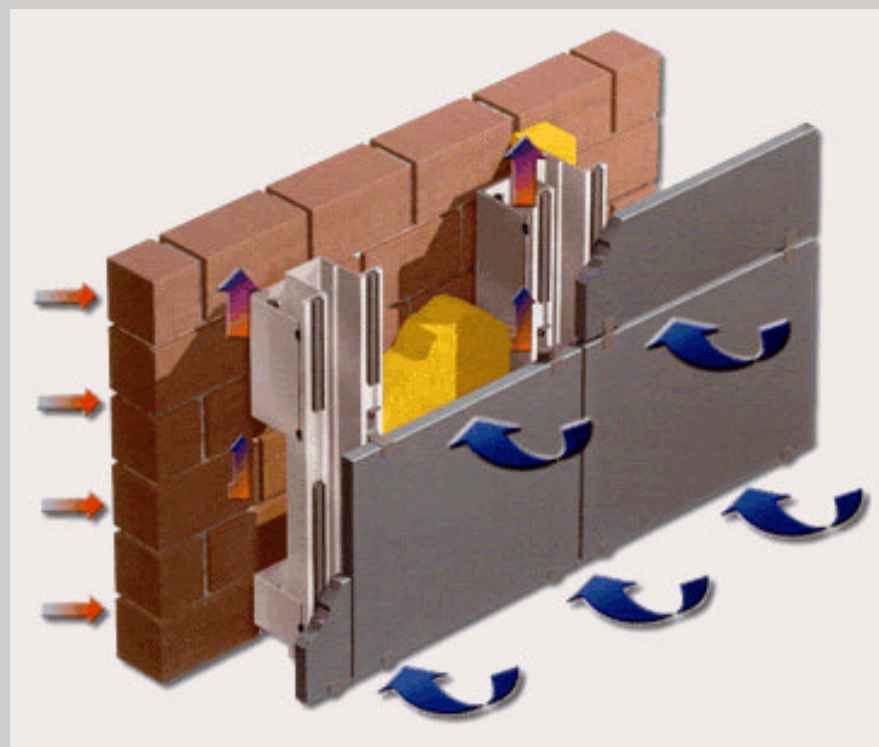
	<b>Trasmissione Luminosa</b>	<b>Fattore Solare</b>	<b>Trasmittanza Termica</b>	<b>Isolamento Acustico<sup>1</sup></b>
	$\tau_{vis}$ [-]	SHGC <sup>2</sup> [-]	U-value [W/(m <sup>2</sup> K)]	R <sub>w</sub> [dB]
<b>Singola con vetri selettivi</b>	0.50 – 0.60	0.30 – 0.40	2.0	32-36
<b>Ventilazione naturale</b>	0.60 – 0.70	0.10 – 0.20	1.4	38-44
<b>Ventilazione forzata</b>	0.60 – 0.70	0.15 – 0.25	1.0	38-44
<b>Ventilazione ibrida</b>	0.60 – 0.70	0.10 – 0.20	1.3	38-44



# Facciate ventilate

La facciata ventilata è un sistema di rivestimento per esterni caratterizzato da una intercapedine di ventilazione interposta tra un paramento di finitura esterno e l'isolante termico aderente alla parete reale dell'edificio.

Tale intercapedine costituisce una camera d'aria in comunicazione con l'esterno, entro la quale, per il così detto effetto camino, si determina una ventilazione naturale fra il rivestimento e la parete.





# Facciate ventilate

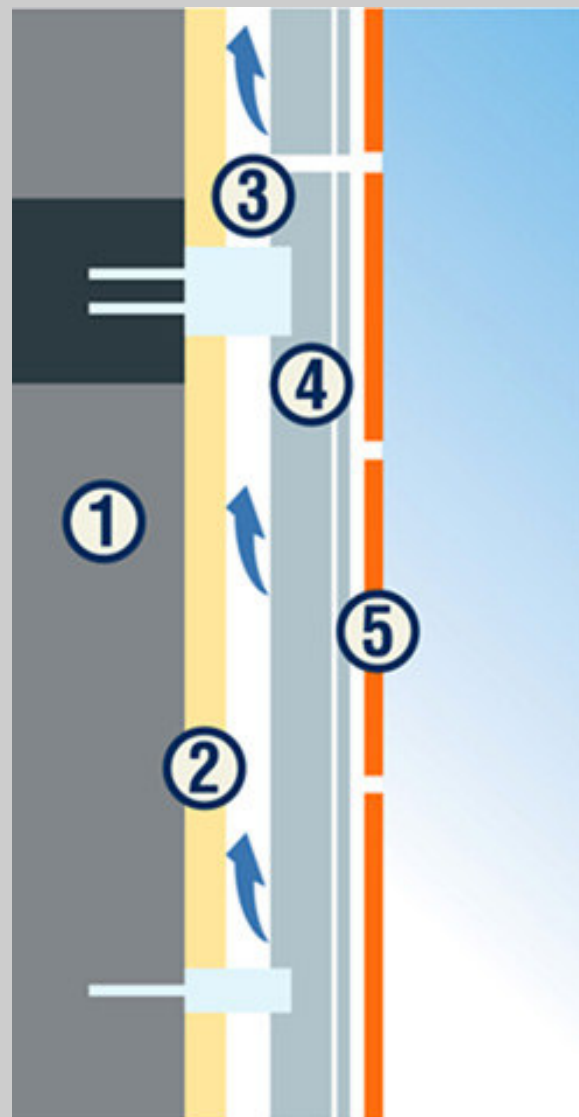
1- Strato di supporto murario

2- Strato di isolamento

3- Strato di ventilazione

4- struttura portante

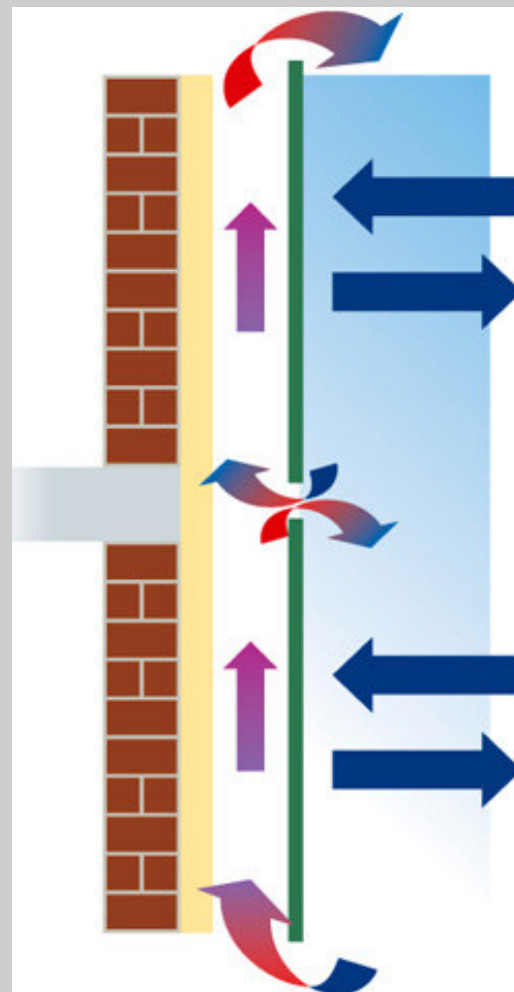
5- Strato di finitura esterno



# Facciate ventilate

## Vantaggi

- Risparmio energetico
- Migliore comfort interno
- Miglioramento acustico
- Facilità e velocità di posa
- Facile manutenzione



# Facciate ventilate

## Tipologie di rivestimento

- Gres porcellanato
- Pannelli in lamiera
- Pannelli in fibrocemento
- Lastre di vetro
- Pannelli in legno



# Facciate ventilate

## Tipologie di rivestimento

- Gres porcellanato
- Pannelli in lamiera
- Pannelli in fibrocemento
- Lastre di vetro
- Pannelli in legno



# Facciate ventilate

## Tipologie di rivestimento

- Pietre naturale
- Piastrelle in cotto



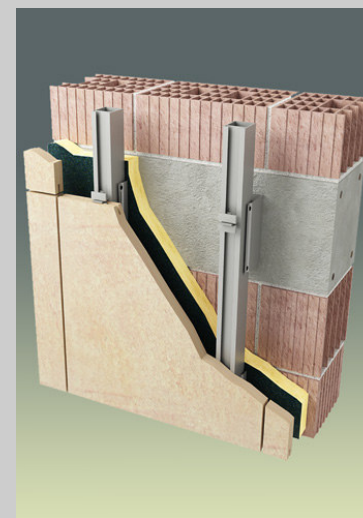
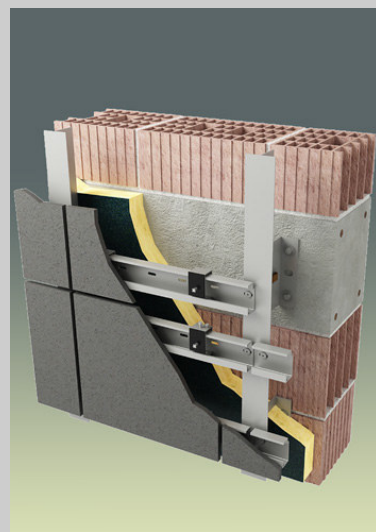
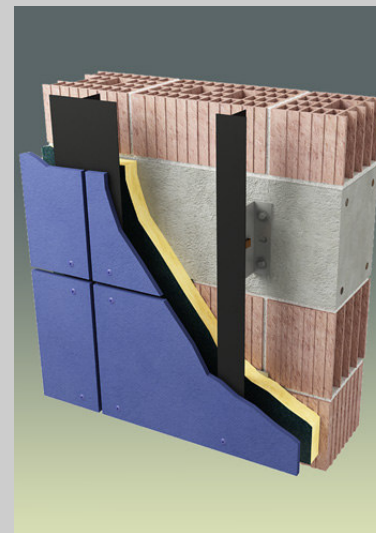
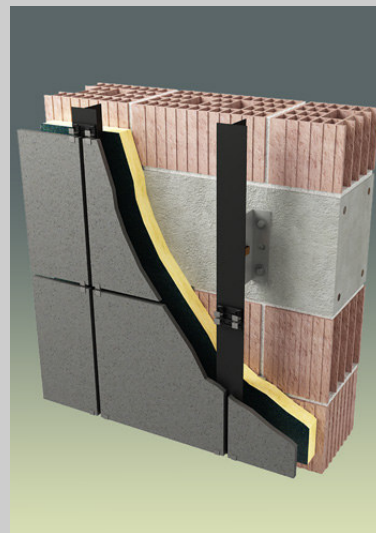


# Facciate ventilate

## Tipologie di agganci

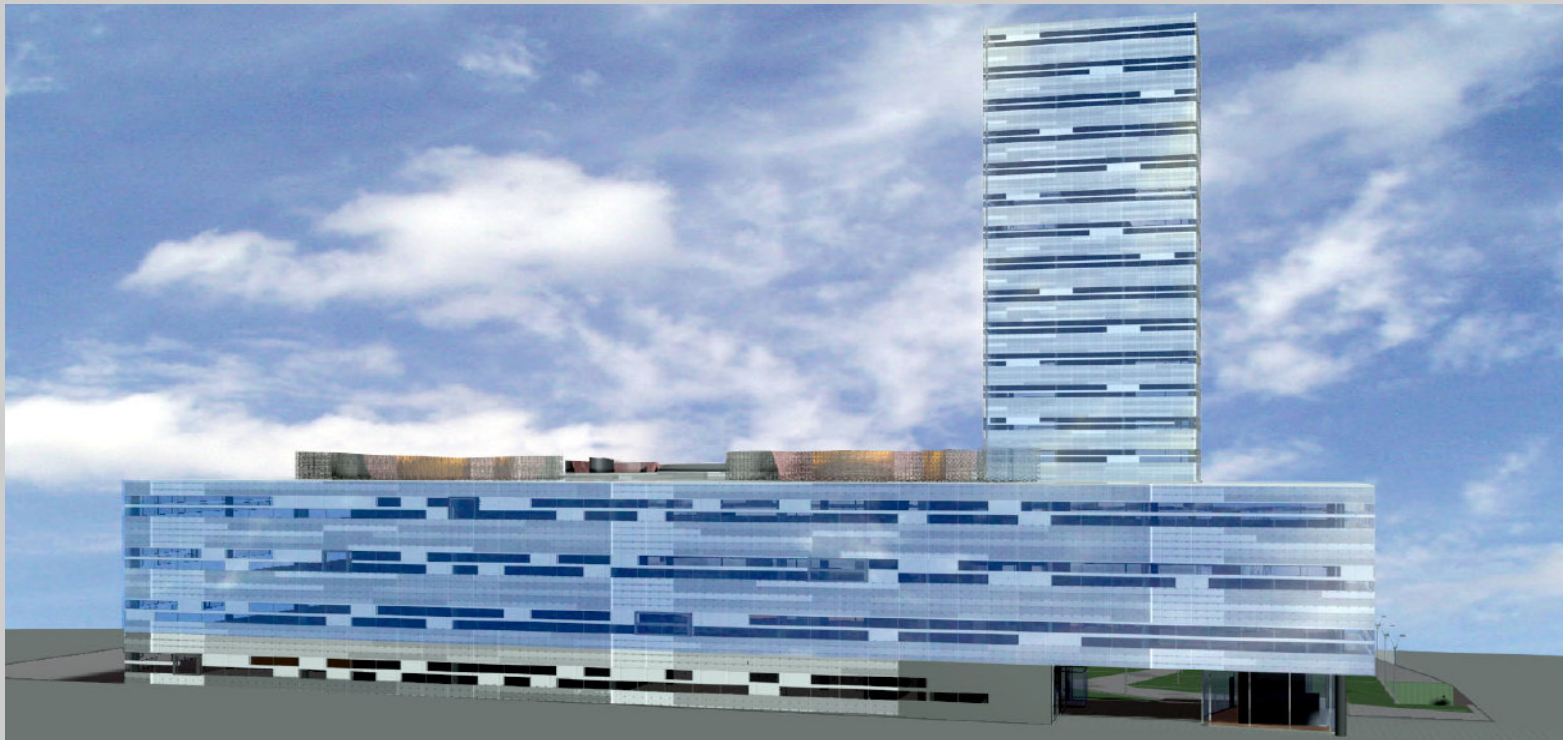
- A vista

- A scomparsa



# Facciate ventilate

Nuova Sede della RCS Rizzoli, Milano



# Facciate ventilate

## 1 Pannello strutturale e isolante L = 5400 mm

Il concetto costruttivo del pannello si basa sulla realizzazione di un telaio strutturale composto da profilati tubolari di acciaio, aventi correnti superiori ed inferiori collegati verticalmente da montanti con interasse 1200 mm; il sistema è finalizzato per ottenere la “continuità strutturale” ai fini dei carichi di peso proprio e dinamico, tramite il collegamento orizzontale effettuato con elementi coprigiunto.

L'isolamento termico/acustico è affidato a pannelli sandwich adeguatamente inseriti nella struttura sopradescritta; la composizione del pannello coibente, è :

- guscio esterno in lamiera di alluminio sp. 15/10 ;
- contro-placcatura con lastra di cartongesso sp. 18 mm;
- pannello coibente con lana minerale di sp. 80 mm;
- guscio interno in lamiera di acciaio zincato sp. 10/10.

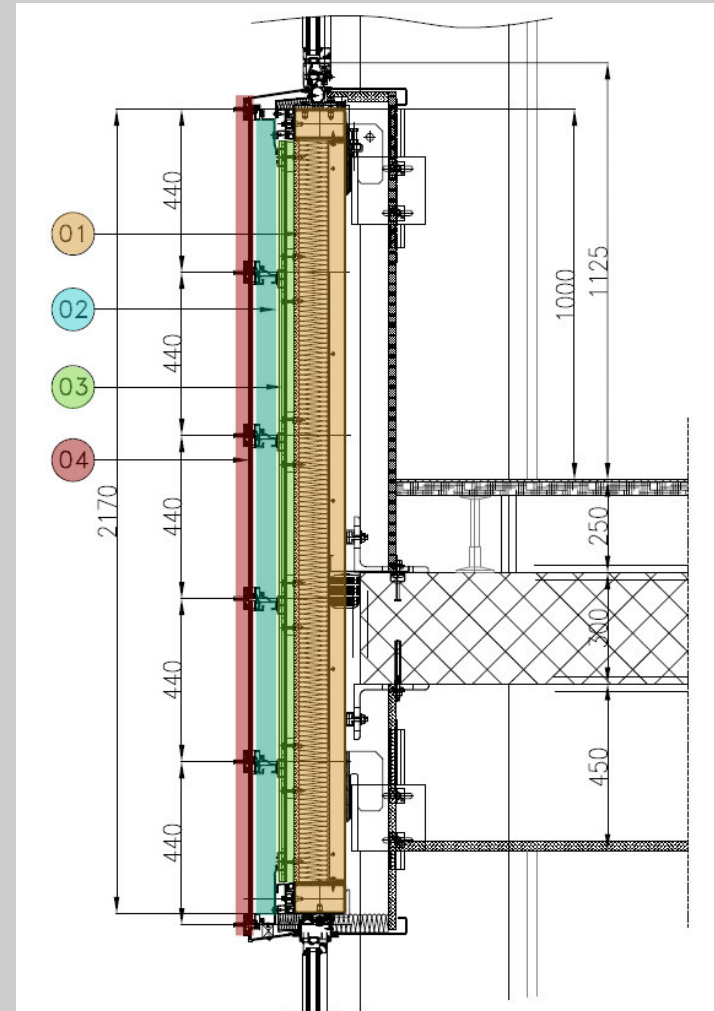
## 2 Strato di ventilazione

### 4- struttura portante

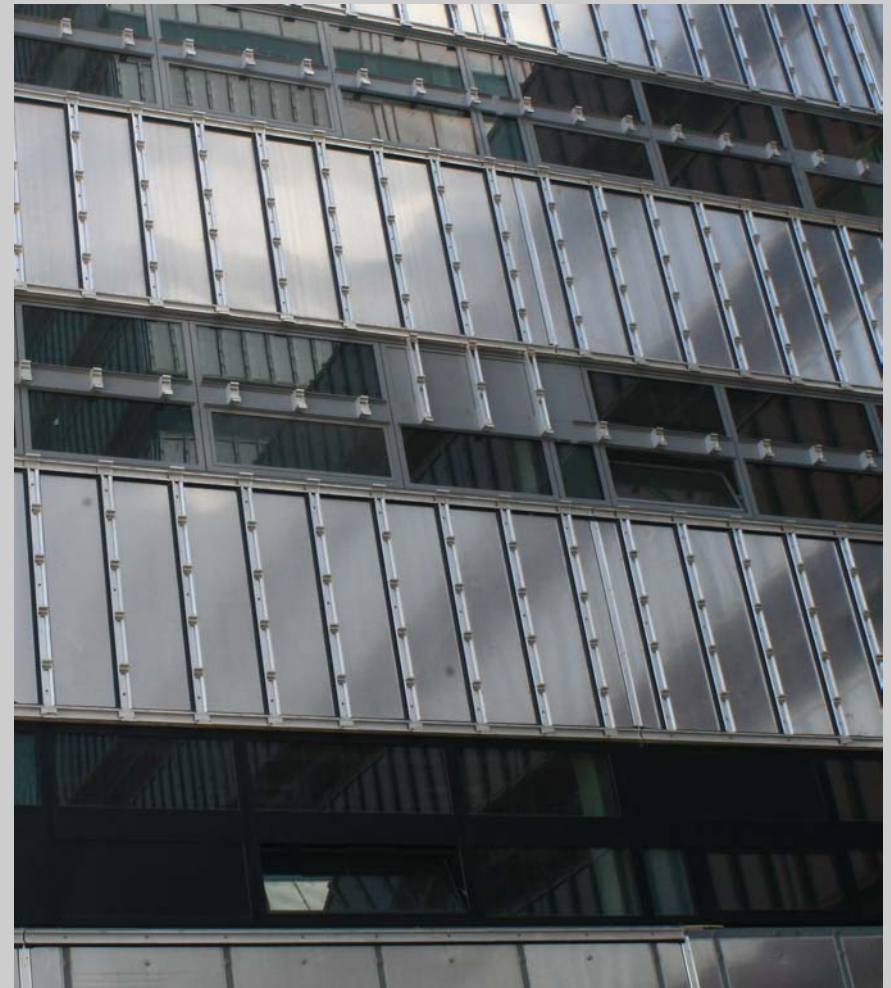
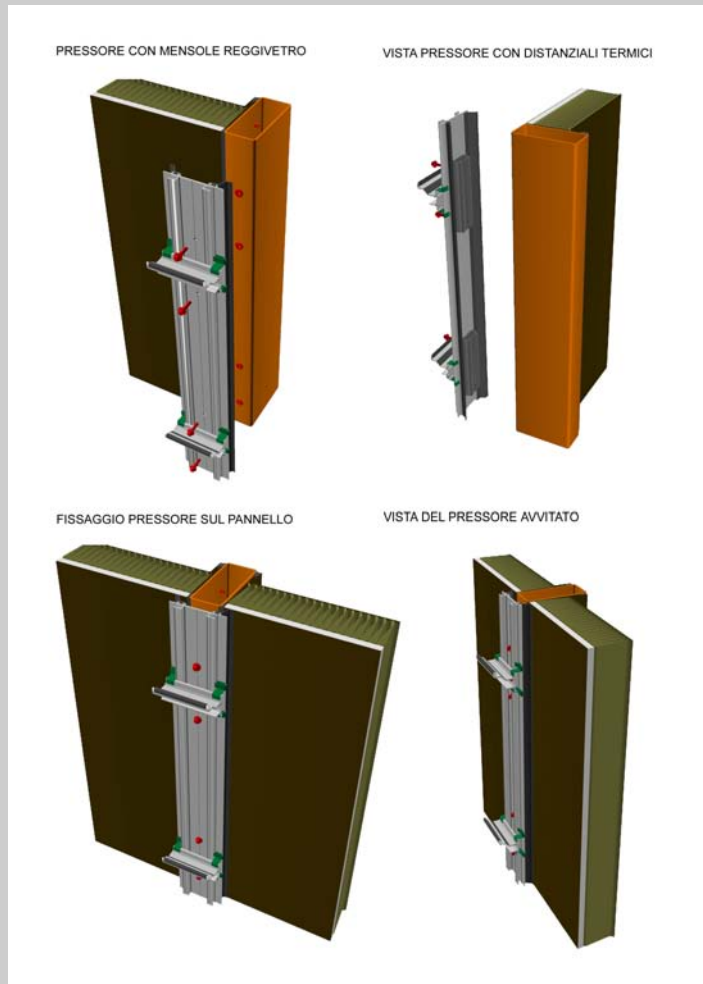
Profili di alluminio fissato ai pannelli principali

### 5- Strato di finitura esterno

Lastre in vetro stratificato 6+6



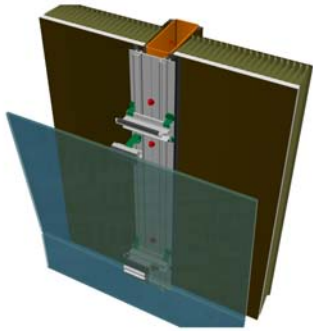
# Facciate ventilate



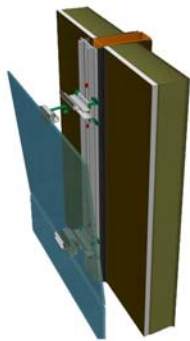


# Facciate ventilate

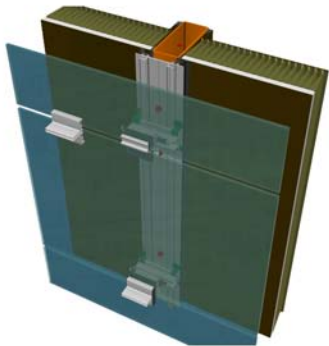
POSIZIONAMENTO LASTRA CON PARTICOLARE  
AGGANCIAMENTO SUPERIORE



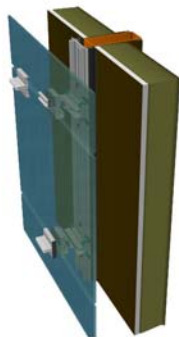
VISTA LATERALE:  
POSIZIONAMENTO LASTRA CON PARTICOLARE  
AGGANCIAMENTO SUPERIORE



VETRI MONTATI CON BLOCCAGGIO  
A SLITTA DEL MORSETTO ESTERNO



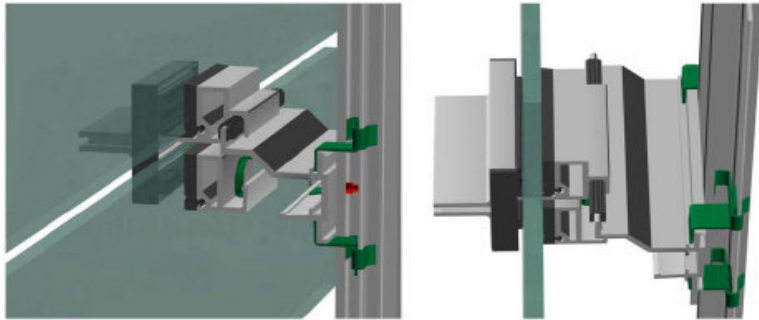
VISTA LATERALE:  
VETRI MONTATI CON BLOCCAGGIO  
A SLITTA DEL MORSETTO ESTERNO



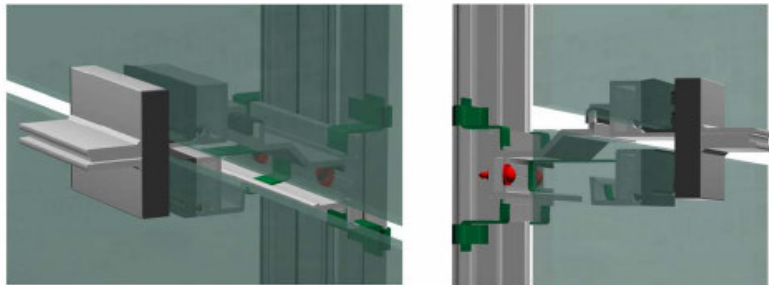


# Facciate ventilate

VISTA INTERNA: ACCESSORI DEL SISTEMA DI SOSPENSIONE DELLE LASTRE



VISTA ESTERNA: ACCESSORI DEL SISTEMA DI SOSPENSIONE DELLE LASTRE



# Facciate ventilate



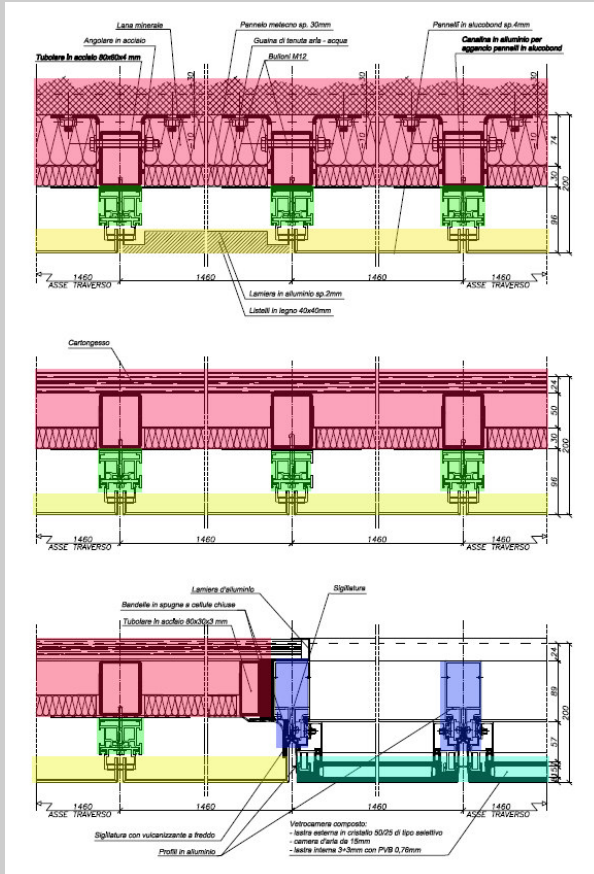
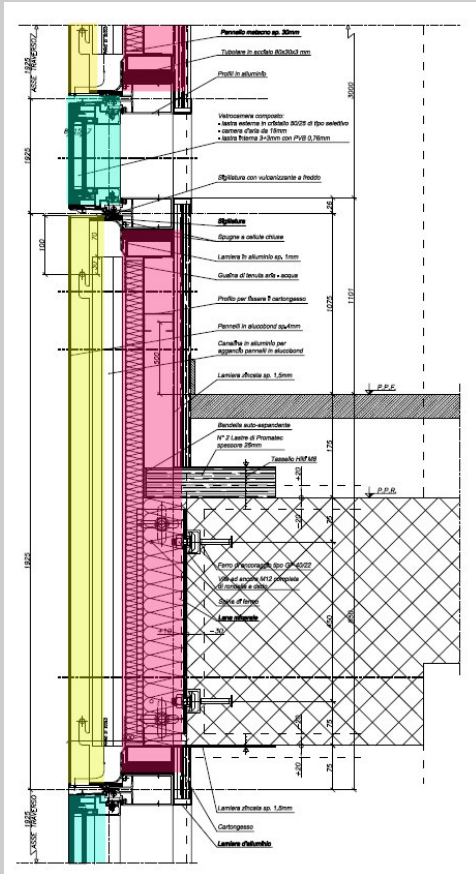
# Facciate ventilate

Edificio polifunzionale G22, Lodi





# Facciate ventilate



# Facciate ventilate

