

TECNOLOGIE PER IL RISPARMIO ENERGETICO NEGLI EDIFICI

Fare i conti
con l'ambiente
Rifiuti acqua energia
Rave
nna
26/27/28
settembre 2012

Labmeeting N

TECNOLOGIE PER IL
RISPARMIO ENERGETICO
DEGLI EDIFICI

Ing. Alessandra Gugliandolo
alessandra.gugliandolo@enea.it



Labmeeting N: RISPARMIO ENERGETICO E CERTIFICAZIONE

EFFICIENZA E' RISPARMIO

L'efficienza energetica di un "sistema" rappresenta la capacità del sistema stesso di sfruttare l'energia che gli viene fornita per soddisfare il fabbisogno.

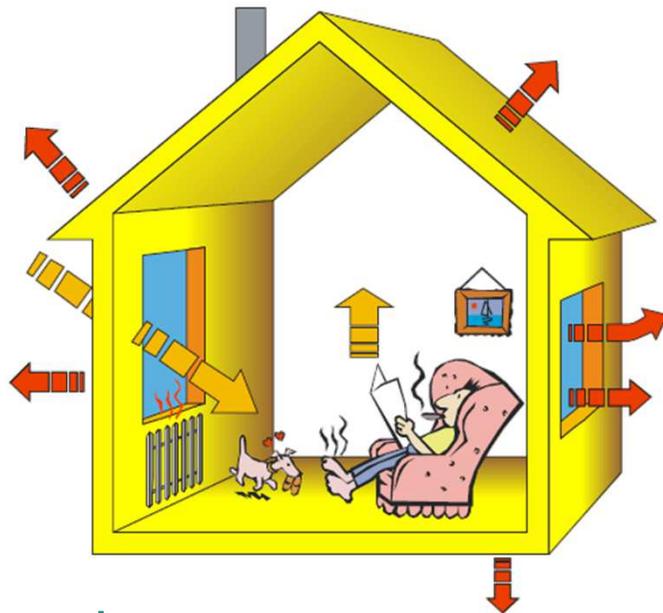


USO RAZIONALE DELL'ENERGIA



RISPARMIO ENERGETICO

INDIVIDUAZIONE DEL SISTEMA



$-Q_t$ = perdite per trasmissione

$-Q_v$ = perdite per ventilazione

$+Q_s$ = guadagni da energia solare

$+Q_i$ = apporti interni

BILANCIO ENERGETICO

CLASSIFICAZIONE EDIFICI

	kWh/mq
Edifici convenzionali non corrispondenti alle normative sul risparmio energetico	220-250
Edifici convenzionali corrispondenti alle più recenti normative	80-100
Edifici a basso consumo energetico	30-50
Edifici passivi	< 15
Edifici a consumo energetico zero	0

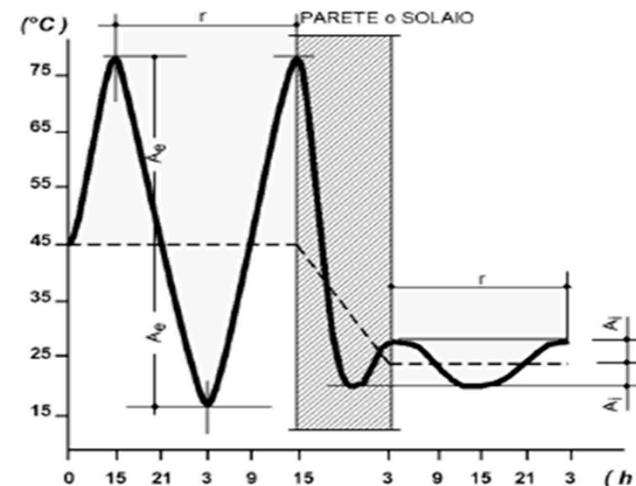
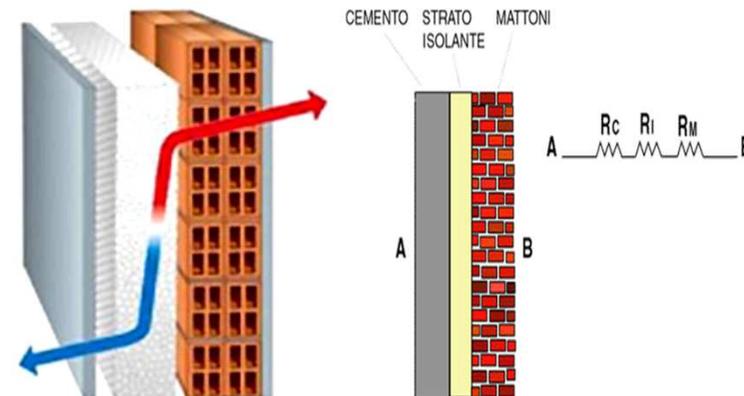
→ **D.Lgs. 192/2005 e s.m.i.**

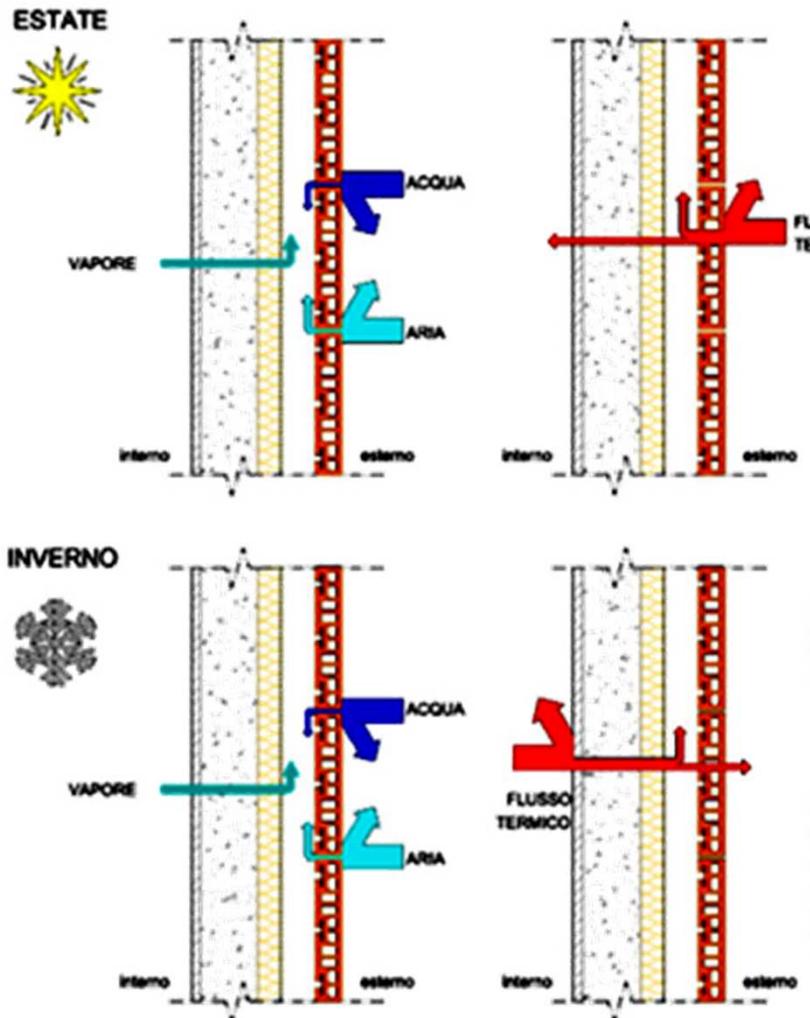
SOLUZIONI DI INVOLUCRO

L'**INVOLUCRO** dell'edificio deve rispondere adeguatamente alle sollecitazioni esterne; In generale si prediligono soluzioni costruttive che prevedono **elevati livelli di isolamento e inerzia termica**.

Isolamento : Consente di limitare la sollecitazione esterna, sia essa estiva o invernale sugli ambienti interni. Le prestazioni dell'isolamento dipendono anche dalla sua posizione nel pacchetto murario

Inerzia termica : Rappresenta la capacità del muro di opporsi alla trasmissione del calore attraverso il proprio spessore, con conseguente sfasamento in termini temporali dell' influenza sull'ambiente interno del cambiamento delle condizioni esterne. E' legata alla natura e spessore dei materiali che compongono l'involucro.



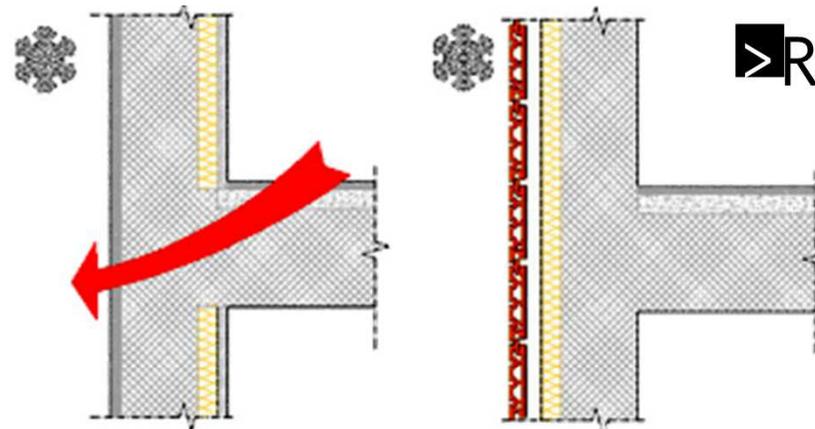
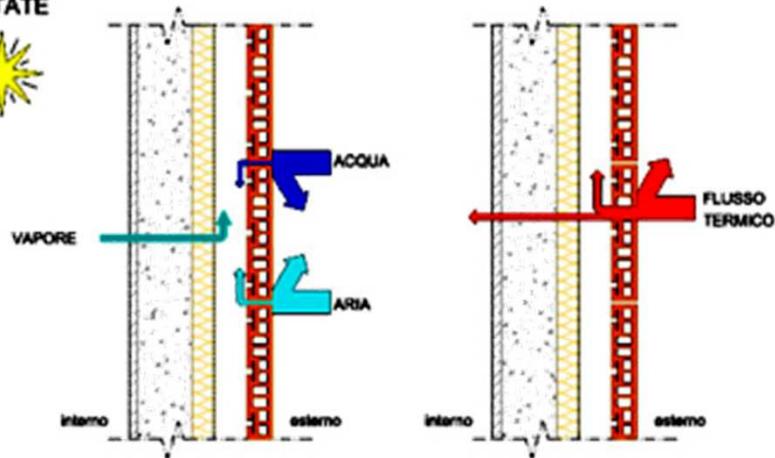


Nella parete ventilata, mediante le **bocche** di ventilazione poste al **piè** della facciata e alla sua **sommità** (e/o in posizione intermedia) si innesca il processo di ventilazione naturale (o “**effetto camino**”) all’interno dell’intercapedine, grazie al flusso dell’aria dovuto al gradiente termico tra la temperatura dell’aria nella camera di ventilazione e quella esterna in ingresso. *Il movimento ascensionale dell’aria consente di eliminare rapidamente il vapore acqueo proveniente dall’interno, permettendo quindi il controllo delle condensazioni interstiziali e diminuendo la possibilità di fenomeni di condensa, ed eliminando gli effetti negativi dovuti alle eventuali penetrazioni di acqua.*

In estate inoltre contribuisce ad un’effettiva riduzione della quantità di calore che entra nell’edificio, permettendo un notevole risparmio energetico derivante da un minor carico degli impianti di condizionamento.

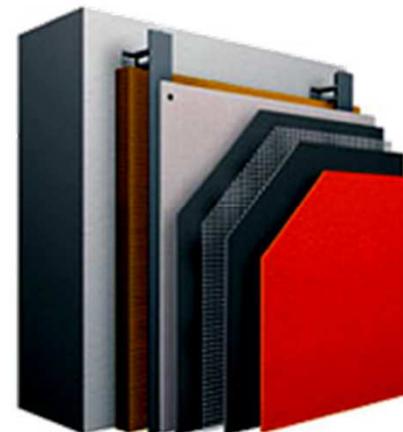
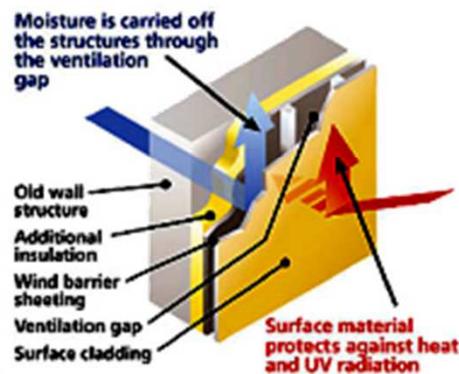
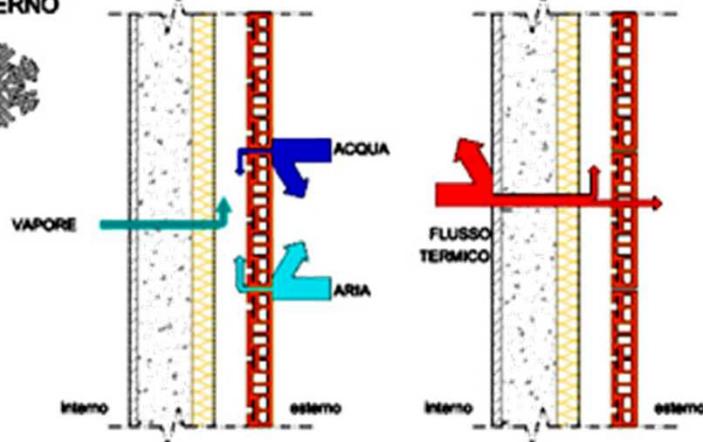
Infine, ultima ma non meno importante considerazione, ai grandi vantaggi in termini di contenimento energetico e miglioramento del comfort abitativo si unisce, nel caso di ristrutturazioni di edifici esistenti, la possibilità di un radicale rinnovo estetico/architettonico dell’edificio

ESTATE



Sezione esemplificativa di correzione del ponte termico con sistema di facciata ventilata

INVERNO



Esempio di funzionamenti di un sistema di facciata ventilata nei vari assetti climatici

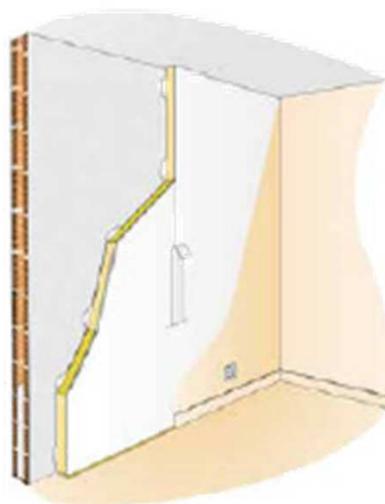
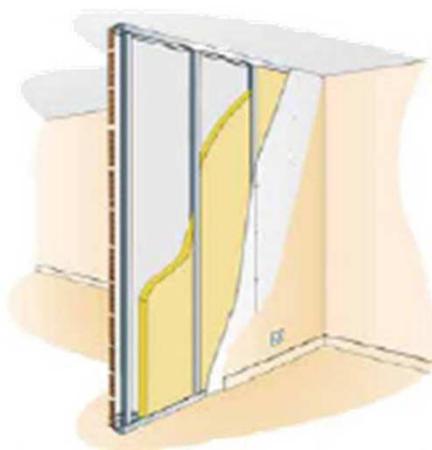
Esempio di sistema di facciata ventilata con isolante in EPS

PUNTI DI FORZA

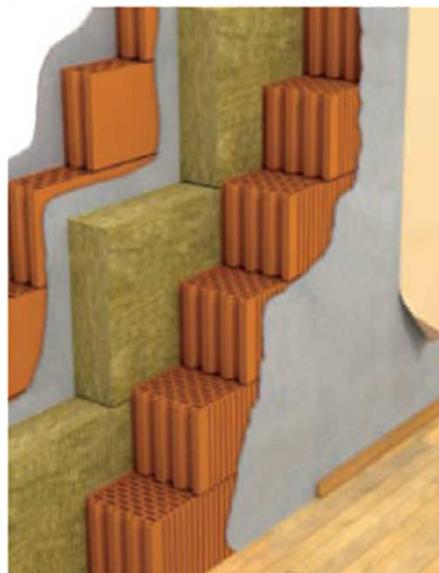
- ISOLAMENTO SENZA DISCONTINUITÀ DAL FREDDO E DAL CALDO
- ELIMINAZIONE DEI PONTI TERMICI;
- PROTEZIONE DELLE FACCIATE DAGLI AGENTI ATMOSFERICI;
- VANTAGGI DELLA SCHERMATURA ALLA PIOGGIA (RAINSREEN);
- SMORZAMENTO E SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA.

PUNTI DI DEBOLEZZA

- PRESENZA DI ELEMENTI DI VINCOLO (FACCIATE DI PREGIO STORICO-ARTISTICO);
- DIFFICOLTÀ DI POSA IN OPERA IN CASO DI FACCIATE CON GEOMETRIA COMPLESSA;
- PRESENZA IN FACCIATA DI SCHERMATURE O INFESSI ESTERNI.



Tipologie di isolamento interno per edifici.

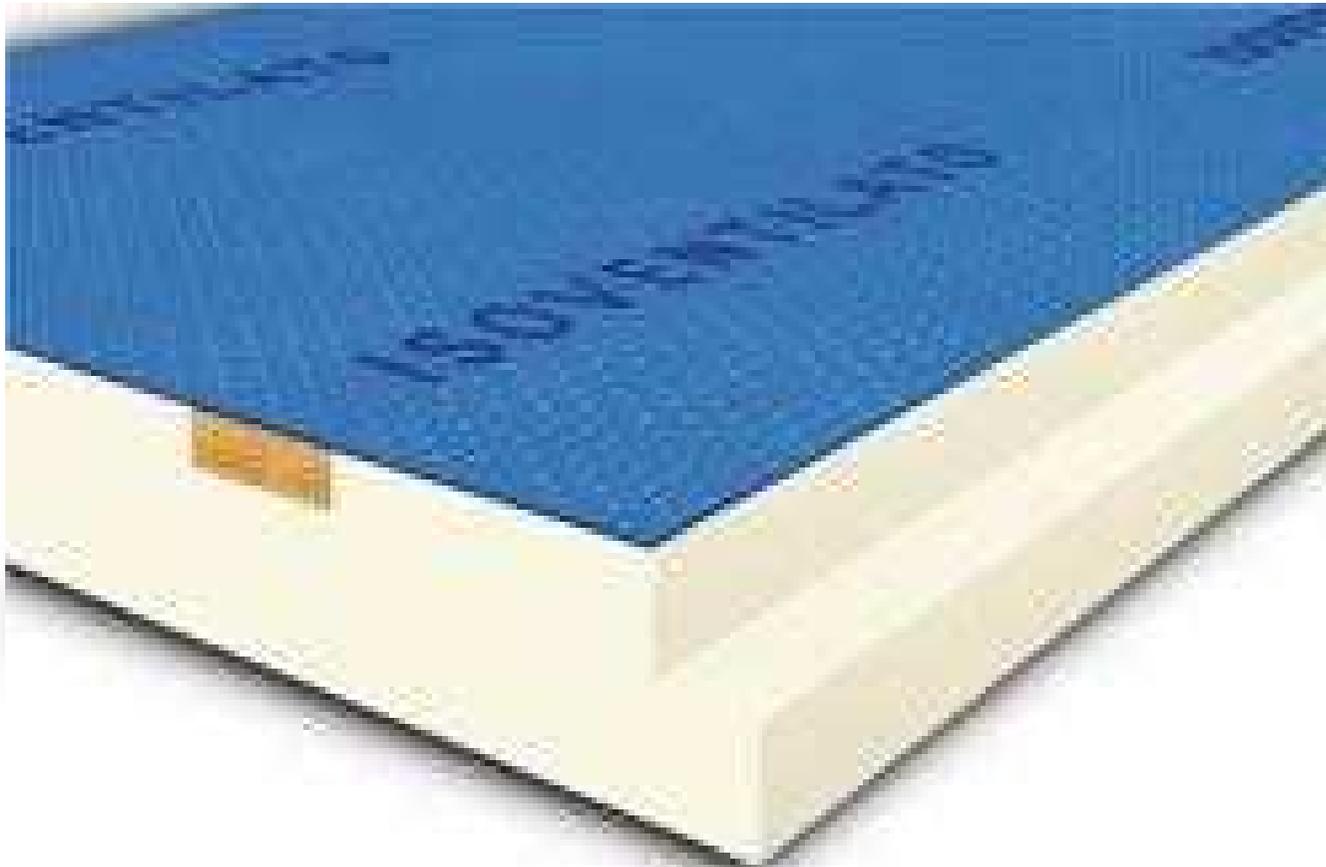


Esempio di isolamento in intercapedine per pareti di nuova costruzione



USO DI MATERIALI INNOVATIVI

Rave
nna
2012



USO DI MATERIALI INNOVATIVI



PCM (Phase Change Materials)



In comparto edilizio i PCM possono venire utilizzati:

- sfusi,
- con microincapsulamento,
- con macroincapsulamento,
- immersi in matrici porose.

Le modalità di utilizzo sono invece molteplici, a seconda delle finalità che si vogliono ottenere. Una prima grande distinzione riguarda l'applicazione:

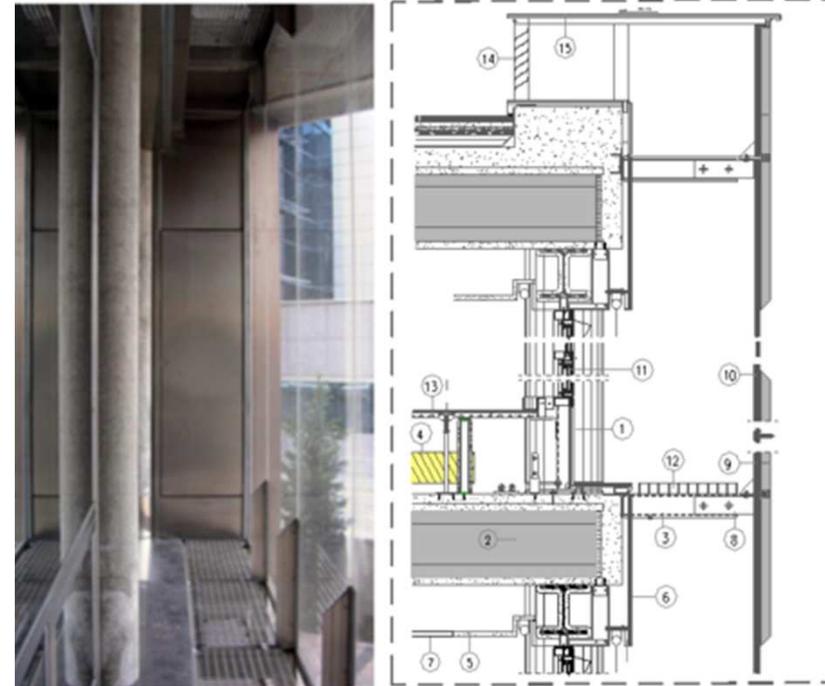
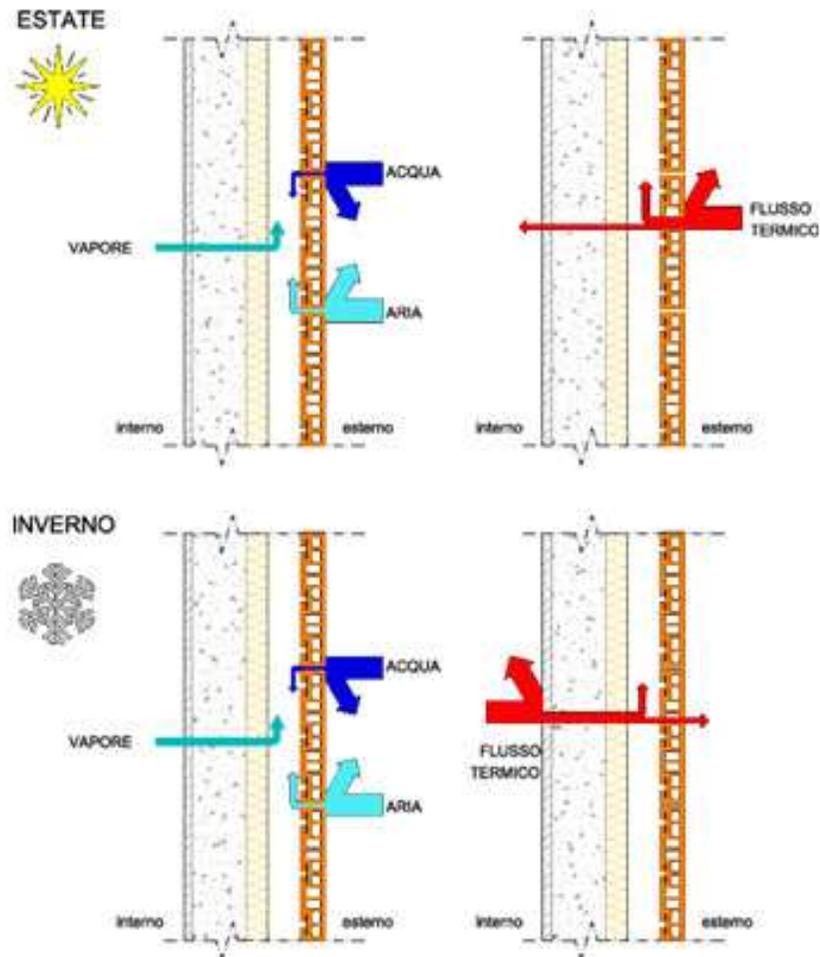
-involucro opaco: PCM inseriti in aggiunta ai normali isolanti, nell'interfaccia tra interno ed esterno oppure in alcuni casi (molto rari) nelle pareti interne;

-controsoffittatura o in pavimenti radianti: elementi inseriti in controsoffitti o pavimenti radianti, che permettono di ottenere da questi sistemi di climatizzazioni risultati migliori;

-involucro trasparente: in sostituzione dell'intercapedine d'aria presente tra lastre di vetro oppure in aggiunta ad essa, con opportune lastre schermanti o riflettenti;

- sistemi tecnologici e di climatizzazione: PCM inseriti all'interno di scambiatori di calore a fascio tubiero che ne incrementano le prestazioni, oppure inseriti direttamente nella parte terminale dell'impianto di ventilazione nel caso di impianti a tutt'aria.

USO DI TECNICHE INNOVATIVE





USO DI TECNICHE INNOVATIVE

► Rave
nna
2012



La Serra solare rappresenta un semplice sistema di accumulo di calore.

Il suo funzionamento è dato da ampie superfici vetrate, che consentono ai raggi solari di penetrare all'interno del volume e di ottenere così un aumento del calore e dell'illuminazione naturale. In edilizia viene utilizzata per ridurre i consumi di utenza, come per i riscaldamenti, illuminazione elettrica.

MURO DI TROMBE

La **massa termica per l'accumulo** è costituita da una **parete rivolta a Sud** realizzata in **muratura** o in **calcestruzzo**, **verniciata con colori scuri** con la **superficie esterna** protetta da una **vetrata** per **ridurre le dispersioni di calore**. **Un'intercapedine d'aria**, di **10-15 cm di spessore**, separa la **superficie trasparente** dal muro.

Il **muro** presenta una **doppia fila di aperture**, in **alto** e in **basso**, che collegano l'intercapedine e l'ambiente.

Il **funzionamento** nei periodi **freddi** è il seguente:



TRASMISSIONE

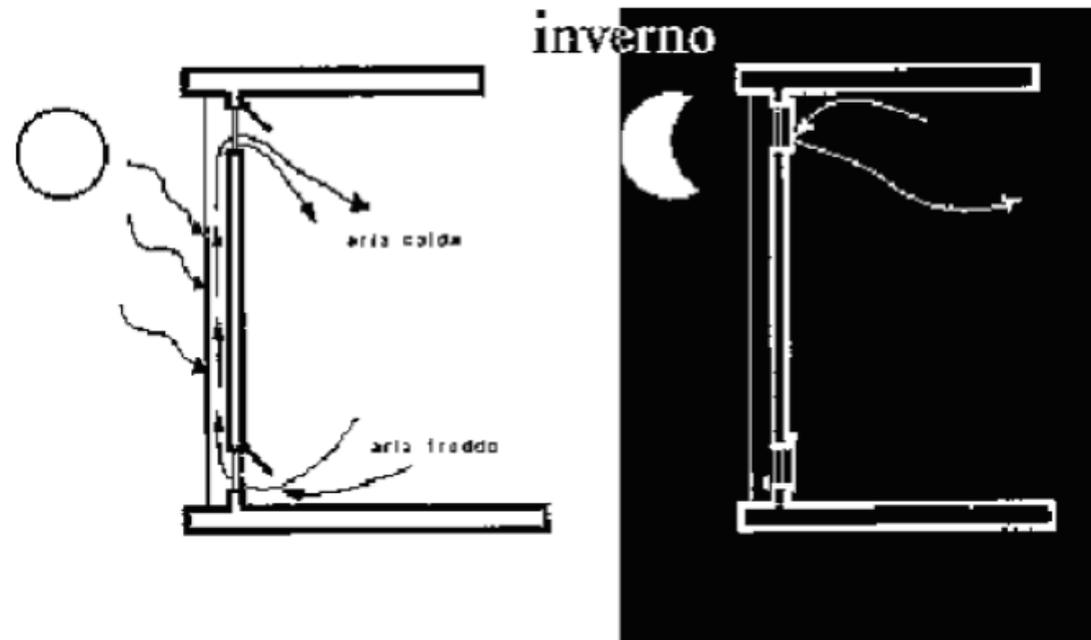
Mezzo omogeneo

Attenuazione

Sfasamento

INERZIA TERMICA DEL MURO DI TROMBE

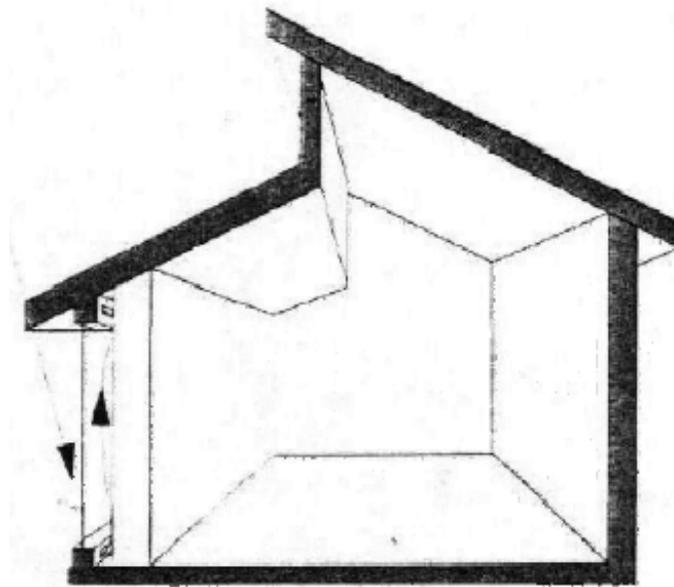
Rave
nna
2012



Inverno

- ❖ **Giorno:** le aperture di aerazione interne vengono **alzate** per **permettere** il **passaggio dell'aria fredda** che dal basso si riscalda e sale (per effetto camino) per tornare nella stanza più calda.
- ❖ **Notte:** le aperture interne vengono **chiuse** per **impedire** che l'aria ceda calore a contatto con la superficie vetrata più fredda.
- ❖ Le aperture di aerazione esterne sono sempre chiuse.

PERIODI CALDI:

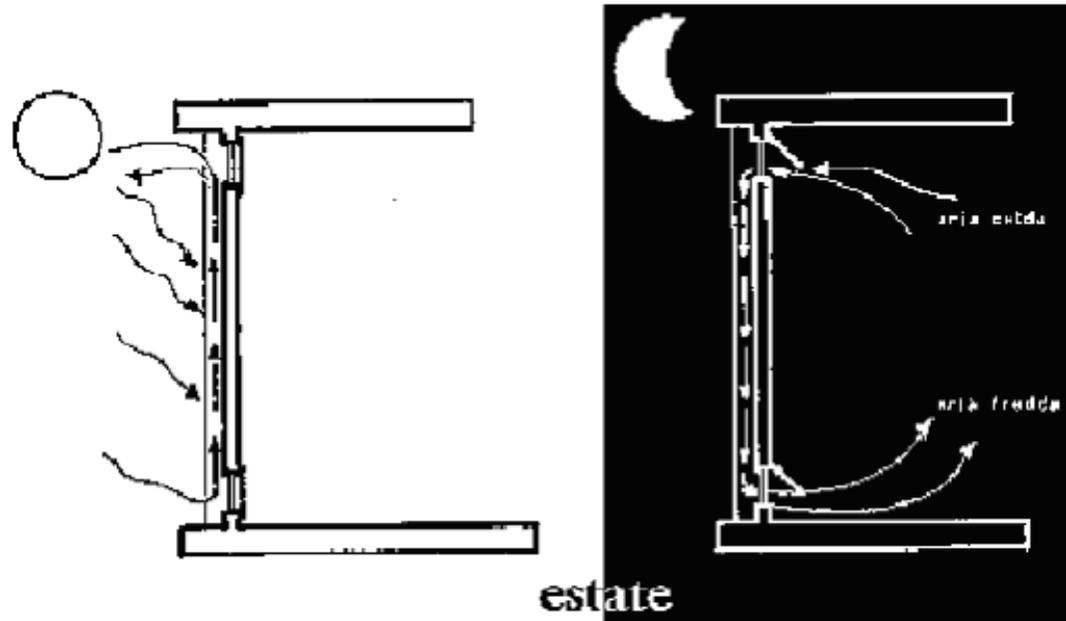


Estate-giorno EFFETTO CAMINO

La presenza di bocchette, apribili nel periodo estivo, fa sì che si possa innescare il cosiddetto “*effetto camino*” col vantaggio di ventilare naturalmente gli ambiente traendone un sensibile comfort.

INERZIA TERMICA DEL MURO DI TROMBE

Rave
nna
2012



Estate

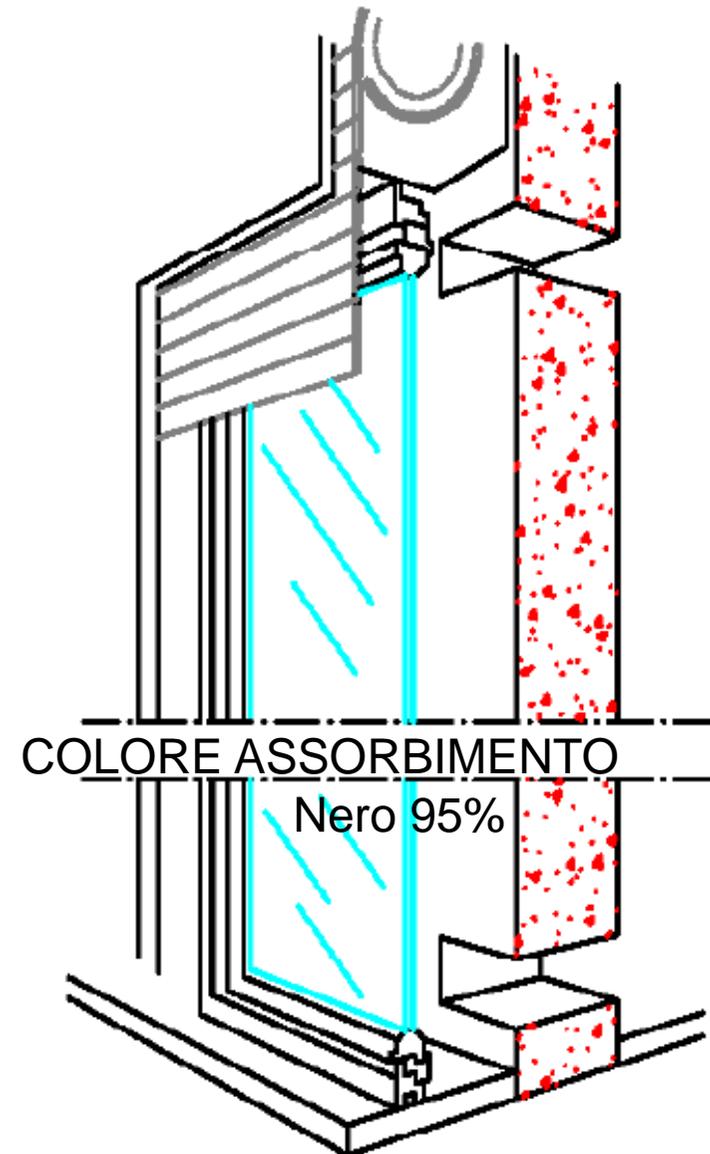
- ❖ **Giorno:** vengono **chiuse** le aperture interne per **impedire all'aria interna di surriscaldarsi**, mentre vengono aperte quelle esterne per drenare il calore accumulato.
- ❖ **Notte:** vengono **aperte** le aperture interne **per fare in modo che l'aria interna si raffreschi** a contatto con il vetro esterno

INERZIA TERMICA DEL MURO DI TROMBE

Rave
nna
2012

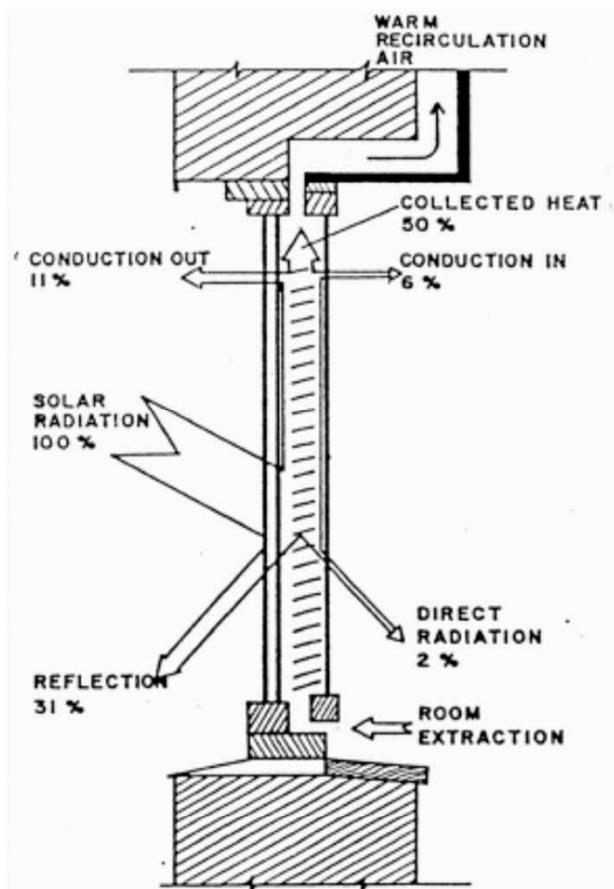
CRITERI DI PROGETTAZIONE

- ❖ Superficie vetrata rivolta a Sud
- ❖ Massa termica (muro in muratura, calcestruzzo o acqua) posta a 10 cm circa dalla superficie vetrata
- ❖ Muro dipinto di scuro; accorgimento che permette al muro di assorbire maggiormente la radiazione solare incidente
- ❖ Le aperture di aerazione dovrebbero avere dimensioni di 1 mq per ogni 100 mq di superficie di muro



USO DI TECNICHE INNOVATIVE





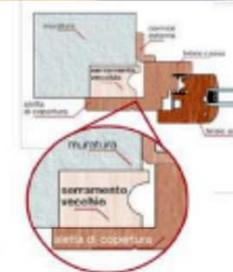
Schema esemplificativo del funzionamento di un infisso dinamico ad alte prestazioni.



Sezione esemplificativa di un infisso prestante



Schema di un telaio in legno prestante



Schema di integrazione tra il vecchio serramento con uno ad alte prestazioni

PUNTI DI FORZA

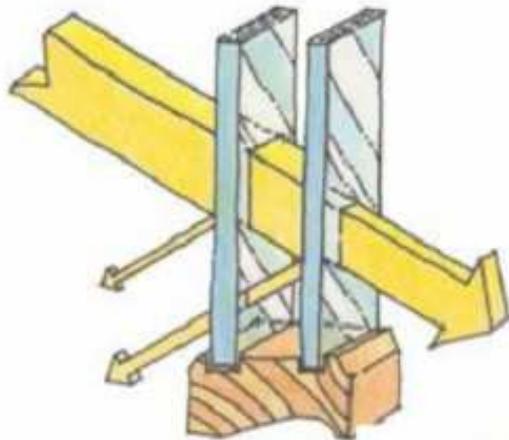
- INTEGRATI CON SCHERMATURE E PROTEZIONI SOLARI CONTROLLANDO E LIMITANO L'INGRESSO DELLA RADIAZIONE SOLARE, SENZA COMPROMETTERE LA VISIBILITÀ INTERNA E IL GIUSTO GRADO DI ILLUMINAZIONE NATURALE;
- LA GIUSTA ESPOSIZIONE PERMETTE DI FAR DIVENTARE LE SUPERFICI TRASPARENTI CAPTATORI DI ENERGIA, CHE SE CORRETTAMENTE PROGETTATI CONTRIBUISCONO, SOPRATTUTTO IN INVERNO, AL FABBISOGNO DI ENERGIA.

PUNTI DI DEBOLEZZA

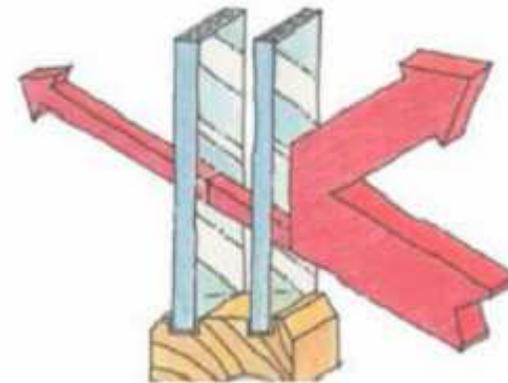
- LO SBAGLIATO DIMENSIONAMENTO PUÒ DARE ORIGINE A FENOMENI DI SURRISCALDAMENTO DELLA SUPERFICIE TRASPARENTI E A FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO;
- LE SUPERFICI TRASPARENTI SONO DEI PUNTI DI DISCONTINUITÀ DELL'INVOLUCRO EDILIZIO, VANNO TENUTI CONTO DELLA MESSA IN OPERA PER EVITARE LA POSSIBILITÀ DI FORMAZIONE DI PONTI TERMICI LUNGO IL CONTOURNO E NEL VANO DI ALLOGGIAMENTO DEL CASSONETTO.

RAGIONI FISICHE EFFETTO SERRA

Irraggiamento solare ad alta frequenza



radiazione termica a bassa frequenza



Il vetro è un materiale semitrasparente: trasparente per le radiazioni che cadono nel campo del visibile (0,4 - 0,8 μm [micrometro]), opaco per radiazioni ricadenti nella lunghezza d'onda dell'infrarosso ($>4 \mu\text{m}$)

VETRI INNOVATIVI

Vetri basso emissivi

Vetri cromogenici

Vetri fotocromatici

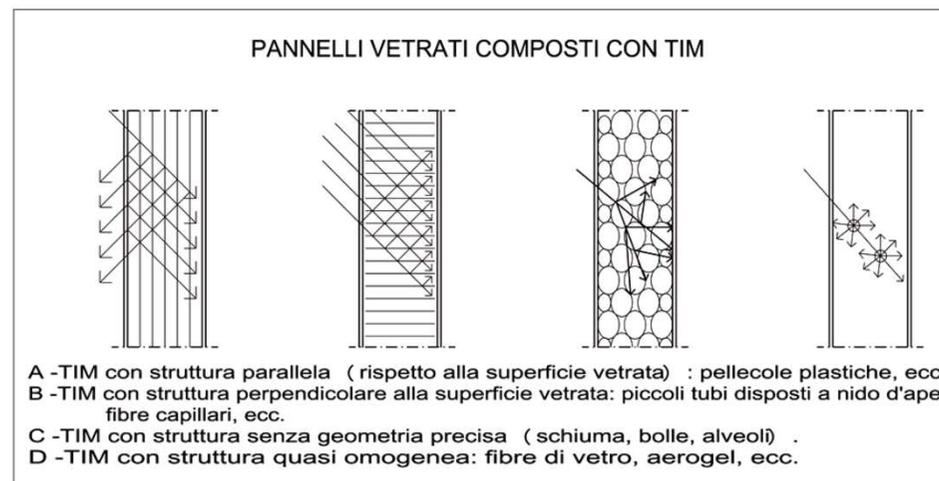
Vetri energetici

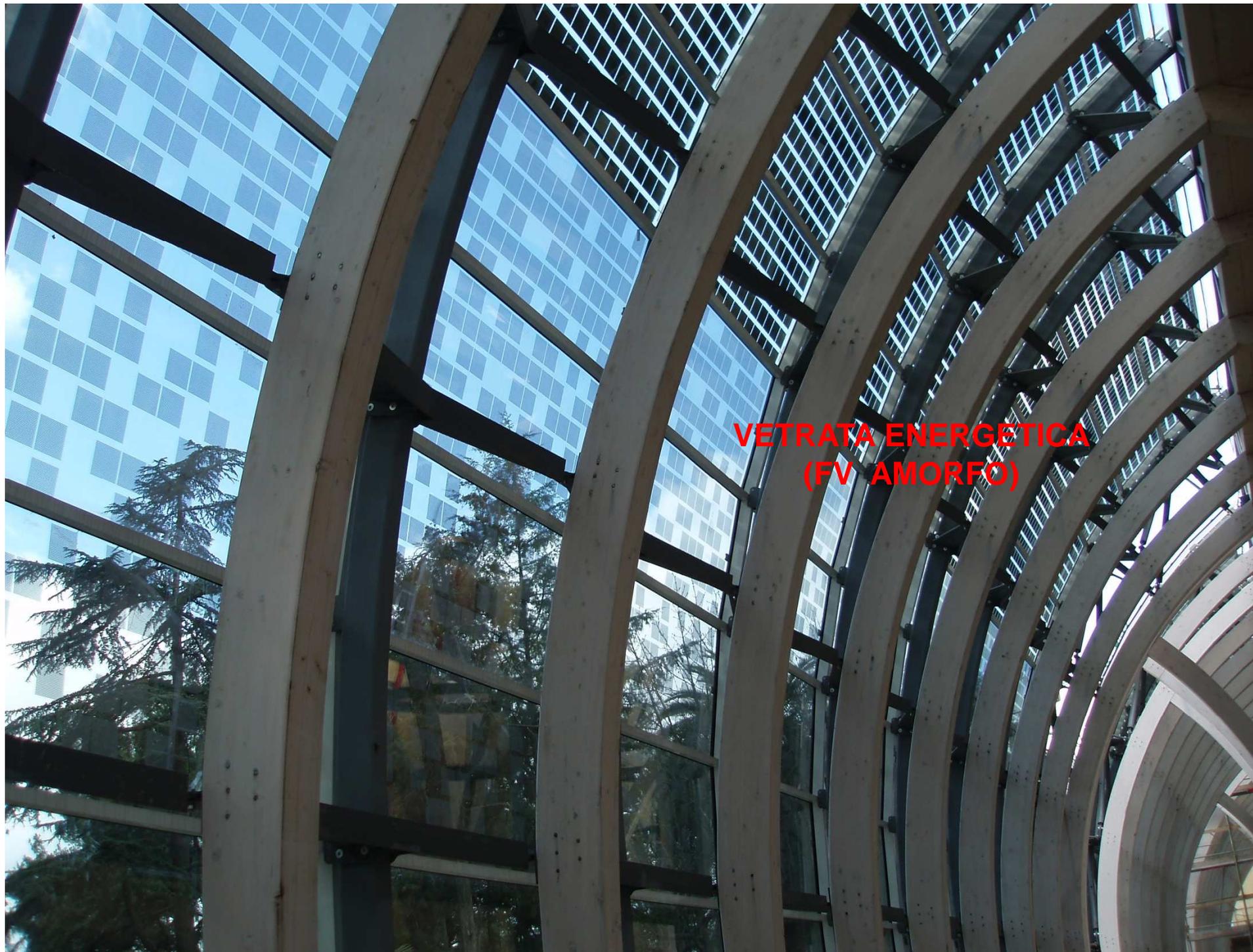
Vetri a selettività angolare

Vetri con lamelle integrate

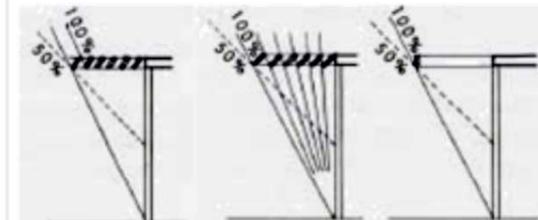
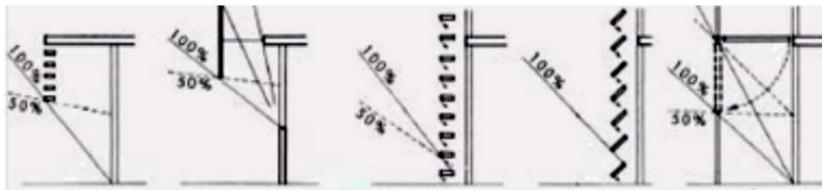
TIM: transparent insulation materials

.....

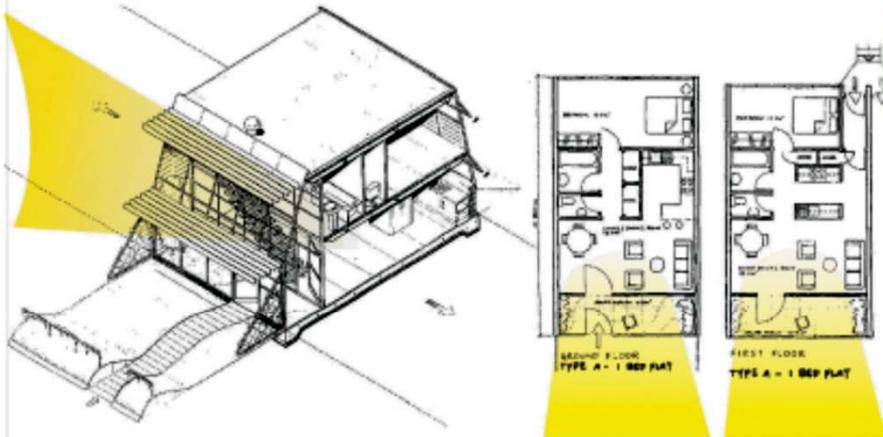
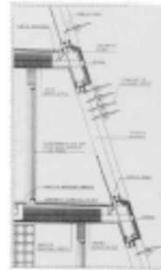




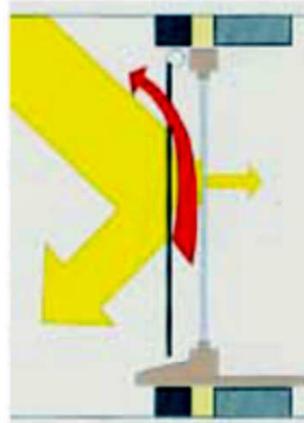
**VETRATA ENERGETICA
(FV AMORFO)**



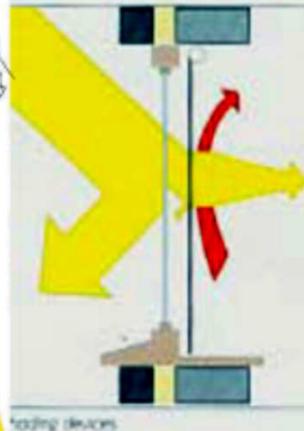
Schemi delle diverse tipologie di schermature e possibili configurazioni



Progetto con schermature in facciata con schemi dei benefici apportati



shading devices



shading devices



Scuola Wiva, Bagnolo in Piano, Studio Arteas



Uffici Avax, Arch. Tombazis & associates



Sezione di un infisso con all'interno integrati blinds schermanti e riflettenti

PUNTI DI FORZA

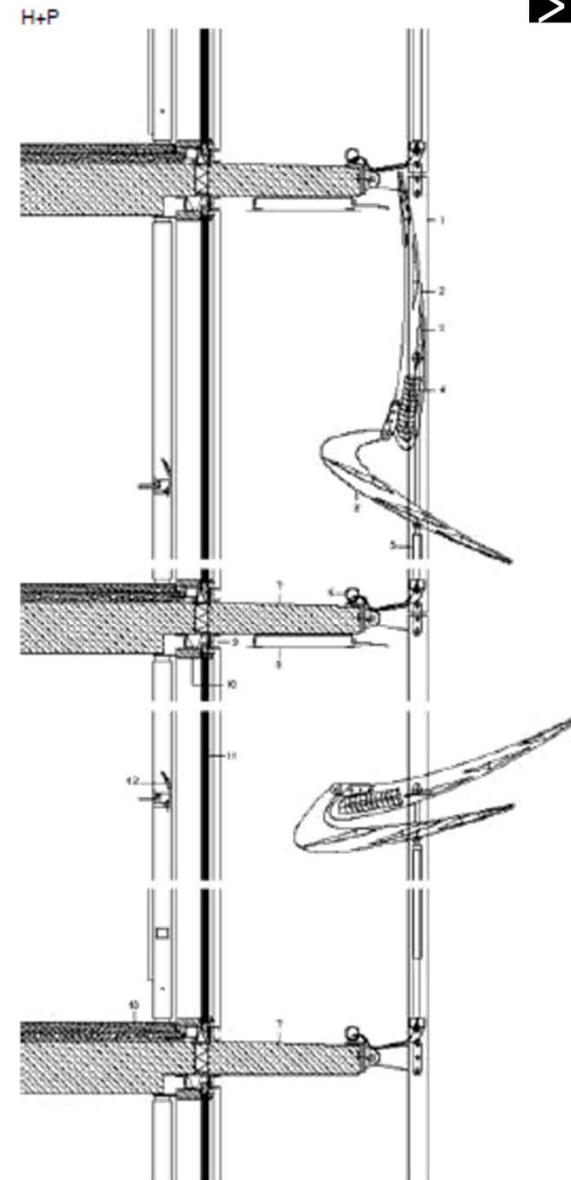
- RIDUZIONE DEL CARICO TERMICO DA SURRISCALDAMENTO;
- APPORTO SOLARE NEI MESI INVERNALI SE OPPORTUNAMENTE ORIENTATE;
- NELLE SCHERMATURE MOBILI SI TRAE GRANDE VANTAGGIO DALLE DIVERSE CONFIGURAZIONI (CHE POSSONO ASSUMERE LE LAMELLE).

PUNTI DI DEBOLEZZA

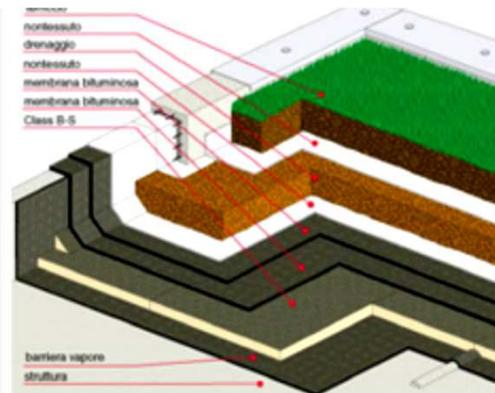
- LE SCHERMATURE HANNO BISOGNO DI UN'OPPORTUNA PROGETTAZIONE E POSIZIONAMENTO, ALTRIMENTI NON È POSSIBILE TRARRE NESSUN VANTAGGIO;
- DIFFICOLTÀ DI POSA IN OPERA IN CASO DI FACCIATE CON GEOMETRIA COMPLESSA.



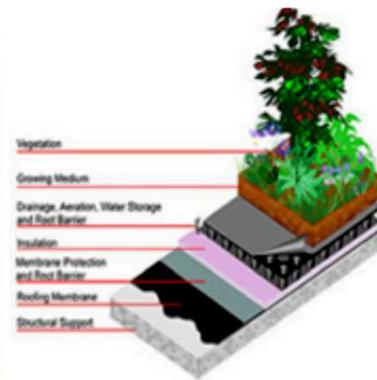
Daylight reflector with light - shelf - effect



Vertical section through south façade



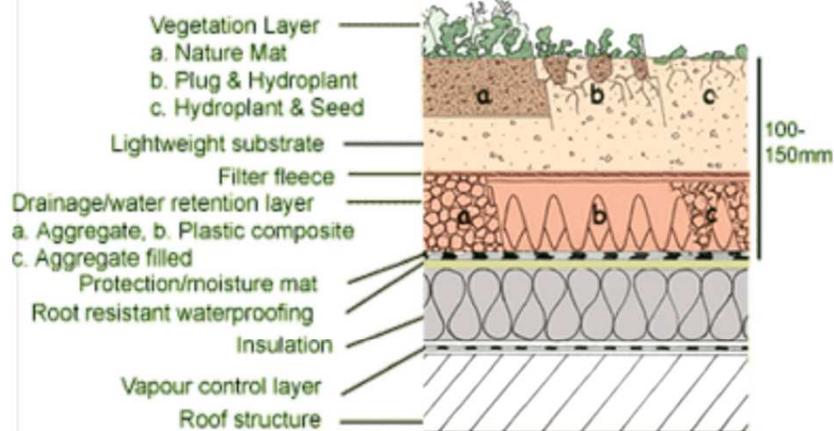
Sezione esemplificativa



Schema tipo di posa in opera



Bed Zed, Londra



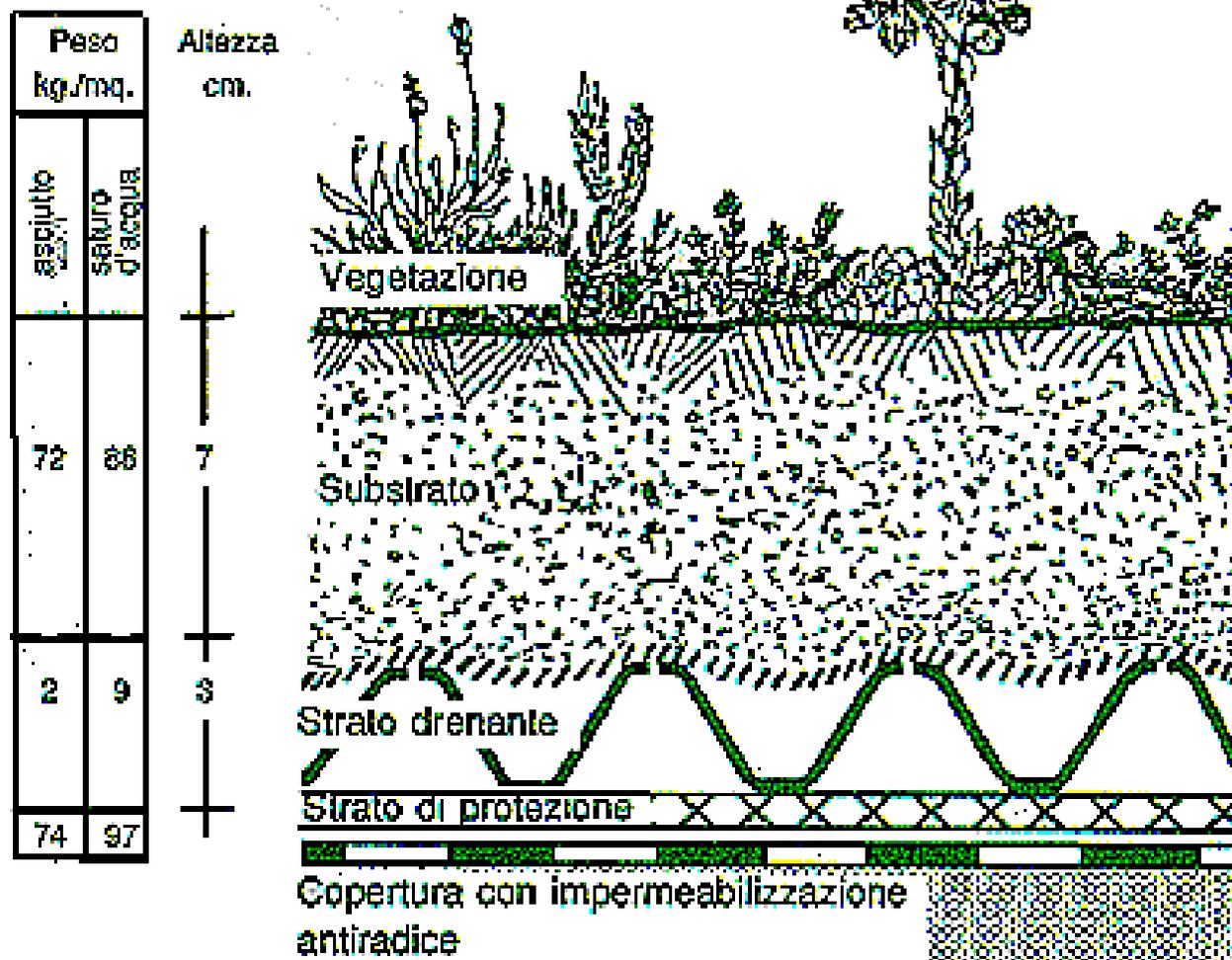
Sezione tipo e progetto con l'inserimento di copertura a verde

PUNTI DI FORZA

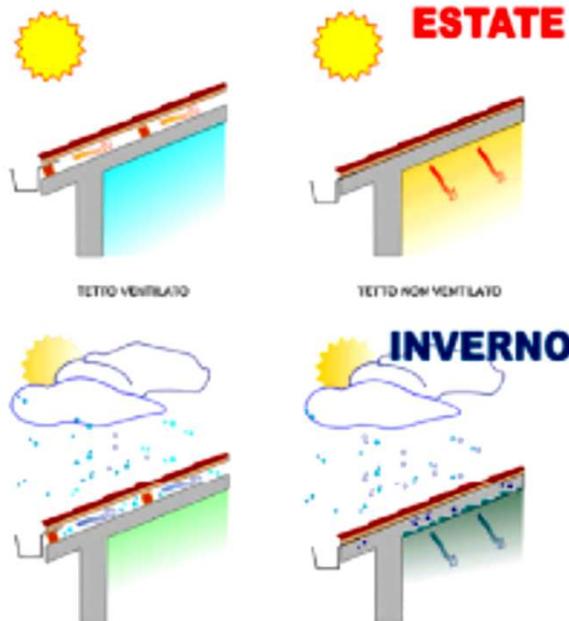
- RIDUZIONE DELLE ESCURSIONI TERMICHE CON RIDUZIONE DEGLI SHOCK TERMICI DEL MANTO IMPERMEABILE;
- PROTEZIONE DAL RUMORE ATTRAVERSO MINORE RIFLESSIONE ED INSONORIZZAZIONE DELLE SUPERFICI SOMMATALI;
- FILTRAGGIO DELLE POLVERI (10-20% IN MENO) E FISSAGGIO DI SOSTANZE NUTRITIVE DALL'ARIA E DALLE PIOGGE;
- RITENZIONE IDRICA (ANCHE DEL 70-90%) E CONSEGUENTE ALLEGGERIMENTO DEL CARICO SULLA RETE DI CANALIZZAZIONE DELL'ACQUE BIANCHE. POSSIBILE RECUPERO DELL'ACQUA PIOVANA PER USI IRRIGUI.

PUNTI DI DEBOLEZZA

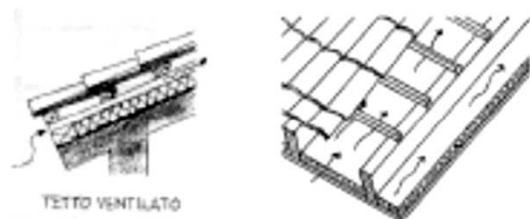
- E' NECESSARIO UN BUON PACCHETTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE PER DIFENDERE LA STRUTTURA E GLI AMBIENTI INTERNI DA QUALSIASI INFILTRAZIONE D'ACQUA;
- VERIFICA DEI CARICHI E LE IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE SOLETTE;
- USO DI SUBSTRATI IDONEI ALLA CRESCITA DELLE PIANTE E CONSEGUENTE MANUTENZIONE NECESSARIA.



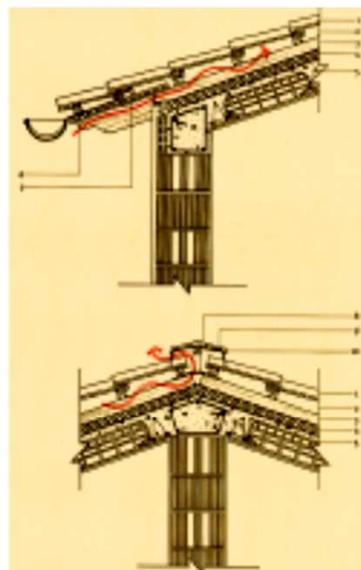




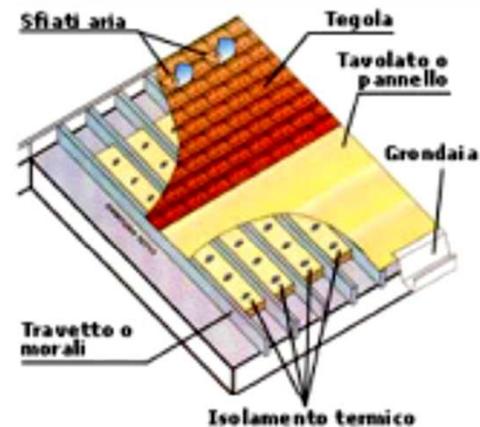
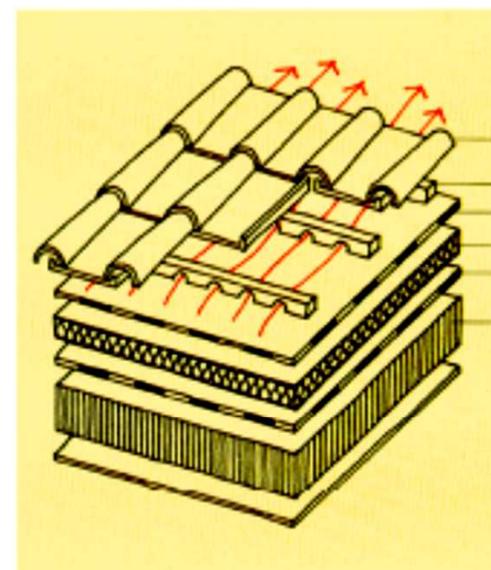
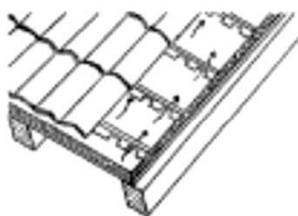
Schema esemplificativo del funzionamento in estate ed inverno



Sezione esemplificativa



Schema tipo di posa in opera di soluzioni di tetto ventilato

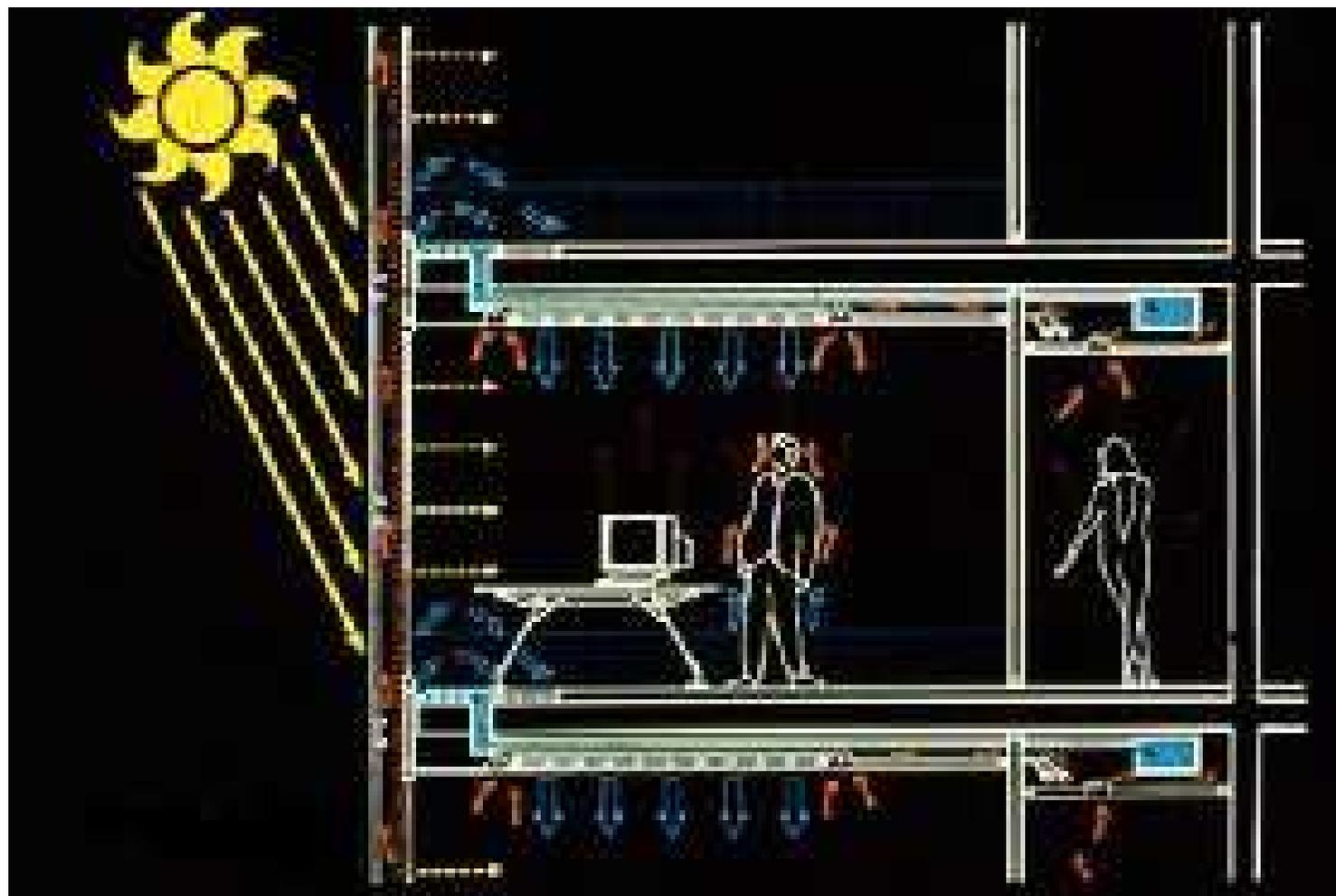


PUNTI DI FORZA

- RAPIDO SMALTIMENTO DEL CALORE;
- ELIMINAZIONE DEI FENOMENI DI CONDENZA (MUFFE, UMIDITÀ, BOCCIOLAMENTI)
- PROTEZIONE DELLE FACCIATE DAGLI AGENTI ATMOSFERICI;
- SALVAGUARDIA DELLE STRUTTURE IN LEGNO DEL TETTO.

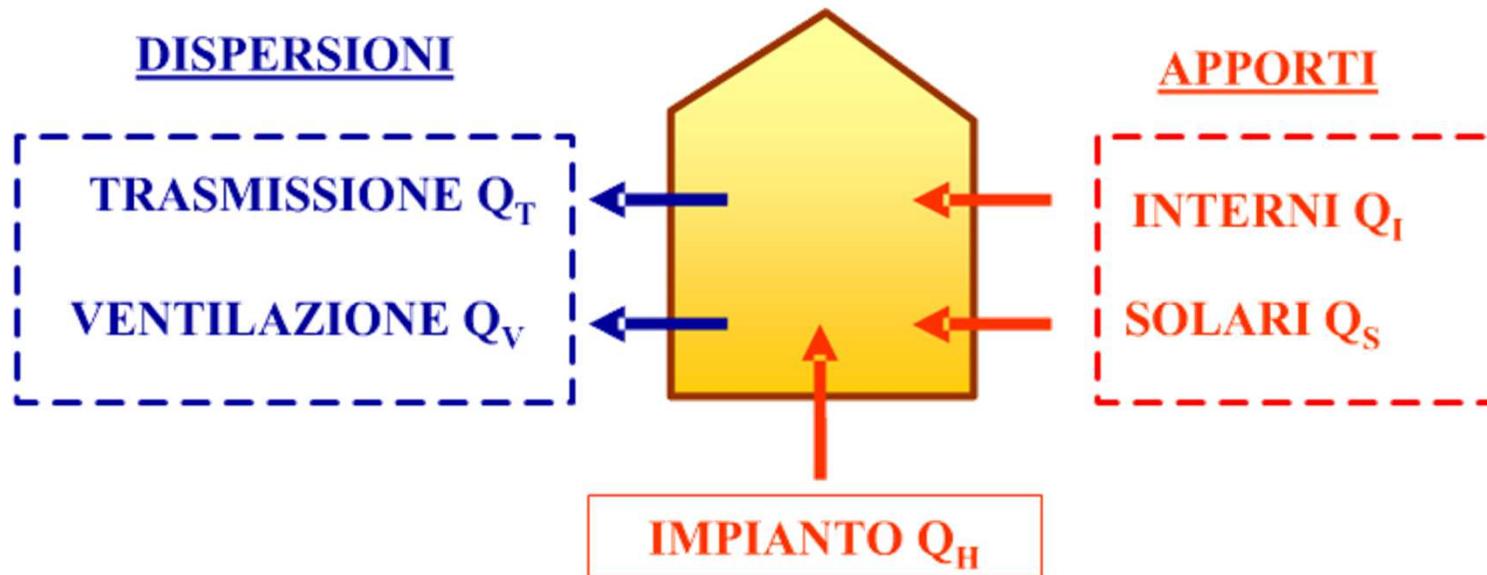
PUNTI DI DEBOLEZZA

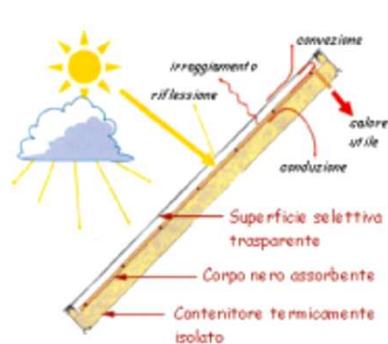
- SISTEMA È ADATTO AL RECUPERO DELLE SOLE COPERTURE A FALDA;
- IL TETTO VENTILATO NECESSITA DI PRODOTTI PER IL TRATTAMENTO DEL VAPORE AL FINE DEL MIGLIOR FUNZIONAMENTO.



SOLUZIONI DI IMPIANTO

$$h(Q_s + Q_i) - Q_t - Q_v = Q_H$$





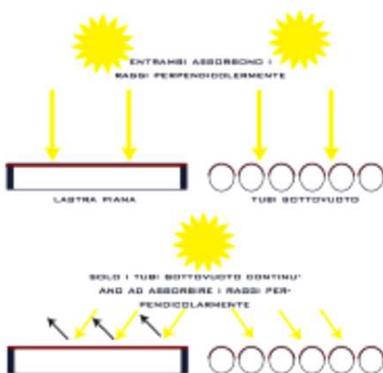
Schema del funzionamento di un collettore solare termico



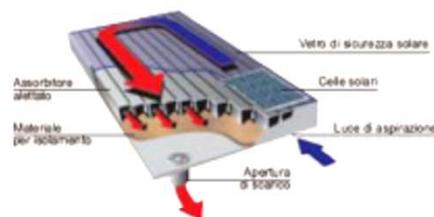
Schema di funzionamento di un impianto solare a circolazione forzata



Esempio di un'applicazione in copertura



Schema esemplificativo del confronto tra i collettori solari piano e collettori sottovuoto



Spaccato di un pannello ibrido (termofotovoltaico)



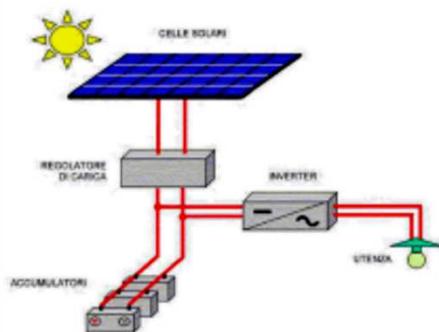
Casa del Sole, Reggio Emilia

PUNTI DI FORZA

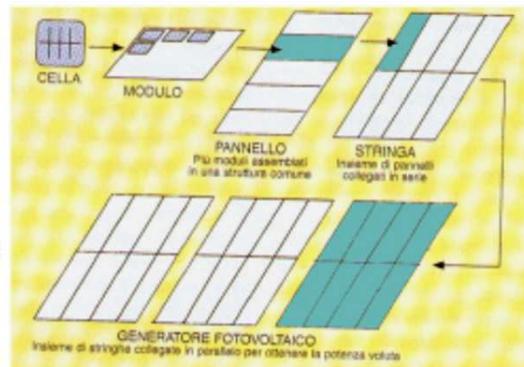
- TECNOLOGIA CONSOLIDATA CHE HA CONSENTITO LO SVILUPPO DI PANNELLI CHE HANNO UN BUON FUNZIONAMENTO ANCHE IN GIORNATE CON SCARSO SOLEGGIAMENTO E CON TEMPERATURE MINIME DELL'AMBIENTE ESTERNO;
- INCENTIVAZIONE DELL'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO ATTRAVERSO GLI SGRAVI FISCALI DEL 55% PER IMPIANTI CHE COPRONO IL 50% DEL FABBISOGNO COME DA FINANZIARIA 2008, SENZA L'OBBLIGO DELL'ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE ENERGETICA, CHE È STATO COMPILATO DAGLI INCENTIVI DELLA FINANZIARIA 2007;

PUNTI DI DEBOLEZZA

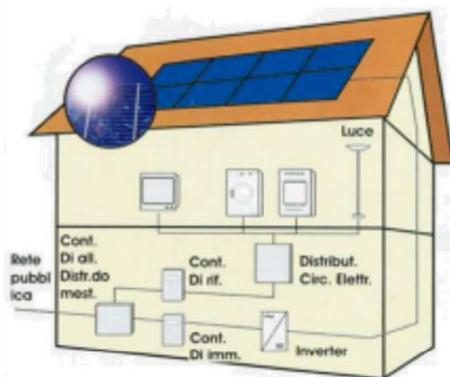
- POSSIBILITÀ DI RIDUZIONE DELLA RESA DEI PANNELLI DOVUTO AL SURRISCALDAMENTO NEL PERIODO ESTIVO DEGLI STESSI;
- DIFFICOLTÀ DI INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA CON GLI IMPIANTI A CIRCOLAZIONE NATURALE, A CAUSA DELLA PRESENZA DEL BOILER IN COPERTURA.



Schema della posa in opera dei pannelli fotovoltaici



Totem fotovoltaico, Environmental Park, Torino



Schema esemplificativo del funzionamento di un impianto fotovoltaico



Serra fotovoltaica, Ospedale Meyer, Firenze



Integrazione di un impianto su una copertura residenziale

PUNTI DI FORZA

- CON L'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SI POSSONO ABBATTERE I CONSUMI ELETTRICI CHE RAPPRESENTANO UN INGENTE ONERE ALL'INTERNO DEI CONSUMI ENERGETICI;
- INCENTIVAZIONE DELL'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO ATTRAVERSO IL NUOVO "CONTO ENERGIA" CON L'AUSILIO DI TARIFFE INCENTIVANTI;
- POSSIBILITÀ DI AUTOPRODUZIONE E AUTOCONSUMO CON CONSEGUENTE AUTONOMIA DAL DISTRIBUTORE DELLA RETE.

PUNTI DI DEBOLEZZA

- IL COSTO DI QUESTO TIPO DI IMPIANTO È ANCORA TROPPO ELEVATO E I TEMPI DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO ANCORA MOLTO LUNGH;
- ELEVATA MANUTENZIONE DEI MODULI, CHE SE NON È CORRETTAMENTE ESEGUITA RIDUCE LA PRODUZIONE DI ENERGIA.

SOLUZIONI DI DAYLIGHTING

Il corretto uso dell'illuminazione naturale può migliorare il comfort visivo interno con un notevole risparmio energetico.

Il controllo della luce naturale non comporta un aumento della superficie vetrata, ma un'attenta progettazione delle aperture per una sapiente distribuzione qualitativa e quantitativa della luce.

Parametri fondamentali:

- 1. Quantità di luce necessaria alle attività dell'utenza**
- 2. Il comfort visivo**
- 3. Le condizioni psicologiche dell'utenza**

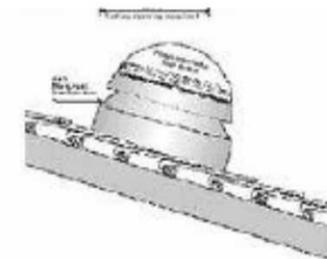
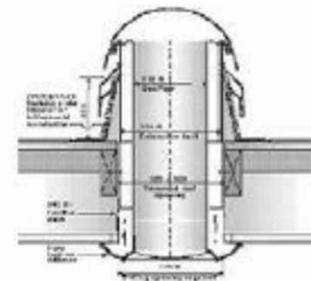
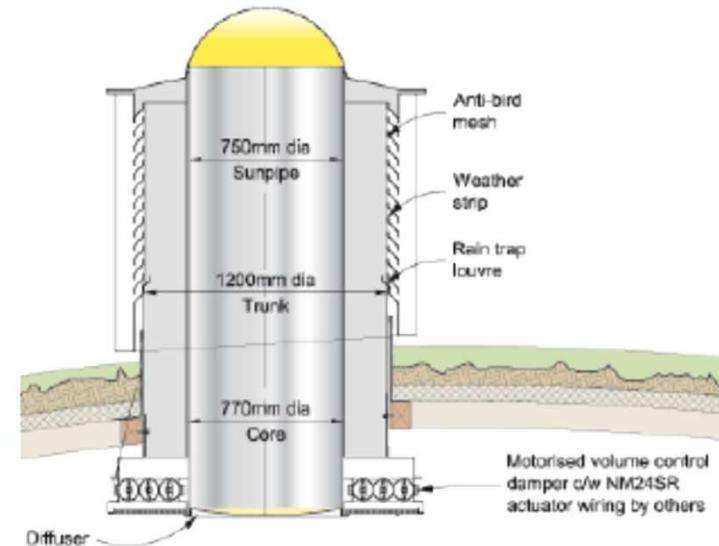
SOLAR TUBE

Si tratta una sorta di canna di luce che utilizza per la captazione, un riflettore curvo rivolto a sud, e trasporta la luce lungo un tubo riflettente. Ve ne sono in commercio di tre dimensioni, diametro 25-35-40 cm.

Il tubo riflettente può anche avere dei gomiti.

I vantaggi principali di tale sistema sono:

- dimensioni e costi contenuti;
- possibilità di impiegarlo in edifici già realizzati e nell'edilizia residenziale.



CERTIFICAZIONE ENERGETICA

D.Lgs. 192/05 e D.Lgs. 311/06	Efficienza energetica edifici e certificazione
D.Lgs. 115/2008	Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE
DPR 59/09	Attuazione del D. Lgs. 192/2005 (modifiche Allegato I)
DM 26/06/2009	Linee Guida Nazionale per la certificazione energetica

Grazie per l'attenzione

Ing. Alessandra Gugliandolo

Alessandra.gugliandolo@enea.it

Tel. 0516098602