



# TESI DI LAUREA MAGISTRALE

**POLITECNICO DI MILANO**

Facoltà di Architettura e Società  
Corso di studio in Architettura,  
Progettazione Tecnologica e Ambientale  
A.A. 2013/2014

# SOLUZIONI BIOCLIMATICHE PER LA RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA

ANALISI DI TECNICHE SOSTENIBILI APPLICABILI ALL'EDILIZIA RESIDENZIALE ESISTENTE IN LOMBARDIA

**Relatore:** Gianluca Brunetti

**Studente:** Bollati Stefano, matricola 781070





*This book is dedicated  
to a more sustainable  
and just world*



# ABSTRACT

Il libro “soluzioni bioclimatiche per la riqualificazione edilizia” ha l'obiettivo di ridurre gli effetti del sistema edilizio sull'ambiente, responsabile in Europa del 30% del consumo globale d'energia primaria e del 40% della generazione dei gas responsabili dell'effetto serra.

Il volume si propone come un vero e proprio manuale di architettura. Utile per quanti devono concepire e realizzare analisi di tecniche sostenibili da applicare all'edilizia residenziale esistente in Lombardia.

Tenta di dare regole e schemi nella progettazione dell'architettura bioclimatica che risulta particolarmente complessa soprattutto per i rapporti che legano fra loro le variabili stesse, per la qualità e quantità dei problemi da risolvere, per le possibilità che si offrono al progettista per risolvere i problemi.

Il sottotitolo di questo libro è analisi di tecniche sostenibili da applicare all'edilizia residenziale esistente in Lombardia in quanto questo volume riassume i sistemi bioclimatici più noti applicabili alle riqualificazioni edilizie senza stravolgere l'assetto dell'edificio e senza modificarne l'intorno.

Le tecniche elencate vengono analizzate puramente secondo aspetti principalmente energetici non di benessere nella sua più ampia sfera di significati.



# INDICE

<b>CAPITOLO 1: LA RIQUALIFICAZIONE BIOCLIMATICA</b>	<b>..... pg 01</b>
- 1.1 Nuovi obiettivi in Lombardia, in Italia e in Europa: Edifici ad Energia quasi Zero	..... pg 01
- 1.2 La riqualificazione edilizia	..... pg 03
- 1.3 L'architettura bioclimatica	..... pg 05
- 1.4 I campi di intervento presi in esame	..... pg 07
<b>CAPITOLO 2: ENERGIA DAL SOLE</b>	<b>..... pg 11</b>
<b>INTERVENTI SEMPLICI:</b>	<b>INTERVENTI SEMPLICI:</b>
<b>LE APERTURE:</b>	<b>LE APERTURE:</b>
- 2.1 Collettore ad aria	..... pg 13
<b>LA TRASPARENZA:</b>	<b>LA TRASPARENZA:</b>
- 2.2 L'inclinazione dei vetri	..... pg 14
- 2.3 Gli schermi riflettenti verticali	..... pg 15
- 2.4 Gli schermi riflettenti orizzontali	..... pg 16
- 2.5 Le pellicole basso-emissive	..... pg 17
<b>L'ISOLAMENTO:</b>	<b>L'ISOLAMENTO:</b>
- 2.6 Il cappotto esterno	..... pg 18
- 2.7 Finestre ad alte prestazioni termiche	..... pg 19
<b>LA SUPERFICIE DELL'INVOLUCRO:</b>	<b>LA SUPERFICIE DELL'INVOLUCRO:</b>
- 2.8 Il colore scuro dell'edificio	..... pg 20
- 2.9 La texture dell'edificio	..... pg 21
<b>LA MASSA NELL'EDIFICIO:</b>	<b>LA MASSA DELL'EDIFICIO:</b>
- 2.10 Sostituzione degli strati di pavimentazione	..... pg 22
<b>L'ISOLAMENTO INTERNO:</b>	<b>L'ISOLAMENTO INTERNO:</b>
- 2.11 Il cappotto interno	..... pg 23
<b>LA DISTRIBUZIONE INTERNA:</b>	<b>LA DISTRIBUZIONE INTERNA:</b>
- 2.12 La posizione dei vani	..... pg 24
<b>I COLORI NELL'INTERNO:</b>	<b>I COLORI NELL'INTERNO:</b>
- 2.13 Il colore del materiale massivo interno	..... pg 25
- 2.14 Il colore del materiale non massivo	..... pg 26
<b>GLI IMPIANTI BIOCLIMATICI:</b>	<b>GLI IMPIANTI:</b>
- 2.15 Collettori solari esterni per l'aria interna	..... pg 27
<b>INTERVENTI MULTIPLI:</b>	<b>INTERVENTI MULTIPLI:</b>
- 2.16 La doppia finestratura	..... pg 28
- 2.17 Il muro di Trombe	..... pg 29
- 2.18 La serra sul balcone	..... pg 30
- 2.19 Creare massa interna sul soffitto	..... pg 31
- 2.20 Sistema Barra-Costantini	..... pg 32

- 2.21 Le pareti ventilate ..... pg 33

### CAPITOLO 3: OMBRA IN ESTATE ..... pg 35

#### LA TRASPARENZA:

- 3.1 L'aggetto orizzontale ..... pg 38  
- 3.2 L'aggetto verticale ..... pg 40  
- 3.3 Ali telescopiche ..... pg 42  
- 3.4 Gli schermi a maglia o a rete ..... pg 44  
- 3.5 I frangisole allineati orizzontalmente ..... pg 46  
- 3.6 I frangisole appesi ad un oggetto orizzontale ..... pg 48  
- 3.7 Gli oscuranti frontali ..... pg 50  
- 3.8 L'aggetto verticale inclinato ..... pg 52  
- 3.9 L'oscurante a griglia ..... pg 54  
- 3.10 L'oscurante a griglia avente gli oggetti verticali inclinati ..... pg 56  
- 3.11 Pellicole riflettenti a controllo solare ..... pg 58  
- 3.12 Il vetro oscurato ..... pg 59

#### LA MUTABILITA':

- 3.13 Le tende da sole mobili ..... pg 60  
- 3.14 I frangisole verticali orientabili ..... pg 62  
- 3.15 I frangisole orientabili allineati orizzontalmente ..... pg 64  
- 3.16 I frangisole orientabili allineati verticalmente ..... pg 66  
- 3.17 L'oscurante a griglia avente le parti orizzontali orientabili ..... pg 68  
- 3.18 I rampicanti ..... pg 70  
- 3.19 Le persiane avvolgibili ..... pg 72  
- 3.20 Le veneziane orientabili ..... pg 74  
- 3.21 Le persiane a battente esterne ..... pg 76

#### LA TRASPARENZA NEL LATO INTERNO:

- 3.12 Le tende interne ..... pg 78  
- 3.13 Le veneziane interne ..... pg 80  
- 3.14 L'aggetto orizzontale interno ..... pg 82

### CAPITOLO 4: RAFFRESCARE PASSIVAMENTE ..... pg 85

#### INTERVENTI SEMPLICI:

##### LE APERTURE:

- 4.1 L'aggetto verticale

##### L'ISOLAMENTO:

- 4.2 Il cappotto esterno  
- 4.3 Finestre ad alte prestazioni termiche  
- 4.4 Le barriere radianti

##### LA SUPERFICIE DELL'INVOLUCRO:

- 4.5 Il colore scuro dell'edificio

#### LA TRASPARENZA:

..... pg 38  
..... pg 40  
..... pg 42  
..... pg 44  
..... pg 46  
..... pg 48  
..... pg 50  
..... pg 52  
..... pg 54  
..... pg 56  
..... pg 58  
..... pg 59

#### LA MUTABILITA':

..... pg 60  
..... pg 62  
..... pg 64  
..... pg 66  
..... pg 68  
..... pg 70  
..... pg 72  
..... pg 74  
..... pg 76

#### LA TRASPARENZA NEL LATO INTERNO:

..... pg 78  
..... pg 80  
..... pg 82

#### INTERVENTI SEMPLICI

##### LE APERTURE:

..... pg 87

##### L'ISOLAMENTO:

..... pg 88

..... pg 89

..... pg 90

##### I COLORI DELL'INVOLUCRO:

..... pg 91

- 4.6 La texture dell'edificio	..... pg 92
LA MASSA NELL'EDIFICIO:	LA MASSA INTERNA:
- 4.7 Sostituzione degli strati di pavimentazione	..... pg 93
L'ISOLAMENTO INTERNO:	L'ISOLAMENTO INTERNO:
- 4.8 Il cappotto interno	..... pg 94
LA DISTRIBUZIONE INTERNA:	LA DISTRIBUZIONE INTERNA:
- 4.9 La posizione dei vani	..... pg 95
GLI IMPIANTI BIOCLIMATICI E IBRIDI:	GLI IMPIANTI:
- 4.10 I ventilatori	..... pg 96
- 4.11 Raffrescamento evaporativo meccanico	..... pg 97
- 4.12 Umidificare l'aria in ingresso	..... pg 98
- 4.13 Essicatori per deumidificare	..... pg 99
INTERVENTI MULTIPLI:	INTERVENTI MULTIPLI:
- 4.14 Creare massa interna sul soffitto	..... pg 100
- 4.15 Sistema Barra-Costantini	..... pg 101
- 4.16 Le pareti ventilate	..... pg 102
<b>CAPITOLO 5: NUOVE IDEE</b>	<b>..... pg 105</b>
- 5.1 Sfruttare l'arredo interno	..... pg 107
- 5.2 Aggetto orizzontale riflettente	..... pg 113
- 5.3 Aggetto verticale riflettente	..... pg 118
- 5.4 Riscaldare l'aria in ingresso	..... pg 119
- 5.5 Fornire calore ai lati nord	..... pg 121
- 5.3 Spostare calore utilizzando la massa	..... pg 123
- 5.3 Spostare calore utilizzando l'aria	..... pg 123
<b>CAPITOLO 6: CONCLUSIONI</b>	<b>..... pg 127</b>
- 6.1 Conclusioni	..... pg 127
- 6.2 Ringraziamenti	..... pg 128
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>..... pg 131</b>
<b>FONTI DELLE ILLUSTRAZIONI</b>	<b>..... pg 133</b>









# 1 CAPITOLO: LA RIQUALIFICAZIONE BIOCLIMATICA

## 1.1 NUOVI OBIETTIVI IN LOMBARDIA, IN ITALIA E IN EUROPA: EDIFICI AD ENERGIA QUASI ZERO

L'obiettivo primario della Direttiva 2010/31/UE e quindi del DL.63/2013 è la trasformazione dell'intero comparto edilizio in "Edificio ad Energia Quasi Zero" (Near Zero Energy Building - NZEB), imponendo a tutti gli stati membri di fissare i requisiti minimi di prestazione energetica per gli edifici esistenti e nuovi, garantire la certificazione energetica e disciplinare i controlli sugli impianti.

L'Italia ha già fissato, con la Direttiva 2010/31/UE, la metodologia di calcolo nazionale per la definizione univoca della prestazione energetica degli edifici, che dovrà tenere conto delle caratteristiche dell'involucro, degli impianti di climatizzazione e della produzione di acqua calda sanitaria.

Per arrivare ad una definizione condivisa di Edifici ad Energia Quasi Zero, l'art.5 del nuovo DL. 63/2013 stabilisce che entro la fine del 2014 dovrà essere redatto il Piano d'azione nazionale, indispensabile per chiarire la definizione di NZEB, fissare gli obiettivi intermedi di miglioramento della prestazione energetica degli edifici di nuova costruzione entro il 2015, definire le politiche e le misure finanziarie necessarie alla trasformazione del patrimonio edile in edifici ad energia quasi zero.

La direttiva europea e con essa il DL. 63/2013 fissano come data ultima il 31 dicembre 2018, entro la quale tutte le strutture occupate o di proprietà di pubbliche amministrazioni, comprese le scuole, dovranno essere ad "Energia Quasi Zero" ovvero rispondenti a precisi canoni costruttivi all'avanguardia.

Infine entro il 1 gennaio 2021 tale obbligo si estenderà anche al settore privato.

In Lombardia, regione che è sempre stata all'avanguardia nei recepimenti degli obiettivi europei, si è parlato per la prima volta di "Edifici ad Energia quasi Zero" nel gennaio 2012 all'inaugurazione di VeluxLab, il primo edificio italiano a energia quasi zero inserito in un'università. A tale evento l'allora assessore regionale all'Ambiente, Energia e Reti rese nota l'intenzione di portare, da lì a 3 anni, leggi restrittive che portassero in Lombardia tutti gli edifici di nuova costruzione privati o pubblici ad essere a energia quasi zero (vale a dire altissima prestazione energetica con fabbisogno molto basso o quasi nullo e coperto in misura significativa da rinnovabili).

"Proprio pochi giorni fa – ha spiegato l'assessore – il presidente della regione, presentando il progetto di legge sullo sviluppo, ha ricordato che la Lombardia intende anticipare di cinque anni gli standard edilizi che l'Unione europea prevede di rendere obbligatori dal 2020. La Lombardia dunque nell'anno dell'Expo, sarà la terra degli edifici a energia quasi zero (e ad emissioni da riscaldamento bassissime)".

L'assessore ha quindi sottolineato l'importanza di non cadere nel tranello che porta a credere che minori consumi corrispondono a minor sviluppo. "Non è così – ha detto – bisogna solo rendere più efficienti i materiali e gli strumenti" (fonte: Lombardia notizie)

In Lombardia il DL. 63/2013 è stato recepito con il Decreto legge n. 63 del 4 giugno 2013 che introduce il concetto e la definizione di "edificio a energia quasi zero".

Oltre a tale concetto il Decreto Legge definisce anche il concetto di "edificio di riferimento o target per un edificio sottoposto a verifica progettuale, diagnosi, o altra valutazione energetica". Quest'ultima è particolarmente importante perché su di essa si basa il nuovo sistema di verifica di conformità degli interventi edilizi: non più valori fissi riscontrabili su una scala predefinita, ma valori di volta in volta definiti sulla base delle caratteristiche tipo-morfologiche e tecnologiche dell'edificio che si sta progettando.

Molto simile al DL nazionale il Decreto legge regionale identifica anch'esso nella data del 31 dicembre 2014 il limite per adottare il piano d'azione destinato ad aumentare il numero di edifici a energia quasi zero, indica l'applicazione di tale definizione alle diverse tipologie di edifici e identifica anche gli indicatori numerici del consumo di energia primaria, espresso in kWh/m<sup>2</sup> anno, e i casi di non applicabilità; definisce le politiche e le misure finanziarie o di altro tipo previste adottate per promuovere gli edifici a energia quasi zero; pone gli obiettivi intermedi di miglioramento della prestazione energetica degli edifici di nuova costruzione entro il 2015.

Saranno previsti nuovi schemi per la compilazione della relazione tecnica di progetto, diversificati in funzione delle diverse tipologie di lavori: nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti, interventi di riqualificazione energetica.

Un punto che ritengo importante nel nuovo Decreto legge regionale cita che in caso di nuova costruzione, il progettista deve evidenziare i risultati della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'**utilizzo di sistemi alternativi ad alta efficienza** tra i quali, a titolo puramente esemplificativo, sistemi di fornitura di energia rinnovabile, cogenerazione, teleriscaldamento e teleraffrescamento, pompe di calore e **sistemi di misurazione intelligenti**.

Per riuscire ad ottenere tali risultati non basta più affidarsi agli impianti, è noto a tutti ormai che l'orientamento dell'edificio, l'orientamento delle facciate, la corretta posizione delle superfici vetrate e un buon isolamento delle superfici dell'involucro sono determinanti se si vuole raggiungere determinati obiettivi. Insieme a tali tecniche di architettura bioclimatica se ne trovano moltissime altre che sono però ancora poco conosciute e poco utilizzate e che dovranno essere riscoperte se si vorrà ottenere standard qualitativi così alti.

## 1.2 LA RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA

Le principali sfide del passato dopoguerra erano, e in parte lo sono ancora oggi, l'urgenza abitativa, il miglioramento della qualità media della vita, la necessità di adeguamento del patrimonio a standard abitativi e tecnologici più elevati e, infine, l'adeguamento alle nuove e impreviste situazioni sociali.

Tuttoggi l'edilizia italiana ha come obiettivo la valorizzazione del patrimonio abitativo prodotto dal dopoguerra fino almeno agli anni '80 che si trova ancora in una situazione di necessità di riqualificazione sociale, energetica, tecnologica e infrastrutturale.

Dal Comunicato Stampa Istat riferito all'anno 2008 e diffuso il 26 febbraio 2010 col nome "L'abitazione delle famiglie residenti in Italia" risulta che oltre il 75% delle famiglie risiede in immobili costruiti prima del 1990, mentre circa il 17% in quelli precedenti al 1950: da questi dati emerge quindi che la necessità di adeguamento degli edifici è un problema che riguarda la maggior parte delle famiglie italiane.

L'indagine, nello specifico, rileva che le abitazioni costruite dal 1990 al 2008 sono maggiormente frequenti nei comuni delle periferie metropolitane (18,5%) e nei comuni al di sotto dei 50.000 abitanti (18,3%), evidenziando come la pressione demografica abbia trovato risposta nelle aree urbanisticamente meno sature del territorio e come i centri delle aree metropolitane e i comuni di maggiori dimensioni non abbiano conosciuto un significativo rinnovamento del proprio patrimonio immobiliare.

Un dato molto importante è il livello di degrado degli immobili e le più frequenti patologie edilizie riscontrate, che comprendono anche gravi carenze, come la presenza di strutture danneggiate (tetti, soffitti, finestre o pavimenti, pari al 10,3%), la presenza di umidità nei muri, nei pavimenti, nei soffitti o nelle fondamenta (16,5%) o la scarsa luminosità (8,8%).

Dati attualmente noti sono la bassa qualità e l'alto livello dei consumi energetici degli edifici, in particolare di quelli costruiti dopo il 1945, che incidono in modo rilevante sul bilancio delle famiglie. Nel 2008 le spese per l'abitazione (condominio, riscaldamento, gas, acqua, altri servizi, manutenzione ordinaria, elettricità, telefono, affitto, interessi passivi sul mutuo) costituivano una delle voci principali del bilancio familiare. Una famiglia spendeva in media 347,00 euro mensili, a fronte di un reddito netto di 2.465,00 euro mensili nell'anno solare precedente. Ne risulta che l'incidenza delle spese per l'abitazione sul reddito era pari al 9% per le famiglie più ricche e al 30,5% per quelle più povere.

Se poi guardiamo il problema dal punto di vista della riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, secondo gli impegni sottoscritti anche dal nostro Paese, vediamo che gli edifici esistenti saranno responsabili, nei prossimi anni, di circa il 98% delle emissioni attribuite al comparto edilizio, che nel nostro paese si attesta ancora nel 40% del totale. Inoltre le nuove edificazioni, peraltro limitate nel numero dalla situazione di stagnazione del settore, sono oggi sottoposte a normative di contenimento energetico molto più efficaci e cogenti, per cui saranno responsabili in futuro di minori emissioni di CO<sub>2</sub>: dunque **il reale problema per ridurre efficacemente le emissioni e contenere i consumi è ancora una volta quello di intervenire sugli edifici esistenti.**

Paesi come il nostro conoscono, oggi, un periodo di crisi e di stasi del mercato delle nuove costruzioni che spinge alla ricerca di soluzioni mirate alla trasformazione, alla rivitalizzazione, al riutilizzo o comunque al riadeguamento tecnologico delle risorse del passato.

Le aree periferiche delle città hanno raggiunto una densità edilizia molto elevata ma è impensabile che gli insediamenti edilizi, anche mostrando oggi tutta la loro inadeguatezza impiantistica, funzionale, formale e sociale, siano oggetto, se non in casi estremi, di vaste opere di demolizione e sostituzione. Tali tecniche comporterebbero costi troppo elevati ed enormi problemi per i residenti, del resto l'esistente, essendo realizzato con materiali non infinitamente reperibili, costituisce una risorsa che è, di per se stessa, da amministrare con cura, salvare e recuperare quando possibile.

Il cambiamento della società, in rapporto ai modi di abitare, sono influenzati anche da generiche preoccupazioni che non sono solo legate a problemi economici e di status sociale, ma sono sempre più riferite alla qualità della vita, intesa anche come qualità dell'ambiente, del clima, della natura.

La sensibilità ambientale, originatasi e sviluppatasi nel nordeuropa, sta crescendo e si estende rapidamente. Da essa deriva direttamente il concetto di "sostenibilità" delle attività dell'uomo sul pianeta. Questo concetto è legato alla tutela e al rispetto dell'ambiente, e, in questi ultimi anni, ha interessato accordi e trattati internazionali, leggi e decreti della comunità europea fino ad entrare nelle leggi statali e regionali. Ma non solo la politica, ha cominciato anche ad interessare maggiormente l'opinione pubblica ed i tecnici impegnati nel campo dell'edilizia: grande è infatti l'impatto ambientale legato, oltre che all'aggressione diretta di edifici mal costruiti sul territorio, all'emissione da parte dei loro impianti di sostanze dannose per l'ambiente e gli esseri viventi.

La sostanza dei numerosi provvedimenti normativi, approntati per il riadeguamento edilizio, è stata fin ad ora fondata in un certo qual modo sulla logica impiantistica, che vede praticamente solo nel controllo degli impianti termici e nel raggiungimento di opportuni livelli di coibentazione i mezzi principali per far fronte ai problemi di spreco delle risorse energetiche dell'edilizia.

L'aggettivo "bioclimatico" serve a connotare un aggettivo sostenibile congruo all'andamento politico e sociale attuale ed offre un'ottima risposta ai problemi del recupero edilizio, anche perchè costituisce un quadro molto eterogeneo. Vi convergono infatti interessi legati alla tutela dell'ambiente, al risparmio energetico, all'applicazione sofisticata di nuove tecnologie, alle istanze regionaliste della cultura costruttiva, al recupero di una parte del sapere del costruire storico.

Parlare di riqualificazione "bioclimatica" può essere però fuorviante perchè può indurre alla catalogazione del modo di progettare, alla creazione di una sorta di stile compositivo, di un'architettura tipologicamente "orientata".

Recuperare con principi "bioclimatici" dovrebbe significare, invece, usare quanto la tecnologia rende possibile, usare le conoscenze scientifiche e tecniche ormai diffusamente disponibili, reinterpretando il buon senso di quell'approccio con cui in passato, nell'arco di secoli, sono state codificate in regole costruttive le soluzioni adottate in risposta al clima locale, nel rispetto del luogo e dell'uomo, senza tentare di riproporre soluzioni "storiche" ma **andando all'origine del confronto tra clima naturale e costruzione artificiale.**

Non è una operazione facile quella dell'applicazione di criteri di controllo climatico naturale dell'architettura esistente, soprattutto a quella più recente; quest'ultima sembra infatti, per molti versi, trascurare, se non contraddire addirittura, tali criteri.

Gli edifici di recente costruzione non sono comunque assoggettabili a modalità predefinite di intervento: gli impianti distributivi e le tecnologie strutturali impiegate possono non consentire molti gradi di libertà.

Pur potendosi riferire a metodi di analisi e di intervento collaudati, applicabili a diverse situazioni ambientali, **ogni edificio si presenta come un caso a sè.**

## 1.3 L'ARCHITETTURA BIOCLIMATICA

Bruno Zevi nell'ottobre del 1983 in una sua prefazione al libro "Architettura Bioclimatica" citava così:  
"La crisi energetica dei nostri giorni ha sconvolto il cosiddetto "international Style", cioè il classicismo pseudomoderno delle scatole, delle scatolette e degli scatoloni di acciaio e cristallo. Gli architetti pigri hanno supposto che si trattasse solo di un problema di impianti.

Ma quelli capaci di pensare, di incarnare una "ricerca paziente", hanno colto l'occasione per rimeditare sulla grammatica e sulla sintassi, sul lessico sclerotizzati. In questa indagine nel processo genetico dei codici contemporanei, hanno riscoperto le inesauribili fonti di William Morris, Victor Horta, Antoni Gaudì, Le Corbusier ed Erich Mendelsohn, Hugo Haring, Hans Scharoun e il sovrastante genio di Frank Lloyd Wright.

Come sempre avviene, si sono rituffati nel passato non per mimarne le forme, a guisa dei miserabili "Post-Modernist", ma per scavarne i contenuti. La rilettura storica, *in chiave bioclimatica*, ha riportato alla ribalta innumeri episodi dimenticati o nascosti dagli apparati scolastici della simmetria e della proporzione."

E' ormai noto a tutti che l'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile costituisce un obiettivo fondamentale per il futuro energetico in Italia e nel mondo.

Le tre sfide che nel campo dell'energia dovremo raccogliere negli anni a venire sono la sicurezza energetica e la necessità di diversificarne le fonti e di migliorarne le tecniche di utilizzo, l'esigenza di far fronte ai problemi ambientali su scala globale emblematicamente rappresentati dal continuo aumento delle emissioni di gas serra e dalla minaccia del cambiamento climatico e, infine, la ricerca di soluzioni tecnologiche che diano impulso allo sviluppo sostenibile.

Inserita in questo ambito globale la progettazione e costruzione di architetture e sistemi bioclimatici, il loro inserimento nel territorio, così come la ristrutturazione di edifici esistenti finalizzati al miglioramento della loro economia energetica e abitabilità hanno un ruolo importante nell'uso ottimale delle risorse e nella protezione e riqualificazione dell'ambiente.

L'energia solare, e in particolare l'architettura solare e il raffrescamento passivo, possono dare un significativo apporto al risparmio energetico, alla protezione dell'ambiente e all'ottimizzazione dell'uso delle risorse e dei mezzi disponibili. Le tecnologie relative alle energie rinnovabili influiscono poco sull'inquinamento dell'aria e sul potenziale cambiamento del clima globale; lo sfruttamento delle risorse rinnovabili di energia riduce la domanda di combustibili fossili e limita le conseguenze del loro uso. L'architettura solare è un nuovo modo di concepire la progettazione edilizia e la struttura dei sistemi residenziali, commerciali e terziari. Tiene conto di obiettivi diversi cercando occasioni di convergenza e sinergismo.

L'esperienza nazionale è ricca di esempi di architetture bioclimatiche da valorizzare anche sui mercati delle esportazioni, segnatamente nei paesi della regione mediterranea.

### Ma cos'è l' "Architettura bioclimatica"?

In una descrizione generale dell'espressione "architettura bioclimatica" possiamo descrivere come in essa siano contenuti molti concetti diversi che possiamo schematizzare come un complesso di soluzioni progettuali che consentono di avere condizioni di benessere con il minimo apporto energetico esterno da fonti non rinnovabili.

L'edificio deve stabilire un nuovo rapporto con l'ambiente esterno tale da produrre le necessarie alterazioni delle condizioni ambientali principalmente in virtù delle sue caratteristiche morfologiche, dimensionali, termofisiche, ... Poiché le condizioni esterne variano con il sito e per un dato sito variano nel tempo ne consegue che un edificio bioclimatico ideale dovrebbe modificarsi di conseguenza, disperdendo pochissimo calore quando c'è freddo, captando l'energia solare che lo investe nelle ore diurne dei mesi invernali e immagazzinandola per usarla quando serve calore, respingendo la radiazione solare nei periodi caldi, nei quali, invece, dovrebbe cedere calore quando possibile.

Questo comportamento ideale può solo essere approssimato mediante una serie di accorgimenti e configurazioni.

I primi aspetti da considerare sono la forma e l'orientamento dell'edificio. Forme molto compatte riducono le dispersioni termiche e limitano i guadagni sia dovuti alla radiazione solare che alla trasmissione, forme aperte consentono maggiori scambi grazie alla ventilazione naturale. L'orientamento influenza il comportamento delle superfici al fine della captazione solare o dell'interazione con i venti. Da considerare è anche la posizione rispetto ad altri edifici e a rilievi naturali, corpi d'acqua, vegetazione, ...

Per ridurre le dispersioni occorre isolare termicamente l'edificio, ciò vuol dire porre materiale isolante sulle parti opache dell'edificio, comprese coperture e solai, ridurre le superfici vetrate sulle pareti che ricevono poca

radiazione solare ed utilizzare vetri ad alte prestazioni termiche e schermature mobili per le finestre.

Le superfici esposte a sud sono maggiormente esposte alle radiazioni solari e quindi dovranno essere predisposte a captare più energia delle altre, questo si ottiene con grandi superfici vetrate. L'energia così ottenuta dovrà essere raccolta in opportuni accumulatori termici e ripartita, secondo le varie esigenze nei vani e nel tempo più adeguati.

Una corretta distribuzione interna potrà portare vantaggi alla qualità abitativa dell'edificio.

Nei periodi caldi si dovrà evitare che la radiazione diretta del sole penetri all'interno dell'edificio mediante la protezione delle superfici vetrate con schermature mobili o fisse. Le aperture dovranno favorire la ventilazione e il raffrescamento notturno.

Dove possibili un parziale interrimento dei lati a nord favorisce, in genere, sia le condizioni invernali che quelle estive grazie alla stabilità della temperatura del terreno.



## 1.4 I CAMPI DI INTERVENTO PRESI IN ESAME

I campi di intervento dell'architettura bioclimatica vengono così schematizzati:

- 1) Il luogo di edificazione: l'attenzione al luogo è essenziale e prioritaria nello sviluppo di qualsiasi progetto. In molti casi tale campo non dipende neanche dal progettista, e non rientrerà quasi sicuramente nei campi di una riqualificazione edilizia.
- 2) L'intorno dell'edificio: interviene su alcuni degli elementi che si trovano a ridosso dell'edificio e che possono modificare il microclima con conseguenze molto importanti per determinare il comportamento energetico del progetto. Anche in questo caso non sempre tale ambito rientra nelle competenze di un architetto alle prese con una riqualificazione edilizia in quanto la condizione necessaria è la presenza di spazi di pertinenza dell'edificio utilizzabili.
- 3) La forma dell'edificio: è l'insieme delle caratteristiche geometriche e volumetriche che lo definiscono. Si fa riferimento quindi sia all'articolazione dei suoi volumi, sia alle loro proporzioni, sia al loro aspetto esteriore.
- 4) L'involucro dell'edificio: si considera come involucro l'insieme delle superfici che racchiudono l'edificio separando l'interno dall'esterno
- 5) L'interno dell'edificio: si considera come "interno dell'edificio" l'insieme degli elementi, costruttivi o meno, racchiusi dall'involucro edilizio che influisce sul comportamento dell'ambiente interno. Il limite dell'interno è definito dal piano degli elementi dell'involucro che si trova ad una temperatura intermedia tra interno ed esterno.
- 6) I sistemi impiantistici: sono tutti quei sistemi che captano l'energia in un luogo e tramite sistemi di distribuzione la portano dove verrà poi utilizzata. In questo ambito rientrano anche tutti quei sistemi che utilizzano apparecchi meccanici (come ventole o scambiatori) in una quantità limite in modo da rientrare nelle classificazioni di sistemi ibridi.

Ciò sarà utile per dare ordine e per comprendere meglio il manuale che verrà descritto nei prossimi capitoli e per selezionare solo quelle tecniche utili e attuabili nelle riqualificazioni edilizie.

Di seguito viene rappresentato uno schema che identifica i maggiori campi di intervento dell'architettura bioclimatica escludendo poi quegli ambiti che non possono rientrare, per caratteristiche ben capibili, in interventi di riqualificazione.

**TECNICHE  
BIOCLIMATICHE**

**IL LUOGO DI  
EDIFICAZIONE**

- LA TOPOGRAFIA
- LA PRESENZA D'ACQUA
- LA PRESENZA DI VEGETAZIONE
- LA FORMA URBANA

Non sarà presente nel campo delle riqualificazioni, in quanto la scelta del sito avviene prima della costruzione dell'edificio. Dopodiché non si potrà modificare.

**L'INTORNO  
DELL'EDIFICIO**

- LE OSTRUZIONI ARTIFICIALI
- LA PRESENZA D'ACQUA
- LE OSTRUZIONI NATURALI

Di difficile applicazione nel campo delle riqualificazioni, soprattutto se non si dispone di terreni di pertinenza della residenza presa in esame

**LA FORMA  
DELL'EDIFICIO**

- IL RAPPORTO SUPERFICIE-VOLUME
- IL RAPPORTO PIENO-VUOTO DEL VOLUME
- LO SVILUPPO VERTICALE

Di difficile applicazione nel campo delle riqualificazioni, in quanto la forma dell'edificio viene stabilita prima della costruzione dell'edificio.

**L'INVOLUCRO  
DELL'EDIFICIO**

- L'INTERRAMENTO DELLE SUE PARTI
- L'ADDOSSAMENTO CON ALTRI EDIFICI

Di difficile applicazione nel campo delle riqualificazioni, in quanto la forma la distribuzione interne precedentemente stabilita rende difficile l'interramento o la chiusura di porzioni di edificio.

- LA MASSA DELL'INVOLUCRO
- LE APERTURE
- LA TRASPARENZA
- L'ISOLAMENTO
- LA SUPERFICIE DELL'INVOLUCRO
- LA MUTABILITA'

**L'INTERNO  
DELL'EDIFICIO**

- LA MASSA NELL'EDIFICIO
- LA TRASPARENZA NEL LATO INTERNO
- L'ISOLAMENTO INTERNO
- LA DISTRIBUZIONE INTERNA
- I COLORI NELL'INTERNO

**I SISTEMI  
IMPIANTISTICI**

- GLI IMPIANTI BIOCLIMATICI
- GLI IMPIANTI IBRIDI





## 2

# CAPITOLO: ENERGIA DAL SOLE



Energia dal sole si riferisce a tutti quei sistemi di raccolta, di controllo, di immagazzinamento e di distribuzione dell'energia proveniente dal sole senza l'uso di macchinari o impianti che consumano energia, quali ventilatori, pompe o macchine complesse.

Essa funziona grazie ad una progettazione complessa che sfrutta ogni singola caratteristica di ogni singolo elemento edilizio fino allo studio delle parti di cui è formato in modo che ogni singolo elemento soddisfi contemporaneamente ogni richiesta, architettonica, strutturale ed energetica.

Bisogna ricordare che tutte le tecniche bioclimatiche, che vengono qui descritte, utili per riscaldare l'edificio non devono essere prese come tecniche indipendenti, come un fine ultimo, senza considerare il sistema complesso che è l'edificio.

Il primo passo consiste nel ridurre al minimo le perdite di calore attraverso l'involucro aumentando le sue proprietà di isolamento, orientamento, e compattezza (riferito al suo rapporto superficie/volume). Minore saranno le dispersioni e minore sarà il riscaldamento richiesto.

Il secondo passo è quello della raccolta dell'energia da tutte quelle fonti, tra cui il sole, a cui noi possiamo attingere grazie ai sistemi bioclimatici.

Il terzo passo è l'uso di sistemi meccanici che utilizzano energia fornita da utenze esterne (tra cui le fonti fossili) che servono, solo, a fornire la quantità di calore che non hanno fornito i primi due livelli.

In questo capitolo potrete trovare tecniche che soddisfano sia il primo livello che il secondo.

## *I campi di intervento presi in esame:*

In ogni capitolo vengono presi in esame l'involucro dell'edificio, l'interno dell'edificio e i sistemi impiantistici in quanto sono i soli a poter raggruppare tecniche idonee alle riqualificazioni edilizie.

Ogni gruppo sarà poi costituito da sottogruppi o "ambiti di applicazione" che potranno presentarsi o meno in un capitolo in base alla presenza o meno di tecniche riferite ad esso.

Gli ambiti di applicazione che troviamo in questo capitolo sono:

### Campo di intervento: l'involucro dell'edificio

- La massa dell'involucro: è una qualità legata al tipo di elementi e tecnologie costruttive dell'involucro, il suo effetto energetico può essere generalmente associato al concetto di massa termica che crea uno smorzamento delle variazioni climatiche esterne all'interno dell'edificio.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: il muro di Trombe (scheda 2.17), la serra sul balcone (scheda 2.17).

- Le aperture: si riferisce alla permeabilità del suo involucro all'aria che garantisce così un buon rinnovo dell'aria. Dipende sia dalla superficie perforata che da altri fattori quali le dimensioni e le aperture delle finestre.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: collettori ad aria (scheda 2.1), il muro di Trombe (scheda 2.17), la serra sul balcone (scheda 2.17), sistema Barra-Costantini (scheda 2.17).

- La trasparenza: le parti trasparenti di un edificio permettono il passaggio della radiazione luminosa e una miglior trasmissione della radiazione termica. Permette grandi guadagni di radiazione e grandi perdite di energie.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: l'inclinazione dei vetri (scheda 2.2), gli schermi riflettenti verticali (scheda 2.3), gli schermi riflettenti orizzontali (scheda 2.4), le pellicole basso-emissive (scheda 2.5), la doppia finestratura (scheda 2.16), la serra sul balcone (scheda 2.17), creare massa interna sul soffitto (scheda 2.17).

- L'isolamento: si riferisce alla resistenza dell'involucro dell'edificio al passaggio del calore per conduzione.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: il cappotto esterno (scheda 2.6), finestre ad alte prestazioni termiche (scheda 2.7), la doppia finestratura (scheda 2.16), il muro di Trombe (scheda 2.17), il sistema Barra-Costantini (scheda 2.17), le pareti ventilate (scheda 2.17).

- La superficie dell'involucro: si riferisce al colore superficiale dell'involucro, alla sua lisciazza o tersura e al suo tipo di finitura superficiale. È legato al suo fattore di trattenere o respingere la luce o il calore.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: il colore scuro dell'edificio (scheda 2.8), la texture dell'edificio (scheda 2.9), il muro di Trombe (scheda 2.17).

- La mutabilità: qui vengono analizzate le possibilità che ha l'involucro di cambiare le proprie caratteristiche.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: le pareti ventilate (scheda 2.17), il sistema Barra-Costantini (scheda 2.17).



Campo di intervento: l'interno dell'edificio

- La massa nell'edificio: è una qualità legata al tipo di elementi e tecnologie costruttive dell'involucro, il suo effetto energetico può essere generalmente associato al concetto di massa termica che crea uno smorzamento delle variazioni climatiche esterne all'interno dell'edificio.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: sostituzione degli strati di pavimentazione (*scheda 2.10*), la serra sul balcone (*scheda 2.17*), creare massa interna sul soffitto (*scheda 2.17*).

- L'isolamento interno: si riferisce alla resistenza dell'involucro dell'edificio al passaggio del calore per conduzione.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: il cappotto interno (*scheda 2.11*), creare massa interna sul soffitto (*scheda 2.17*)

- La distribuzione interna: si riferisce alla modalità in cui vengono organizzati e messi in relazione i diversi spazi che compongono l'edificio.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: la posizione dei vani (*scheda 2.12*).

- I colori nell'interno: E' legato al suo fattore di trattenere o respingere la luce e il calore.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: il colore del materiale massivo interno (*scheda 2.13*), il colore del materiale non massivo (*scheda 2.1*), creare massa interna sul soffitto (*scheda 2.17*).

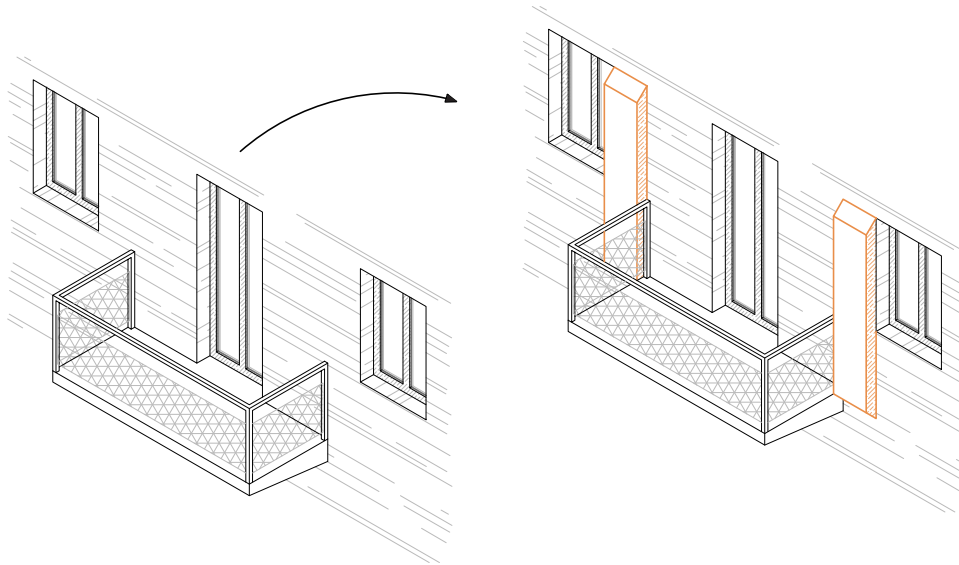
Campo di intervento: i sistemi impiantistici

- Gli impianti bioclimatici: ne fanno parte tutti quei sistemi nei quali la captazione, l'accumulo e la cessione sono separati e indipendenti dall'ambiente interno.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: collettori solari esterni per l'aria interna (*scheda 2.15*), il sistema Barra-Costantini (*scheda 2.17*).

Alcune tecniche vengono segnate più volte perchè presentano la caratteristica di trovare luogo in più ambiti di applicazione

## 2.1 COLLETTORE AD ARIA



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulle aperture dell'edificio e si riferisce alla permeabilità dell'involucro all'aria.

Ha la funzione di captare l'energia solare e di trasferirla all'ambiente interno per convezione sotto forma di calore. E' un sistema formato da un vetro esterno applicato ad una parete che crea un'intercapedine che funge da collettore ad aria.

I collettori ad aria calda sono simili nella concezione ai collettori solari ad acqua, con la differenza che, per riscaldare gli ambienti, impiegano direttamente l'aria prelevata dall'esterno riscaldandola.

Nella stagione calda la sua funzione è irrilevante se tale tecnica viene usata solo come collettore esterno e non interessa tutta la superficie della parete.

Utilizzando l'irradiazione diretta del sole come fonte di guadagno del calore tale tecnica trova la sua collocazione ottimale nell'orientamento a sud, non si esclude però un suo utilizzo anche ad est ed a ovest.

I pannelli sono costituiti da una superficie vetrata o metallica esterna ed una interna scura rivestita con vernici selettive in grado di massimizzare l'assorbimento della radiazione solare. Il sistema assorbe il calore del sole e lo trasferisce all'aria che

circola all'interno di una serpentina che ha il compito di rallentarne il flusso e consentire un maggiore assorbimento di calore, per poi essere immessa direttamente nell'ambiente da riscaldare.

I collettori solari ad aria calda costituiscono un utile sistema in particolare nel caso di edifici esistenti se la facciata non presenta vincoli normativi.

Questo sistema può essere a circolazione naturale o forzata, nel caso in cui venga installata una ventola con il compito di regolare il flusso di aria calda negli ambienti, attivandola e bloccandola in base alla situazione di comfort richiesta.

Immagine di un collettore solare.



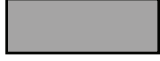
### INTERVENTI SEMPLICI

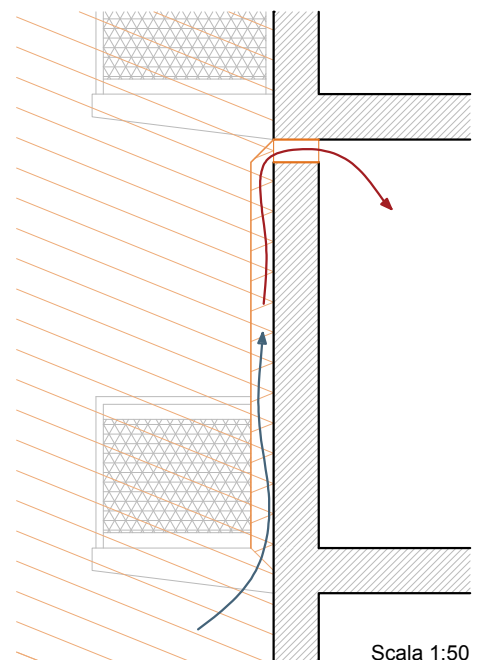
L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LE APERTURE

Il corso dell'anno: ○ ● ○

Nel periodo freddo il collettore solare scalda l'aria da immettere nei vani. Nel periodo caldo una valvola chiude il sistema che rimarrà inutilizzato senza però portare discomfort.

Orientamento utile: ○ ● ○

Ovest |  | Est  
Sud

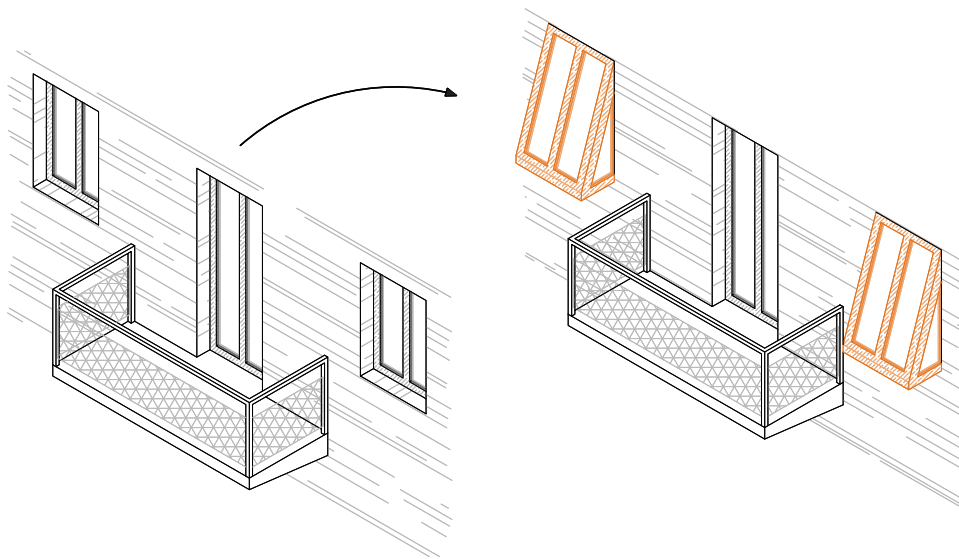


### Guadagno energetico:

Approssimando si può dire che con 2mq di collettore si può contribuire per il 30% al riscaldamento di un ambiente di 35mq. L'impianto può funzionare da ottobre ad aprile, dando il proprio meglio proprio nelle stagioni intermedie in cui le giornate fredde ma soleggiate sono più frequenti, arrivando a coprire fino al 100% del fabbisogno di calore e consentendo di spegnere la caldaia.



## 2.2 L'INCLINAZIONE DEI VETRI



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Una corretta inclinazione dei vetri, basata sul percorso del sole nella stagione fredda, permette un aumento dell'irraggiamento e quindi del guadagno solare. La quota trasmessa all'interno dell'ambiente attraverso un vetro dipende dall'angolo di incidenza dei raggi solari (radiazione diretta) oltre che dalle caratteristiche del vetro.

Al crescere dell'angolo di incidenza aumenta la quota riflessa rispetto a quella trasmessa. Inclinando il serramento si cerca di diminuire la quota di radiazione riflessa ed aumentare quella trasmessa.

Questo sistema, se non correttamente schermato, è svantaggioso nella stagione opposta perchè aiuta ad aumentare il surriscaldamento estivo.

Utilizzando l'irradiazione diretta del sole come fonte di guadagno del calore tale tecnica trova la sua collocazione ottimale sia nell'orientamento a sud e, con diverse inclinazioni, negli orientamenti est, ovest, sud-est e sud-ovest.

Un'inclinazione ottimale del vetro la si ottiene solo sostituendo l'elemento finestrato esistente. Si è stimato che alla latitudine di Milano l'inclinazione ottimale dei vetri

che renda il massimo irraggiamento solare sia all'incirca di 55° (Fonte: *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects* di Lechner & Norbert).

I vetri verticali sono comunque meno costosi, più sicuri, facili da schermare e facili da montare.

Tale tecnica diventa vantaggiosa quando nella riqualificazione dell'edificio vi è già compresa la sostituzione dei serramenti (per obblighi di legge o di performance energetiche).

*Il riferimento a fianco rappresenta gli oggetti orizzontali utilizzati da OMA Architects e Rem Koolhaas nell'Educatorium a Utrecht.*



### INTERVENTI SEMPLICI

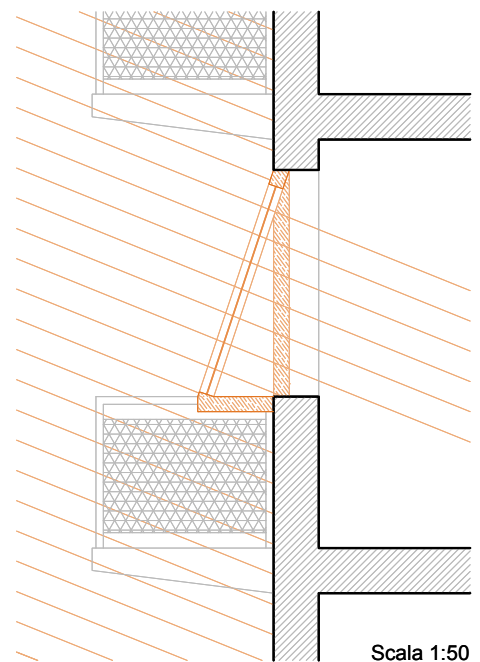
L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA

Il corso dell'anno: ○ ○ ●

L'inclinazione dei vetri aumenta il guadagno solare sia nella stagione fredda che in quella calda, è quindi controproducente se la finestra non viene opportunamente schermata.

Orientamento utile: ○ ● ○

Ovest |  | Est  
Sud



### Guadagno energetico:

Utilizzando il programma Ecotect si è analizzata un'apertura standard di 0,80 cm x 150 cm e si è calcolato il guadagno solare nel periodo necessario, stimato, grazie ai dati ENEA raccolti, dal 10 ottobre al 30 aprile.

SUD

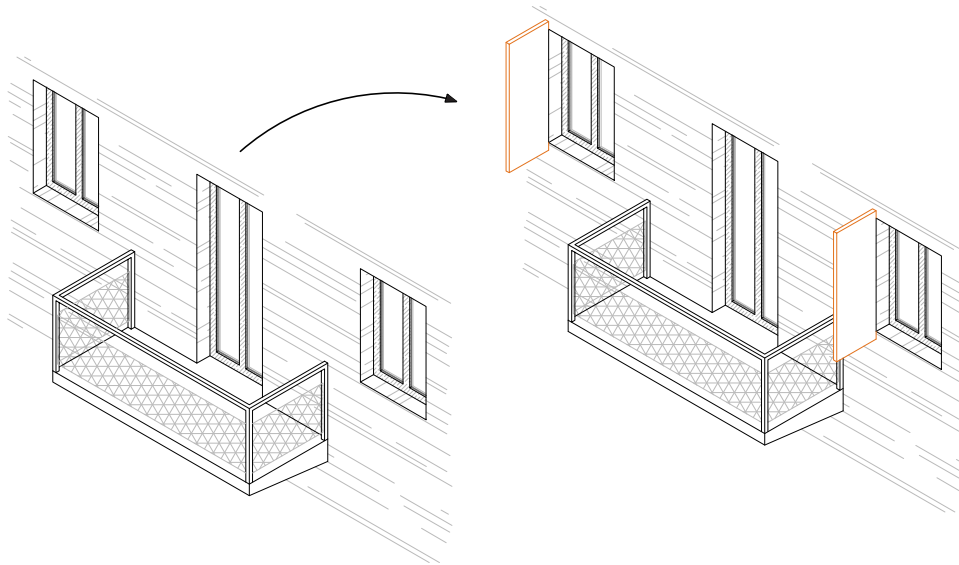
Irraggiamento diretto, angolo 0°:  
24.2 kW/m<sup>2</sup>

Irraggiamento diretto, angolo 55°:  
39 kW/m<sup>2</sup>

Guadagno stimato: +61%



## 2.3 GLI SCHERMI RIFLETTENTI VERTICALI



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Specchi o schermi riflettenti esterni incrementano il guadagno solare diretto utile per il riscaldamento dei vani ostacolando l'obbligo di usare grandi superfici vetrate. Il grande guadagno degli schermi riflettenti sta nel fatto che essi possono captare una grande quantità di energia radiante senza aumentare la perdita di calore per trasmissione attraverso gli elementi finestrati che rimangono di dimensioni invariate.

Nella stagione calda se lo schermo è fisso e ben progettato scherma parzialmente i raggi solari estivi, se mobile la sua caratteristica di specchio viene rimossa o ruotata fuori dalla traiettoria del sole (se si desidera mantenere in estate l'effetto di schermatura il pannello dovrà avere una pellicola riflettente rimovibile o avere lamelle orientabili).

Gli orientamenti ottimali per tale tipo di sistema sono quelli ad est, ovest, sud-est e sud-ovest in quanto grazie a tale tecnica si può riflettere il sole utile del mattino e della sera. Ciò non rende inefficace il loro utilizzo negli orientamenti sud e nord dell'edificio.

### Riferimento:



Negli orientamenti est ed ovest, alla latitudine di Milano, presenta un'ottima soluzione un pannello perpendicolare all'edificio con la parte riflettente rivolta a sud. Il guadagno è maggiore se il pannello è orientabile e se tale proprietà viene usata con una corretta consapevolezza.

Un oggetto verticale potrà anche essere semplicemente composto da una serranda a battente rendendo tale tecnica di semplice realizzazione.

Nelle mezze stagioni può ritardare l'accensione dell'impianto di riscaldamento.

*A fianco viene mostrato un edificio adibito ad ufficio con gli schermi riflettenti posizionati in copertura.*

### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA

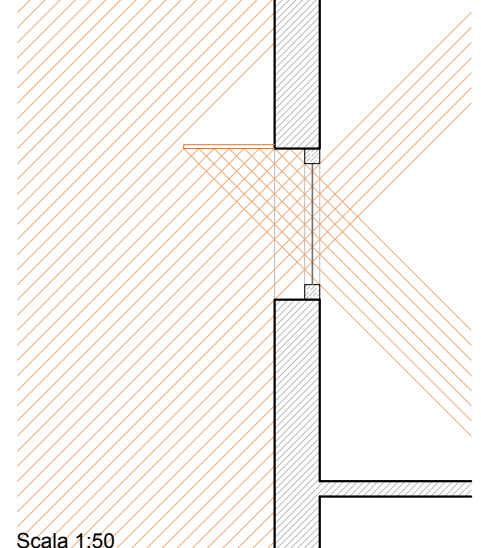
Il corso dell'anno: ● ○ ○

Se correttamente progettato tale sistema può riflettere i raggi solari invernali dentro l'apertura e schermarli nel periodo estivo dove sono indesiderati.

Orientamento utile: ○ ● ○

Ovest |  | Est

21 Dicembre  
ore 15:00  
OVEST  
Pianta



### Guadagno energetico:

In base al materiale utilizzato possiamo trovare determinati valori di riflettanza:

Alluminio lucidato 0.95

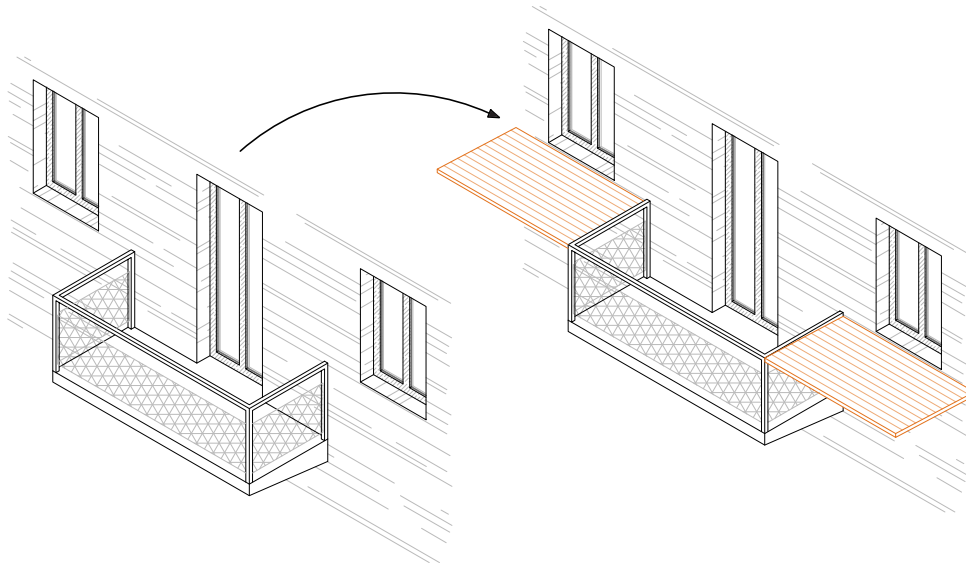
Vernice bianca 0.87

Vernice all'alluminio 0.70

Vernice giallo canarino 0.70

La riflettanza indica, la proporzione di luce incidente che una data superficie è in grado di riflettere. È il rapporto tra l'intensità del flusso radiante riflesso e l'intensità del flusso radiante incidente, una grandezza adimensionale.

## 2.4 GLI SCHERMI RIFLETTENTI ORIZZONTALI



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Specchi o schermi riflettenti esterni incrementano il guadagno solare diretto utile per il riscaldamento dei vani ostacolando l'obbligo di usare grandi superfici vetrate. Il grande guadagno degli schermi riflettenti sta nel fatto che essi possono captare una grande quantità di energia radiante senza aumentare la perdita di calore per trasmissione attraverso gli elementi finestrati che rimangono di dimensioni invariate.

Nella stagione la sua caratteristica di specchio dovrà essere rimossa o ruotata fuori dalla traiettoria del sole (il pannello dovrà avere una pellicola riflettente rimovibile o avere lamelle orientabili).

L'orientamento ottimale per tale tipo di sistema è quello a sud, in quanto grazie a tale tecnica si può riflettere il sole alto del mezzogiorno. La corretta inclinazione permette però di schermare anche i raggi bassi degli orientamenti est, ovest, sud-est e sud-ovest.

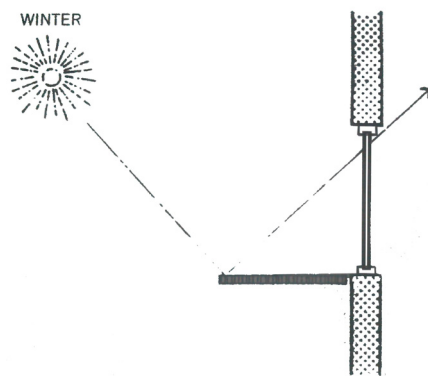
Alle latitudini in cui si trova Milano l'aggetto riflettente trova una inclinazione ottimale in una rotazione di 5° verso l'edificio. Il guadagno è rapportato alle dimensioni dell'aggetto ed è maggiore se il pannello è orientabile e se tale proprietà viene usata con una corretta consapevolezza.

Nelle riqualificazioni edilizie tali sistemi sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

Nelle mezze stagioni può ritardare l'accensione dell'impianto di riscaldamento.

*Il riferimento a fianco rappresenta un pannello riflettente come si presenta sul libro Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects di Lechner & Norbert.*

### Riferimento:



### INTERVENTI SEMPLICI

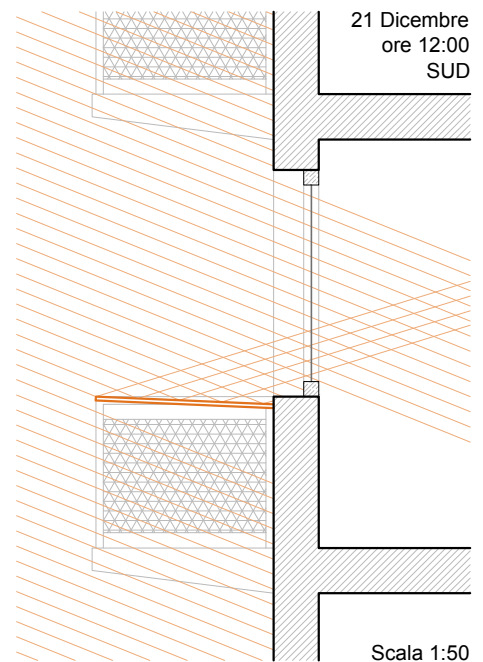
L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA

Il corso dell'anno: ○ ● ○

Tale sistema, se correttamente progettato può portare guadagno in inverno, portando dentro i raggi solari, e schermare nel periodo estivo l'apertura del piano inferiore.

Orientamento utile: ○ ● ○

Ovest | ■ | Est  
Sud



### Guadagno energetico:

Usando il programma Dialux, programma di calcolo illuminotecnico si è potuto calcolare nell'aria milanese il guadagno di un aggetto esterno.

Si è analizzata un'apertura standard di 0,80 cm x 150 cm impostando un aggetto orizzontale lungo 1,2 m, basato sulla lunghezza standard di un balcone.

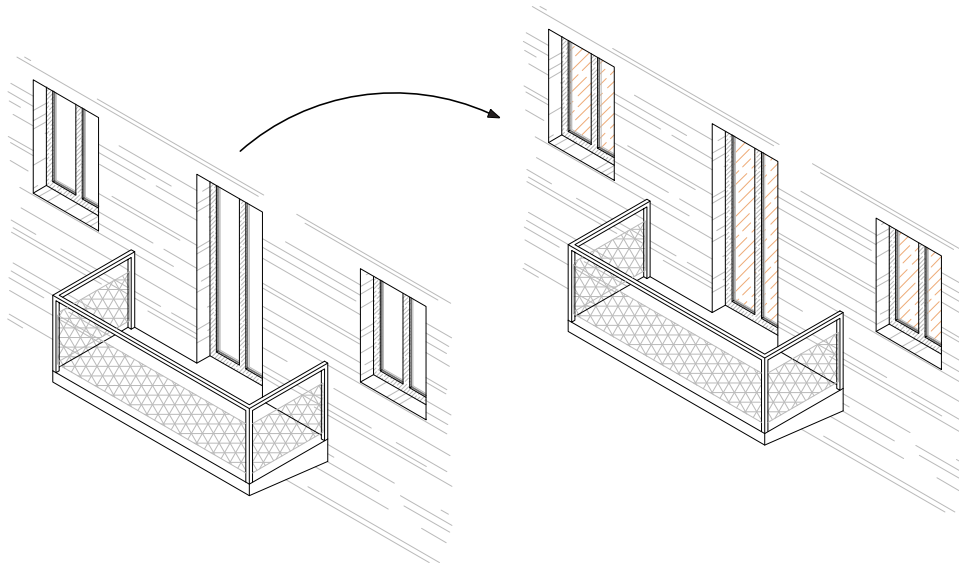
Aumento della radiazione luminosa:

12 Dicembre, ore 12:00, +15%

10 Ottobre, ore 12:00, +15%

30 Aprile, ore 12:00, +15%

## 2.5 LE PELLICOLE BASSO-EMISSIVE



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica parzialmente l'aspetto degli elementi finestrati. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Le pellicole basso-emissive respinge alla sorgente il calore irradiato. Hanno la caratteristica di aumentare la resistenza termica dei vetri diminuendo il G-Value (rapporto tra il calore trasmesso all'esterno e il calore interno) riducendo in questo modo la perdita di calore. Migliora la capacità isolante delle vetrate a lastra singola ed a vetro camera trattenendo il calore generato dai sistemi di riscaldamento.

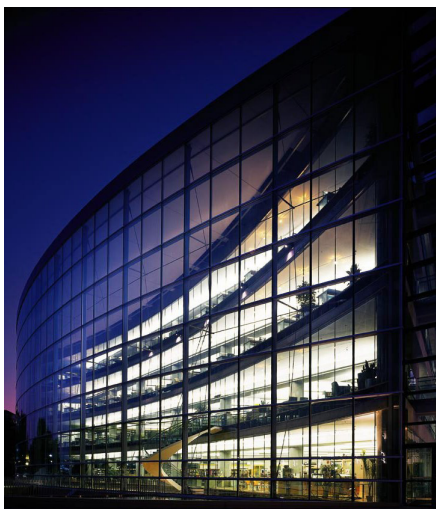
Tali pellicole aumentano la resistenza termica dell'infisso durante tutto il corso dell'anno e, nella stagione calda, riducono il guadagno termico diminuendo l'irradiazione solare.

Aumentando la resistenza termica del vetro tale sistema può essere applicato in tutti gli orientamenti.

Nelle riqualificazioni edilizie le pellicole basso emissive possono essere applicate direttamente sulle vetrate, in modo semplice, pratico e veloce.

Possono essere installate quindi su ogni tipo di vetro e, se non ne modifica le proprietà cromatiche possono essere installate anche dove la facciata presenta vincoli normativi.

### Riferimento:



Il riferimento a fianco rappresenta i vetri basso emissivi utilizzati da VCBO Architecture LLC and Moshe Safdie & Associates nella Salt Lake Public Library a Salt Lake City.

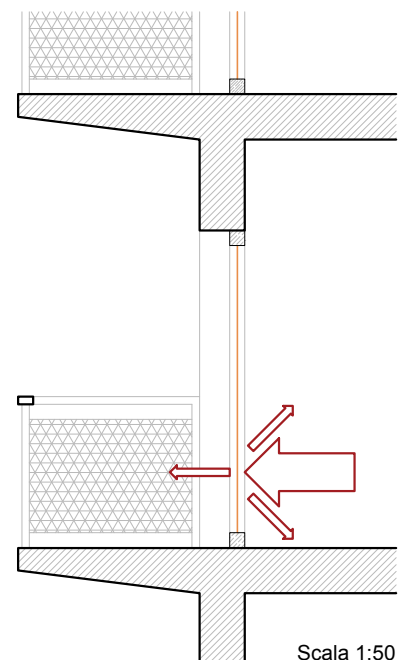
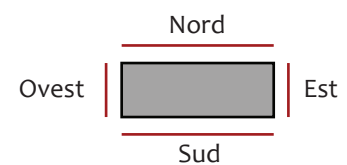
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA

Il corso dell'anno: ● ○ ○

La caratteristica riflettente della pellicola porta vantaggi nel periodo caldo. La sua caratteristica di aumentare la resistenza termica porta vantaggi nel periodo fresco.

Orientamento utile: ● ○ ○



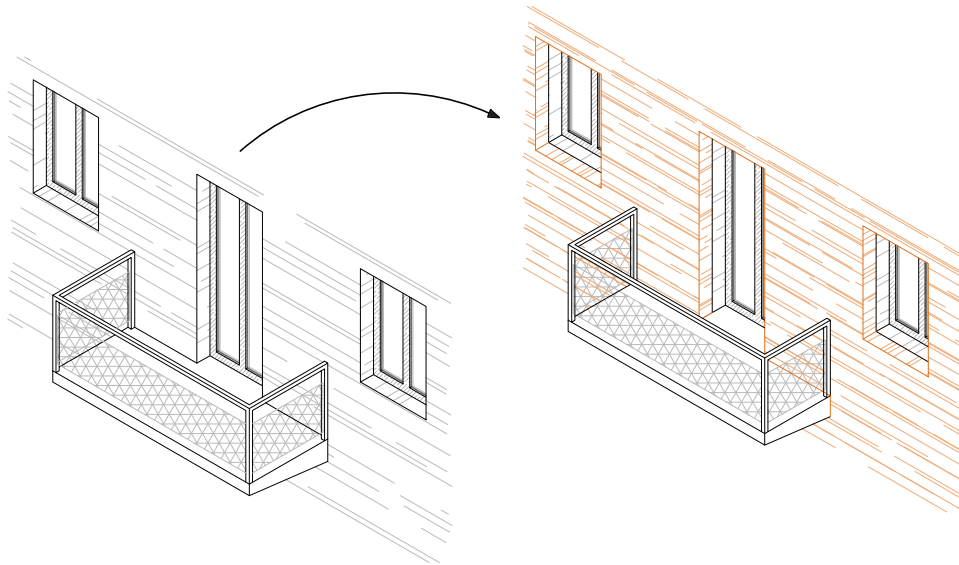
### Guadagno energetico:

Schede tecniche di produttori specializzati in tale tecnologia citano per le loro pellicole, in base al materiale, questi dati:

Tipo vetro:	Sing.	Dopp.	Sing.	Dopp.
	no film/no film			
Energia solare trasm.:	20%	18%	82%	70%
Energia solare riflessa:	48%	41%	8%	13%
Energia solare assorb.:	32%	41%	10%	17%
Trasmissione U.V.:	<1%	<1%	>50%	<40%
Fattore g:	0,25	0,32	0,85	0,76
Tot.energia solare resp.:	75%	68%	15%	24%
Riduzione dell'abbaglio:	64%	66%	0%	9%
Emissivity:	0,07	0,07	0,90	0,81
Valore U (W/m2k):	3,40	2,00	5,80	2,70



## 2.6 IL CAPPOTTO ESTERNO



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla quantità e sul tipo di isolamento esterno.

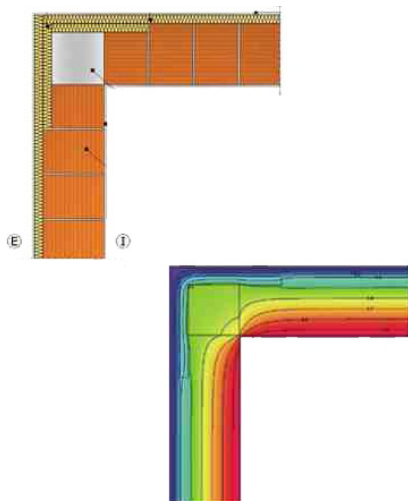
Il cappotto esterno agisce direttamente sulla resistenza dell'involucro dell'edificio al passaggio del calore per conduzione che si produce quando esiste una differenza tra la temperatura dell'aria esterna e quella dell'aria interna. In un edificio molto isolato lo scambio energetico interno-esterno è ridotto e quindi si hanno poche dispersioni di calore durante l'inverno con una diminuzione del consumo energetico dell'impianto.

Questo sistema è utile in tutto il corso dell'anno solo se l'abitazione è dotata di un sistema di climatizzazione estivo. In questo caso tale tecnica sarà utile per impedire al calore esterno di entrare.

Questa tecnica è idonea in tutti gli orientamenti. Specifico per ogni orientamento dovrà essere il tipo e la quantità dell'isolante infatti l'efficacia di tale isolamento dipende molto dall'orientamento in cui è collocato ed è raccomandabile aumentarlo negli orientamenti in cui le condizioni esterne sono più estreme.

Tale tecnica trova la sua massima efficacia se applicata a tutto l'immobile e non solo ad un singolo appartamento. Essa consiste nell'applicare alle pareti dei pannelli isolanti con appositi sistemi di fissaggio come colle o tasselli a formare uno strato unico e continuo su tutto l'edificio.

### Riferimento:



La trasmittanza termica della parete può variare da 1,05 W/m<sup>2</sup>k per una parete non isolata a 0,28 W/m<sup>2</sup>k per la stessa parete con 10 cm di isolamento (*dati isoreflex*).

Per la sua semplicità esecutiva, la coibentazione tramite cappotto è utilizzata nella quasi totalità delle ristrutturazioni, in quanto consente l'esecuzione dei lavori senza che si renda necessario il rilascio dell'immobile da parte degli occupanti.

*Immagine del comportamento di una parete con isolamento a cappotto.*

*In alto: configurazione geometrica del nodo costruttivo.*

*In basso: risultato dell'analisi termica.*

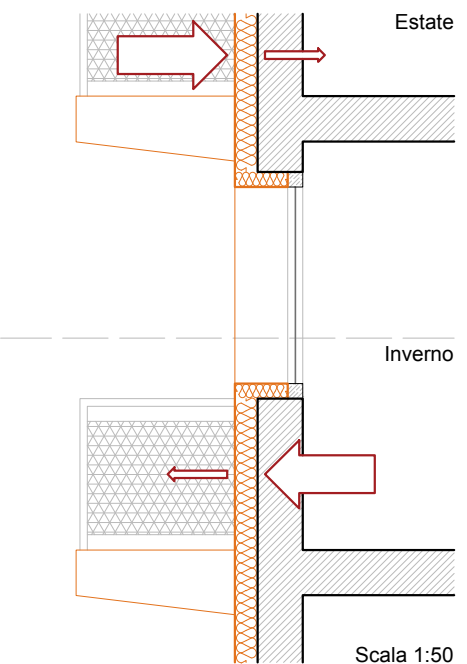
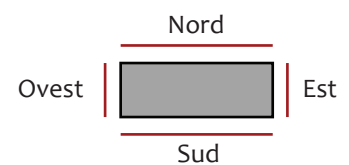
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- L'ISOLAMENTO

Il corso dell'anno: ● ○ ○

Tale tecnica permette di avere poche dispersioni di calore durante il periodo freddo e poco ingresso di calore esterno durante il periodo più caldo.

Orientamento utile: ● ○ ○



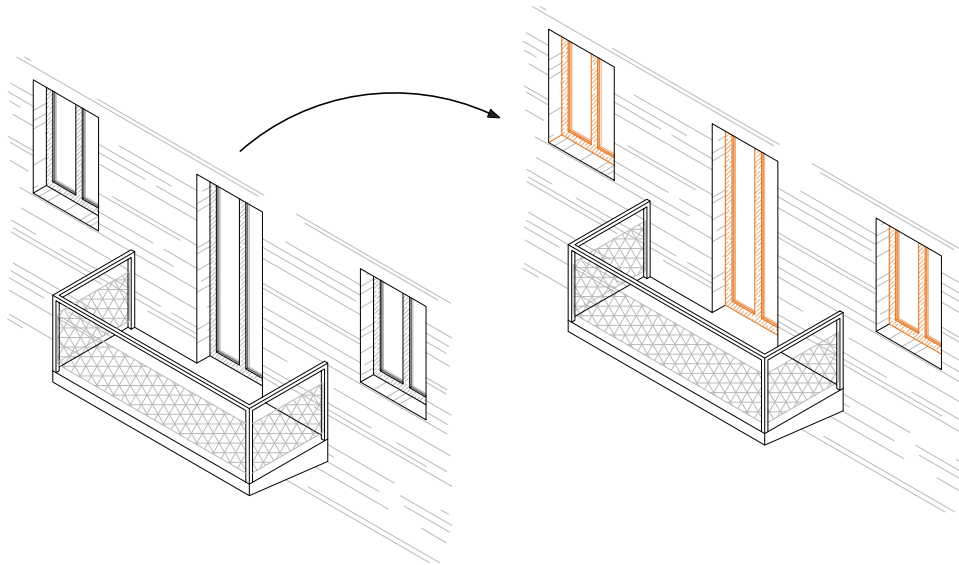
Scala 1:50

### Guadagno energetico:

Schede tecniche di produttori specializzati in tale tecnologia citano per un comune cappotto in base al materiale e allo spessore utilizzato questi dati:

Parere non isolata:  
energia dispersa: da 164 kWh x m<sup>2</sup>/anno  
5 cm di materiale isolante:  
energia dispersa: da 43 a 51 kWh x m<sup>2</sup>/anno  
energia risparmiata: da 113 a 121 kWh x m<sup>2</sup>/anno  
8 cm di materiale isolante:  
energia dispersa: da 30 a 36 kWh x m<sup>2</sup>/anno  
energia risparmiata: da 128 a 134 kWh x m<sup>2</sup>/anno  
12 cm di materiale isolante:  
energia dispersa: da 22 a 26 kWh x m<sup>2</sup>/anno  
energia risparmiata: da 138 a 142 kWh x m<sup>2</sup>/anno

## 2.7 | FINESTRE AD ALTE PRESTAZIONI TERMICHE



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica parzialmente l'aspetto degli elementi finestrati. Interviene sulla quantità e sul tipo di isolamento esterno.

Tale tecnica agisce direttamente sulla resistenza dell'involucro dell'edificio al passaggio del calore per conduzione che si produce quando esiste una differenza tra la temperatura dell'aria esterna e quella dell'aria interna. In un edificio molto isolato lo scambio energetico interno-esterno è ridotto e quindi si hanno poche dispersioni di calore durante l'inverno con una diminuzione del consumo energetico dell'impianto.

Il serramento ad alte prestazioni è fondamentale specialmente se le parti vetrate sono di metratura importante: tutta la superficie trasparente non può pregiudicare il comfort quando le temperature esterne scendono.

Questo sistema è utile in tutto il corso dell'anno, impedisce al calore invernale prodotto dall'impianto di fuoriuscire per convezione attraverso le pareti e quindi si avranno poche dispersioni in tale periodo.

Questa tecnica è idonea in tutti gli orientamenti. Specifico per ogni orientamento dovrà essere il tipo e la qualità del serramento.

Tale tecnica si può facilmente applicare alla singola unità immobiliare e consiste nella

sostituzione completa di tutti i serramenti dell'unità immobiliare con serramenti a prestazioni termiche elevate.

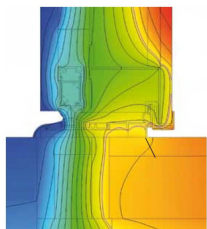
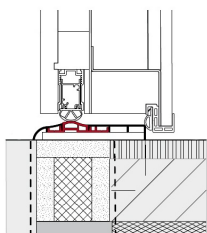
La trasmittanza termica di un serramento a vetro singolo è di circa  $5,9 \text{ W/m}^2\text{k}$ , per un doppio vetro 4-15-4 è di  $2,7 \text{ W/m}^2\text{k}$  mentre per una finestra performante triplovetro la trasmittanza termica può arrivare anche a  $0,8 \text{ W/m}^2\text{k}$ .

La sua semplicità esecutiva e gli attuali obblighi di legge rendono tale tecnica una prassi nelle riqualificazioni.

*Immagine del comportamento di un serramento performante.*

*In alto: configurazione geometrica dell'elemento.*

*In basso: risultato dell'analisi termica.*



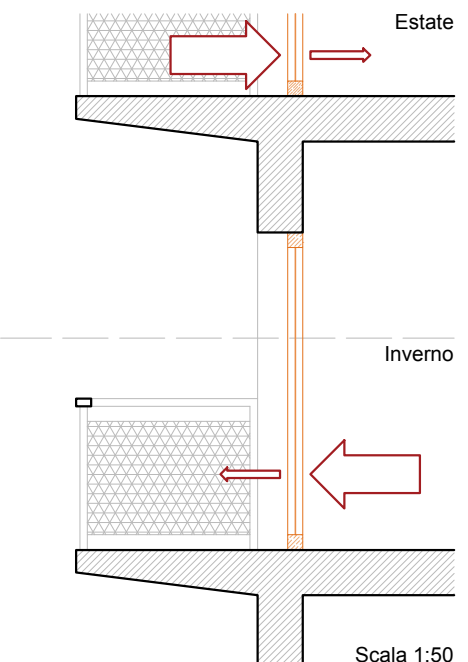
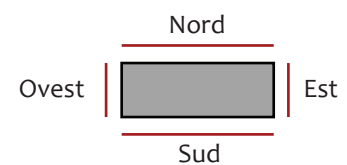
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- L'ISOLAMENTO

Il corso dell'anno: ● ○ ○

Tale tecnica permette di avere poche dispersioni di calore durante il periodo freddo e poco ingresso di calore esterno durante il periodo più caldo.

Orientamento utile: ● ○ ○

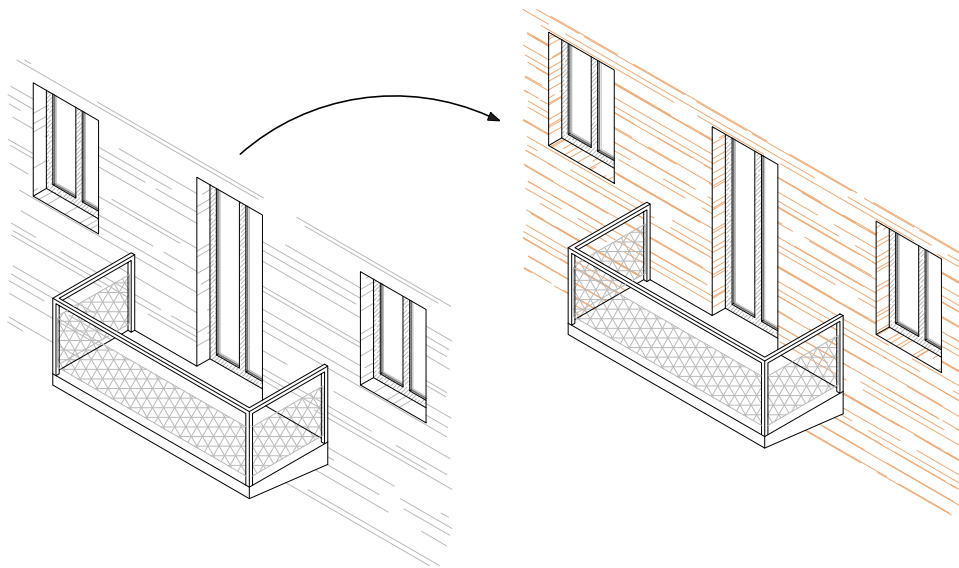


### Guadagno energetico:

Il guadagno energetico è direttamente collegato al tipo di finestre installate e al tipo di isolamento complessivo dell'edificio.

Schede tecniche di produttori specializzati in tale tecnologia citano per la sostituzione di tutti i serramenti una guadagno energetico annuale fino al 40%.

## 2.8 IL COLORE SCURO DELL'EDIFICIO



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla qualità e sul tipo di rifinitura dell'involucro esterno.

Definisce il comportamento dell'involucro rispetto alla riflessione di energia ricevuta per irraggiamento. Il colore delle superfici edilizie è strettamente legato, infatti, al comportamento fisico-energetico del materiale e del componente architettonico, risultando fondamentale nella determinazione dei coefficienti di assorbimento e di riflessione che caratterizzano il materiale stesso, in particolare, è possibile definire, ad esempio, la quantità di energia solare incidente assorbita da una parete esterna, attraverso la scelta delle sue caratteristiche cromatiche. Tale quantità energetica assorbita sarà poi trasmessa agli ambienti indoor con modalità e tempi che sono in funzione della resistenza termica della parete e della sua trasmittanza, ed andrà ad incrementare il carico termico degli ambienti stessi determinando specifici apporti energetici. Più il colore è scuro e più è elevato il coefficiente di assorbimento.

Questo sistema però è controproducente nella stagione calda se la parte opaca non viene oscurata.

Questa tecnica è idonea in tutti gli orientamenti colpiti dai raggi solari diretti e non.

### Riferimento:



Il colore ha un ruolo centrale nella progettazione: le tonalità scure esposte a sud possono superare anche di 20-40°C le temperature medie radianti raggiunte dai colori chiari. I colori scuri, infatti, assorbono e ri-emettono una grande quantità di radiazione solare (visibile ed energetica), provocando un aumento della temperatura superficiale dei corpi e il surriscaldamento delle zone d'aria più prossime. Al contrario, le tonalità chiare riflettono grandi quantità di radiazione solare, evitando guadagni solari incontrollati.

L'immagine rappresenta una tipica casa inglese, si noti che a latitudini più fresche, corrisponde un colore medio degli edifici più scuro.

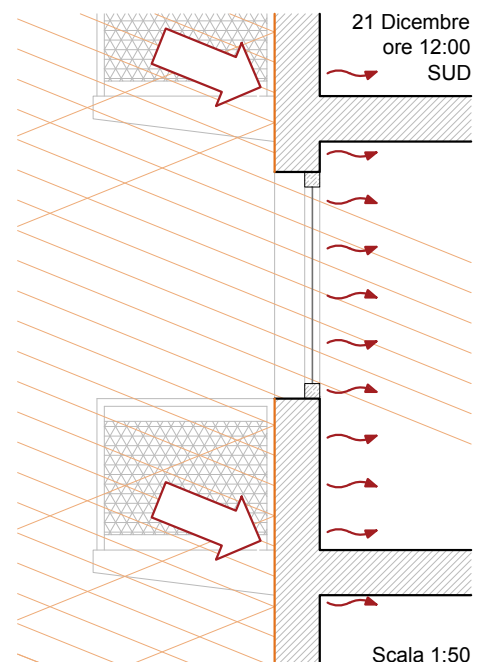
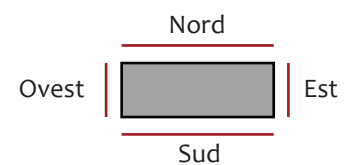
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA SUPERFICIE DELL'INVOLUCRO

Il corso dell'anno: ○ ○ ●

Il colore scuro accumula calore. In quanto tale è molto utile in inverno ma è controproducente nella calda stagione che predilige invece i colori chiari.

Orientamento utile: ● ○ ○

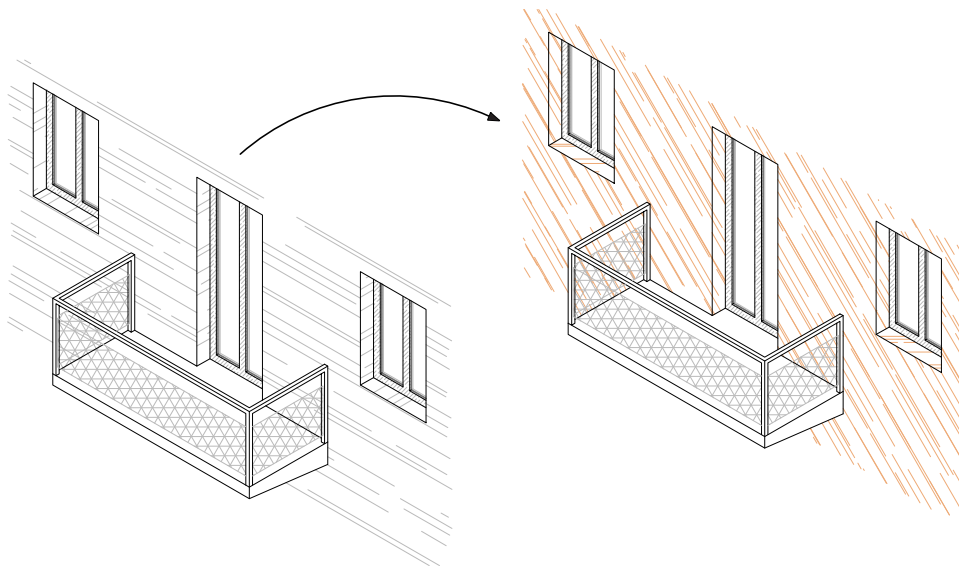


### Guadagno energetico:

Non si sono trovati studi che, preso un edificio come esempio, abbiano calcolato i guadagni e le perdite termiche in relazione al cambio di colore delle superfici esterne opache.



## 2.9 LA TEXTURE DELL'EDIFICIO



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla qualità e sul tipo di rifinitura dell'involucro esterno.

Questa tecnica si riferisce fondamentalmente agli elementi opachi esterni dell'involucro e definisce il loro comportamento rispetto all'assorbimento superficiale e quindi al trasferimento di energia ricevuta tramite scambio convettivo. In particolare il termine texture si riferisce al tipo di finitura superficiale di piccole dimensioni. I gradi di texture si stabiliscono mediante la valutazione della rugosità superficiale in mm.

Questo sistema può risultare controproducente nella stagione in cui si necessita di guadagno solare.

Questa tecnica è idonea in tutti gli orientamenti colpiti dai raggi solari diretti e non.

Tale tecnica trova la sua massima efficacia se applicata a tutto l'immobile e non solo ad un singolo appartamento.

Ha molte caratteristiche positive rivolte ai campi dell'acustica e dell'illuminazione. L'effetto climatico dovuto all'esistenza di una maggiore o minore rugosità dell'involucro edilizio è di scarsa rilevanza. Un involucro con elevata rugosità superficiale favorisce, in maniera comunque poco significativa, lo scambio convettivo tra la superficie e l'aria. Una finitura superficiale liscia riduce quindi gli scambi termici tra l'interno e l'esterno, migliorando la qualità dell'isolamento dell'involucro.

### Riferimento:



L'immagine rappresenta un edificio con una finitura superficiale liscia.

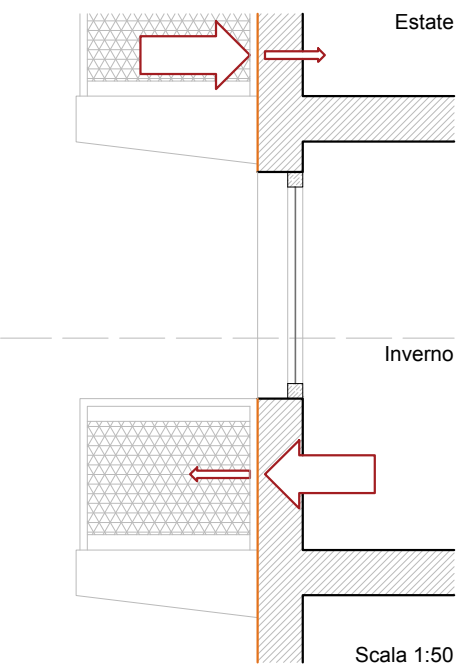
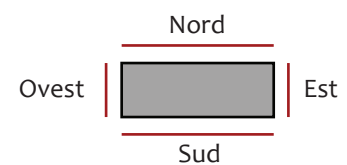
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA SUPERFICIE DELL'INVOLUCRO

Il corso dell'anno: ● ○ ○

Tale tecnica riduce, in maniera poco significativa, le dispersioni di calore durante il periodo freddo e l'ingresso di calore esterno durante il periodo più caldo.

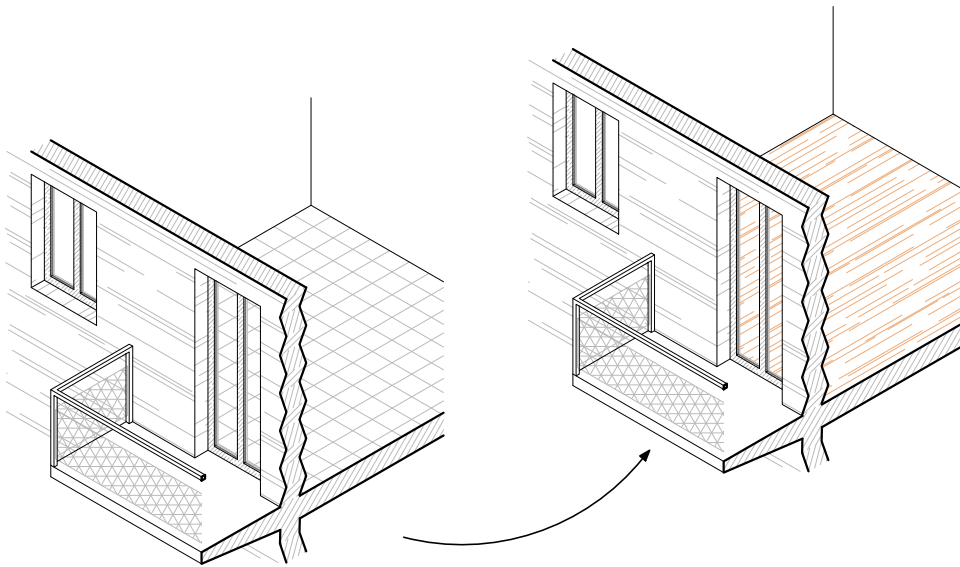
Orientamento utile: ● ○ ○



### Guadagno energetico:

Non si sono trovati studi che, preso un edificio come esempio, abbiano calcolato i guadagni e le perdite termiche in relazione al cambio di colore delle superfici esterne opache.

## 2.10 SOSTITUZIONE DEGLI STRATI DI PAVIMENTAZIONE



### Descrizione:

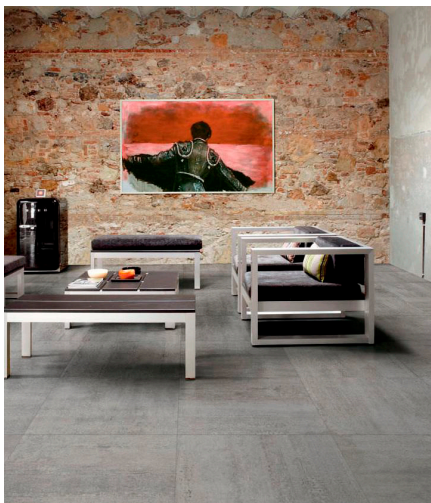
Tale tecnica di intervento viene applicata all'interno dell'edificio senza modificarne l'aspetto esteriore. Interviene sui sistemi ad accumulo, in questo caso interni, grazie all'utilizzo della massa.

Si tratta di immettere materiali di grande capacità termica all'interno dell'edificio. Questi materiali, grazie alla loro caratteristica di inerzia termica immagazzinano i raggi solari del giorno e lo ripartiscono nel tempo e nel modo più idoneo. Questa tecnica non produce quindi un guadagno energetico diretto, ma distribuiscono l'energia nei momenti in cui se ne ha meno bisogno in momenti più idonei. Il suo funzionamento rende tale tecnica adatta a mitigare gli effetti delle oscillazioni della temperatura esterna grazie alla presenza del sole.

L'inerzia termica del materiale anche se con modalità differenti trova utilizzo durante tutto il corso dell'anno. Infatti nella stagione diametralmente opposta non saranno i raggi solari diurni ad essere immagazzinati ma bensì il fresco delle brezze della sera.

Per un ottimo guadagno il materiale massivo dovrà collocarsi a contatto coi raggi del sole diretti, questa tecnica trova quindi la sua posizione migliore sul lato sud, e in secondo luogo nei lati est ed ovest. Spesso viene utilizzata anche a nord dove però prevarrà più l'aspetto di raffrescamento estivo più di quello invernale.

### Riferimento:



Il pavimento dovrà essere costituito da materiali da costruzione "pesanti", primo tra tutti il calcestruzzo, ed essere ripartiti in superfici di poco spessore in modo da migliorare l'effetto nei cicli di tempo corti giorno-notte. Sostituirlo quindi con un strato di cemento - di spessore minimo 10 cm - può presentarsi come un'ottima scelta di riqualificazione edilizia.

Il calore dovrà essere immagazzinato durante il giorno quando l'abitazione genericamente si trova priva di utenza, soprattutto per motivi lavorativi, e riemesso alla sera o alla notte.

*Immagine di un pavimento in cemento.*

### INTERVENTI SEMPLICI

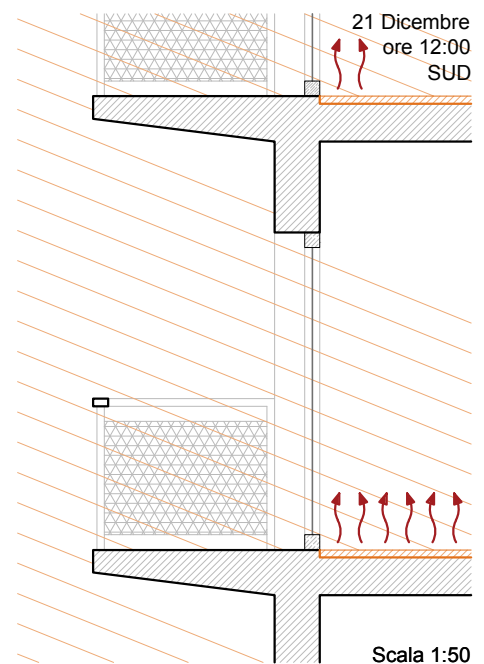
L'INTERNO DELL'EDIFICIO:  
- LA MASSA DELL'EDIFICIO

Il corso dell'anno: ● ○ ○

La massa può essere utilizzata sia per immagazzinare il calore diurno nella stagione fredda sia per accumulare il fresco della sera nella stagione calda.

Orientamento utile: ○ ● ○

Ovest | ■ | Est  
Sud



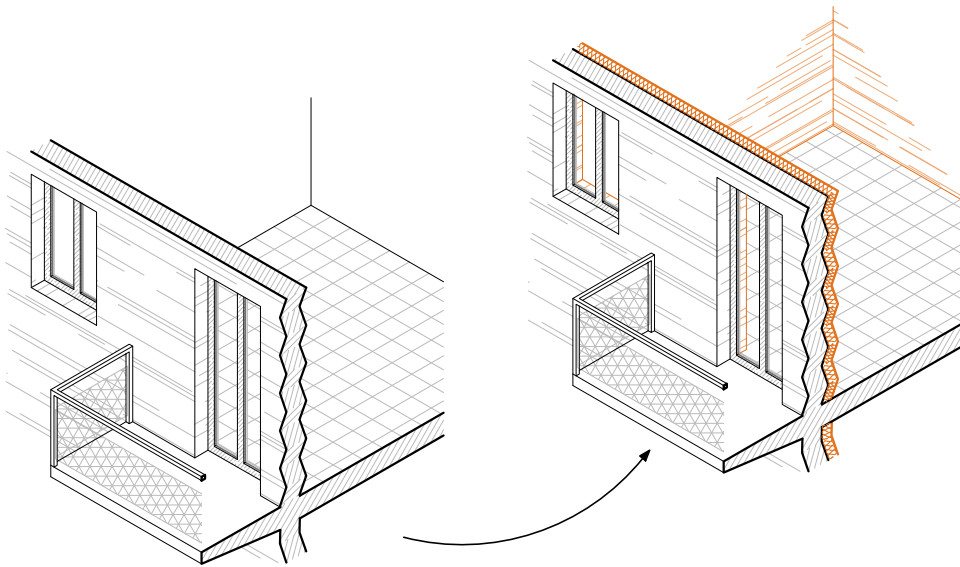
### Guadagno energetico:

Come citato, tale tecnica non produce direttamente un guadagno energetico. Il guadagno energetico è dovuto al guadagno diretto del sole in ingresso. Questa tecnica sposta l'energia del sole dal giorno alla sera o alla notte.

L'energia del sole viene quindi spostata da momenti temporali dove l'edificio viene poco utilizzato a momenti in cui l'edificio viene maggiormente utilizzato.



## 2.11 IL CAPPOTTO INTERNO



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'interno dell'edificio senza modificarne l'aspetto esteriore. Interviene sulla quantità e sul tipo di isolamento interno.

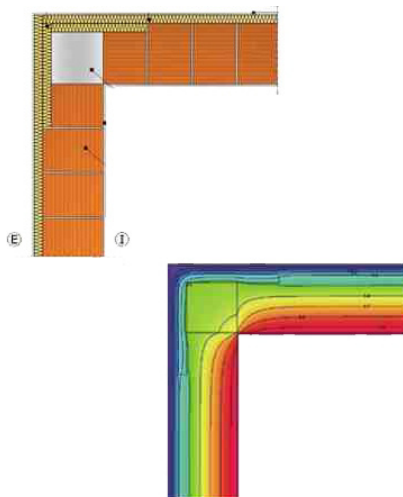
Il cappotto interno agisce direttamente sulla resistenza dell'involucro dell'edificio al passaggio del calore per conduzione che si produce quando esiste una differenza tra la temperatura dell'aria esterna e quella dell'aria interna. In un edificio molto isolato lo scambio energetico interno-esterno è ridotto e quindi si hanno poche dispersioni di calore durante il periodo freddo con una diminuzione del consumo energetico dell'impianto.

Questo sistema è utile in tutto il corso dell'anno, impedisce al calore estivo esterno di entrare per convezione attraverso le pareti. Viene considerato in tale periodo quindi solo se si possiede un impianto di climatizzazione.

Questa tecnica è idonea in tutti gli orientamenti. Specifico per ogni orientamento dovrà essere il tipo e la quantità dell'isolante, è raccomandabile aumentarlo negli orientamenti in cui le condizioni esterne sono più estreme.

La tecnica consiste nell'applicare alle pareti dei pannelli isolanti con appositi sistemi di fissaggio come colle o tasselli oppure nel creare una controparete anche con pannelli accoppiati di isolante e pannelli rigidi (come cartongesso, OSB, sughero...).

### Riferimento:



La trasmittanza termica della parete può variare da 1,05 W/m<sup>2</sup>k per una parete non isolata a 0,28 W/m<sup>2</sup>k per la stessa parete con 10 cm di isolamento.

Meno efficace di un cappotto esterno questa tecnica trova molte qualità positive come la facilità di applicazione e manutenzione, la possibilità di mantenere immutata la facciata esterna e il costo ridotto.

*Immagine del comportamento di una parete con isolamento a cappotto.  
In alto: configurazione geometrica del nodo costruttivo.  
In basso: risultato dell'analisi termica.*

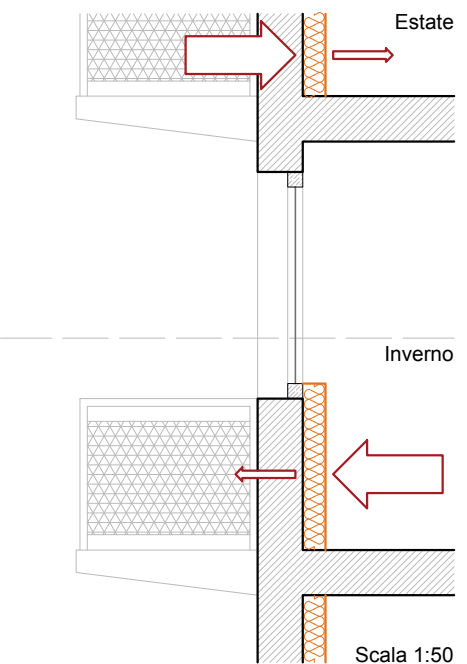
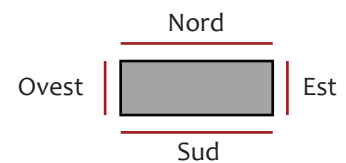
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INTERNO DELL'EDIFICIO:  
- L'ISOLAMENTO INTERNO

Il corso dell'anno: ● ○ ○

Il cappotto interno riduce la trasmittanza termica, quindi aumenta la resistenza termica dell'involucro dell'edificio, portando benefici durante l'intero corso dell'anno.

Orientamento utile: ● ○ ○



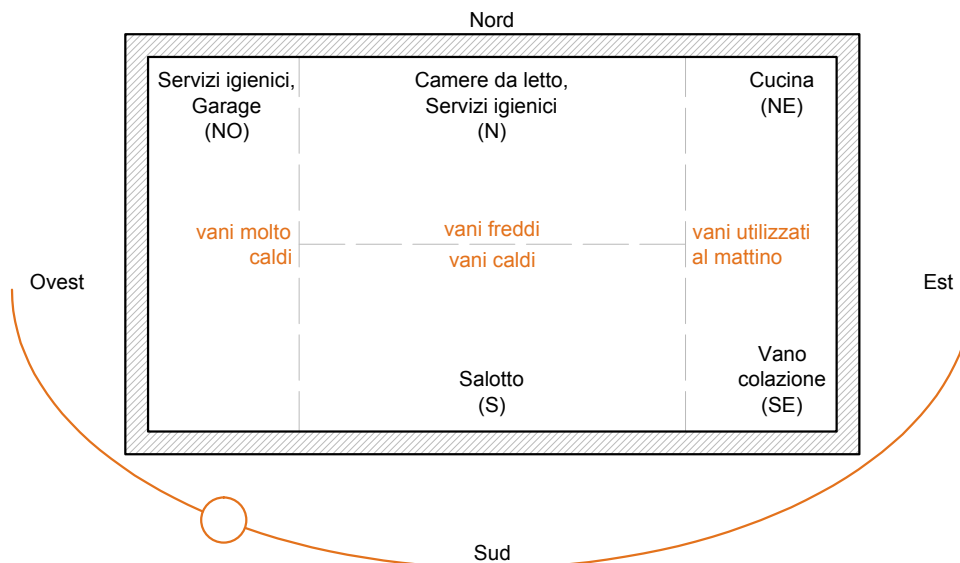
### Guadagno energetico:

Schede tecniche di produttori specializzati in tale tecnologia citano per un comune cappotto interno guadagni medi complessivi un bolletta del 10%, a fronte di un guadagno complessivo del 40% di un cappotto esterno.

## 2.12 LA POSIZIONE DEI VANI

### INTERVENTI SEMPLICI

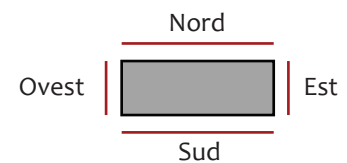
L'INTERNO DELL'EDIFICIO:  
- LA DISTRIBUZIONE INTERNA



Il corso dell'anno: ○ ● ○

In una programmazione ben dettagliata delle parti di un edificio l'orientamento dei vani può trarre vantaggi in tutto l'arco dell'anno.

Orientamento utile: ● ○ ○



### Descrizione:

La distribuzione interna non interviene sulla facciata dell'edificio e non ne modifica quindi l'aspetto esteriore.

Anche se non di semplice applicazione, come invece possono essere le altre tecniche, una corretta posizione dei vani, oltre che ad un miglior benessere può offrire anche risparmi energetici. Tale tecnica viene applicata solo all'interno dell'edificio, la facciata esterna rimane immutata. Rientra nel campo della distribuzione interna quindi agisce qualitativamente sulla corretta progettazione degli ambienti abitativi.

Il corretto posizionamento dei vani, per essere ben progettato, dovrà analizzare la forma esistente dell'appartamento e gli orientamenti che essa ha a disposizione. Possiamo dire che tale tecnica, nella sua applicazione, dipenda caso per caso.

In una programmazione ben dettagliata delle parti di un edificio il corretto orientamento dei vani può portare vantaggi in tutto l'arco dell'anno anche se generalmente occorre considerare che, in questo clima, durante l'estate le condizioni ambientali desiderate risultano invertite rispetto a quelle invernali.

Tale tecnica si applica a tutta l'abitazione e quindi comprende tutti i suoi orientamenti.

Dal punto di vista climatico è importante che:

Gli spazi principali - quelli che richiedono il maggior controllo delle condizioni di comfort ambientale che, in genere, sono quelli destinati a una permanenza continua di persone al loro interno, come le zone di soggiorno, camere da letto, sale da pranzo e così via - siano orientati a sud, sud-est o sud-ovest, in quanto questo permette l'accumulo di energia radiante in inverno senza il pericolo di un sovrariscaldamento estivo.

Gli spazi secondari - quelli che permettono una certa flessibilità delle condizioni ambientali, generalmente ad uso discontinuo come i corridoi - possono essere utilizzati come barriera di protezione verso gli orientamenti meno favorevoli, proteggendo quelli principali dalle condizioni esterne.

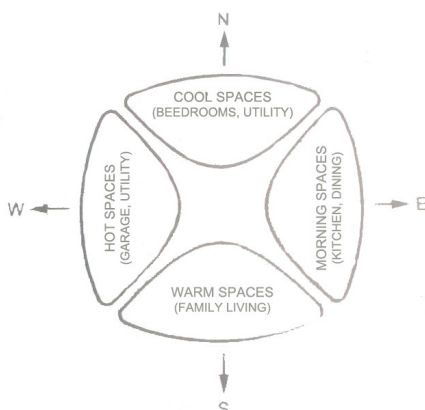
Gli spazi indipendenti - e cioè quelli che hanno caratteristiche ambientali proprie, quelli non ambientalmente integrati con il resto dell'edificio, ad esempio la cucina se non svolge anche il ruolo di sala da pranzo - possono essere distribuiti con una certa libertà, sempre considerando la loro funzione, evitando per quanto possibile gli orientamenti meno favorevoli, che potrebbero renderne difficile l'uso.

Nel territorio di Milano una soluzione pratica può essere:

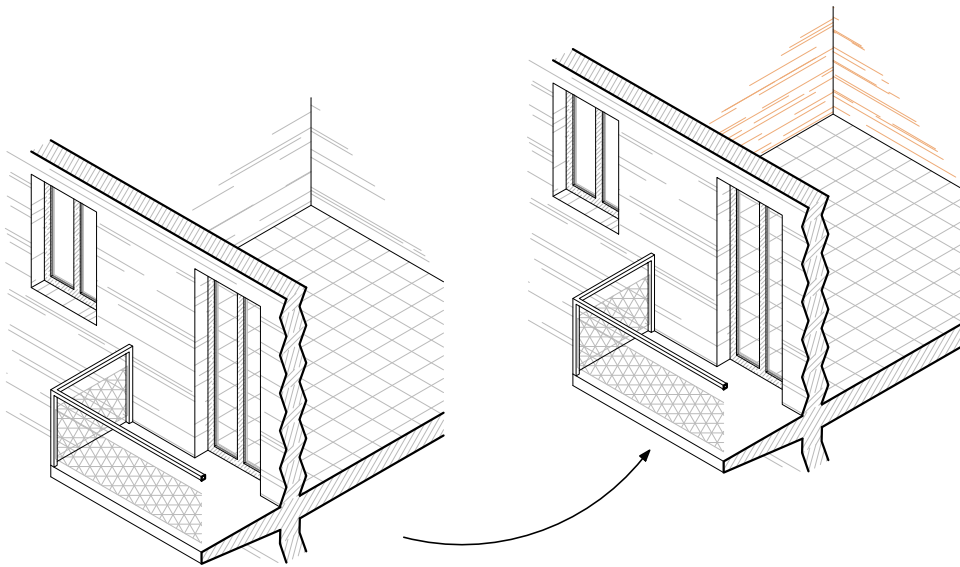
- Il soggiorno e i vani principali vanno posizionati a sud per ricevere i raggi solari.
- Il vano cucina è ottimamente posizionato a nord-est perché necessita di poco calore.
- Il vano per la colazione vuole locarsi a sud-est per ricevere la luce del mattino.
- I servizi e i garage si localizzano a nord-ovest per tamponare il freddo invernale e il caldo estivo.
- Le camere da letto vanno posizionate a nord perché vengono usate molto poco durante il giorno.

A fianco: orientamento ottimale invernale secondo libro "Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects" di Lechner & Norbert.

### Riferimento:



## 2.13 IL COLORE DEL MATERIALE MASSIVO INTERNO



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'interno dell'edificio senza modificarne l'aspetto esteriore. Interviene sulla qualità dei colori delle rifiniture interne.

Rientra nel campo dei colori dei materiali e quindi agisce sulle loro proprietà di assorbire il calore o di respingere i raggi solari.

E' strettamente collegata al campo dei sistemi ad accumulo interni che utilizzano la massa: sistemi formati da elementi di grande capacità termica collocati all'interno dell'edificio.

Il colore scuro, applicato a tutti quei materiali che noi cataloghiamo come accumulatori di calore dovranno essere dipinti con colori scuri così da potenziare il loro effetto. Durante la stagione estiva però se le aperture non sono ben schermate e i materiali massivi vengono a contatto con i raggi del sole tale tecnica può creare discomfort senza comunque variare il comportamento energetico dell'edificio.

I materiali oggetto di modifica cromatica sono materiali con grande capacità termica che traggono guadagno dai raggi solari, questa tecnica trova quindi la sua posizione migliore sul lato sud, e in secondo luogo nei lati est ed ovest. Spesso viene utilizzata anche a nord dove però si utilizzerà la luce diffusa, meno efficace.

Ricordo che gli elementi che dovranno avere caratteristiche cromatiche scure sono gli elementi progettati per immagazzinare il calore: questi elementi devono essere costituiti da materiali da costruzione "pesanti", primo tra tutti il calcestruzzo, ed essere ripartiti in superfici di poco spessore in modo da migliorare l'effetto nei cicli di tempo corti giorno-notte.

### Riferimento:



L'immagine rappresenta una parete adibita ad accumulo che è stata pitturata di nero.

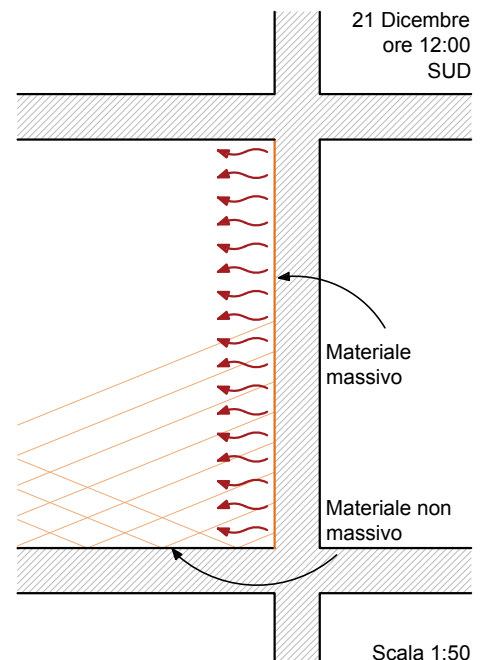
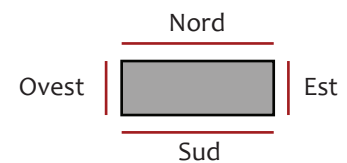
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INTERNO DELL'EDIFICIO:  
- I COLORI NELL'INTERNO

Il corso dell'anno: ○ ● ○

Il colore scuro del materiale massivo interno se le aperture non sono ben schermate può portare svantaggi in estate.

Orientamento utile: ○ ● ○

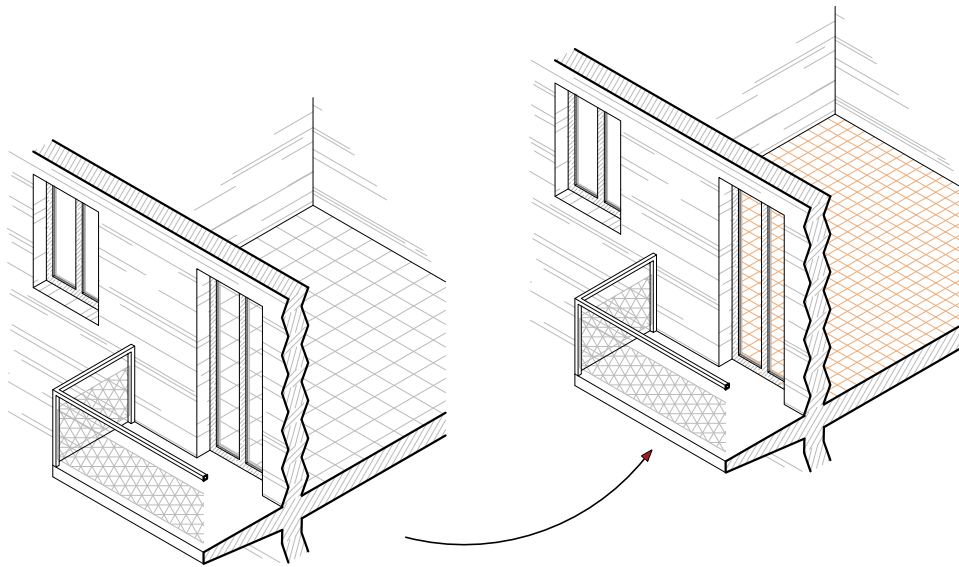


### Guadagno energetico:

Tale tecnica, basandosi sulle tecniche di ripartizione temporale del calore, non produce direttamente un guadagno energetico. Il guadagno energetico è dovuto al guadagno diretto del sole in ingresso. Questa tecnica sposta l'energia del sole dal giorno alla sera o alla notte.

L'energia del sole viene quindi spostata da momenti temporali dove l'edificio viene poco utilizzato a momenti in cui l'edificio viene maggiormente utilizzato.

## 2.14 IL COLORE DEL MATERIALE NON MASSIVO



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'interno dell'edificio senza modificarne l'aspetto esteriore. Interviene sulla qualità dei colori delle rifiniture interne.

Rientra nel campo dei colori dei materiali e quindi agisce sulle loro proprietà di assorbire il calore o di respingere i raggi solari.

Il colore chiaro riflette i raggi del sole su tutte quelle superfici che necessitano di calore. Può essere quindi collegata al campo dei sistemi ad accumulo interni che utilizzano la massa: sistemi formati da elementi di grande capacità termica collocati all'interno dell'edificio.

Il colore chiaro rifletterà i raggi solari indesiderati su superfici che invece ne necessitano. Tale caratteristica di riflessione è utile anche nelle stagioni più calde per riflettere il calore limitandone l'accumulo nel materiale.

Tale tecnica può essere utilizzata in tutti gli orientamenti, il colore chiaro oltre alle caratteristiche termiche citate porta con sé molti benefici in termini luminosi.

Ricordo che gli elementi che dovranno avere caratteristiche cromatiche chiare devono essere principalmente utilizzati per riflettere i raggi del sole su tutti quegli elementi progettati per immagazzinare il calore: questi elementi devono essere costituiti da materiali da costruzione "pesanti".

### Riferimento:



L'immagine rappresenta una parete adibita ad accumulo che è stata pitturata di nero.

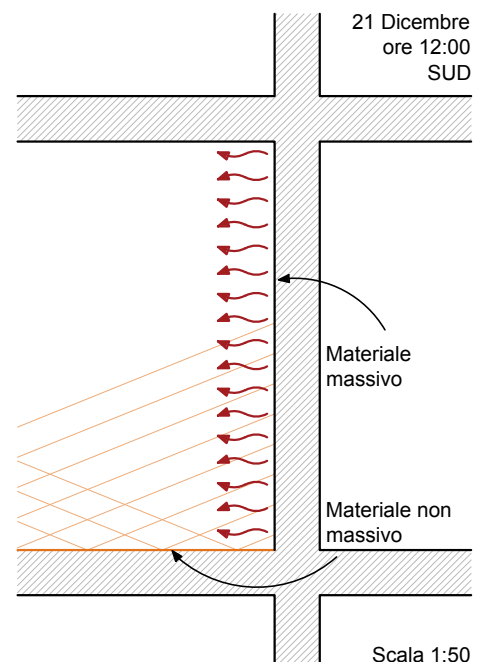
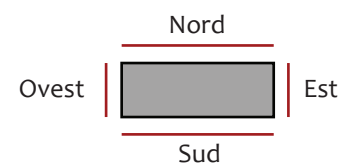
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INTERNO DELL'EDIFICIO:  
- I COLORI NELL'INTERNO

Il corso dell'anno: ● ○ ○

Il colore chiaro è utile anche nella stagione calda perchè respinge i raggi solari ed allontana il calore

Orientamento utile: ● ○ ○



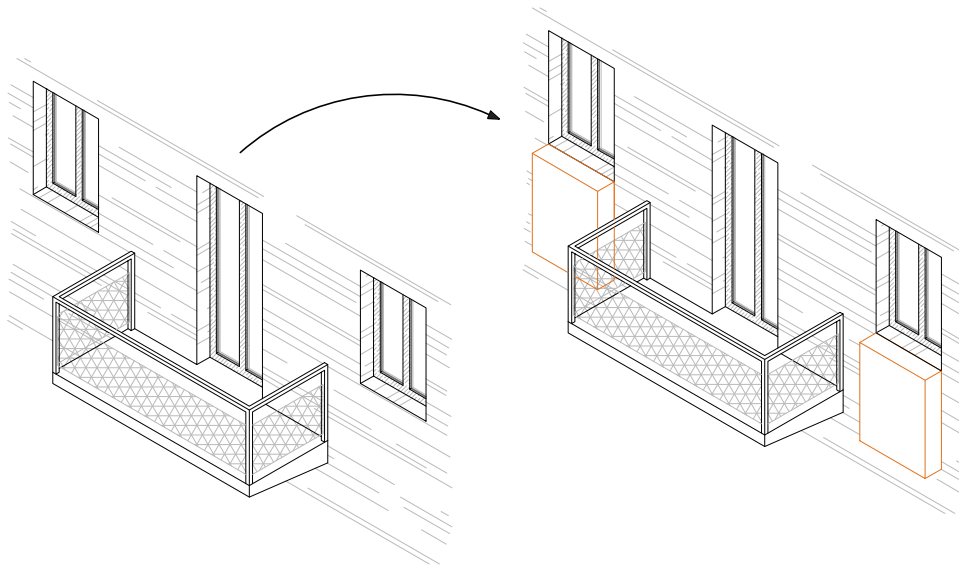
### Guadagno energetico:

Tale tecnica, basandosi sulle tecniche di ripartizione temporale del calore, non produce direttamente un guadagno energetico. Il guadagno energetico è dovuto al guadagno diretto del sole in ingresso. Questa tecnica sposta l'energia del sole dal giorno alla sera o alla notte.

L'energia del sole viene quindi spostata da momenti temporali dove l'edificio viene poco utilizzato a momenti in cui l'edificio viene maggiormente utilizzato.



## 2.15 COLLETTORI SOLARI ESTERNI PER L'ARIA INTERNA



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica l'aspetto dell'edificio. Interviene con funzione impiantistica nell'edificio.

La sua funzione è una funzione impiantistica in quanto si tratta di un sistema di captazione esterna che utilizza l'aria interna.

I collettori esterni per l'aria interna calda sono simili nella concezione ai collettori solari ad acqua con la differenza del tipo di fluido termovettore. Riscaldando l'aria tale tecnica permette di ridurre le emissioni di inquinanti legate alla combustione e di ottenere quindi un guadagno energetico ed economico.

Questo sistema scalda l'aria utilizzando i raggi solari invernali. Nella stagione calda non trova utilità.

Utilizzando l'irradiazione diretta del sole come fonte di guadagno del calore tale tecnica trova la sua collocazione ottimale nell'orientamento a sud, non si esclude però un suo utilizzo anche ad est ed a ovest.

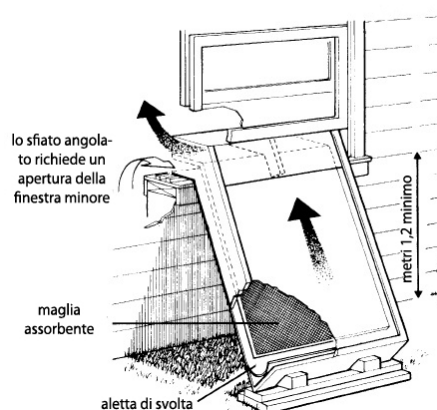
I pannelli sono costituiti da una superficie vetrata o metallica esterna ed una interna scura rivestita con un vernici selettive in grado di massimizzare l'assorbimento della radiazione solare. Il sistema assorbe il calore del sole e lo trasferisce all'aria che circola all'interno di una serpentina che ha il compito di rallentare il flusso e consentire un maggiore assorbimento di calore, per poi essere riemessa direttamente nell'ambiente.

I collettori solari ad aria calda costituiscono un utile sistema in particolare nel caso di edifici esistenti se la facciata non presenta vincoli normativi.

Questo sistema può essere a circolazione naturale o forzata, nel caso in cui venga installata una ventola con il compito di regolare il flusso di aria calda negli ambienti, attivandolo quando la temperatura dell'aria è sufficientemente elevata e bloccandolo quando gli ambienti hanno raggiunto una temperatura sufficiente.

*Immagine di un collettore solare.*

### Riferimento:



### INTERVENTI SEMPLICI

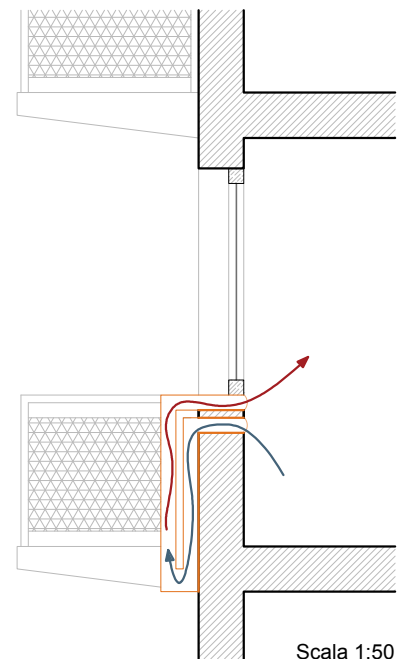
GLI IMPIANTI:  
- GLI IMPIANTI BIOCLIMATICI

Il corso dell'anno: ○ ● ○

Il sistema è utile solo nel periodo invernale. Tale tecnica non trova funzione nella stagione calda.

Orientamento utile: ○ ● ○

Ovest | ■ | Est  
Sud

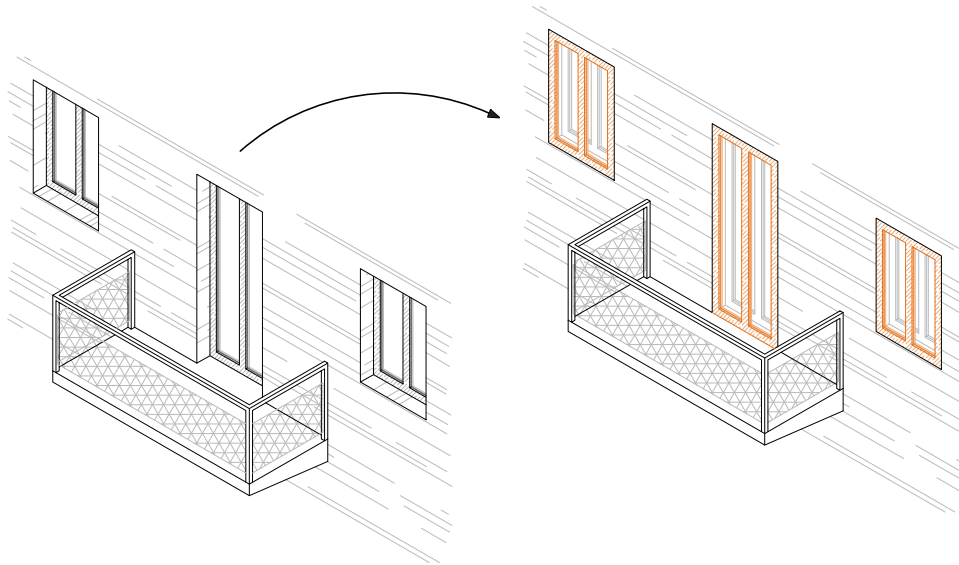


### Guadagno energetico:

Questo sistema fornisce allo spazio abitato aria calda ad una temperatura tanto più elevata quanto maggiore è la superficie dell'elemento collettore, a parità di condizioni di soleggiamento.

Una parte dell'energia termica fornita dal collettore può essere dirottata verso la massa di accumulo e da questa restituita all'ambiente, durante le ore notturne per convezione, o per conduzione e convezione.

## 2.16 LA DOPPIA FINESTRATURA



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'involucro e sulle sue proprietà isolanti esterne.

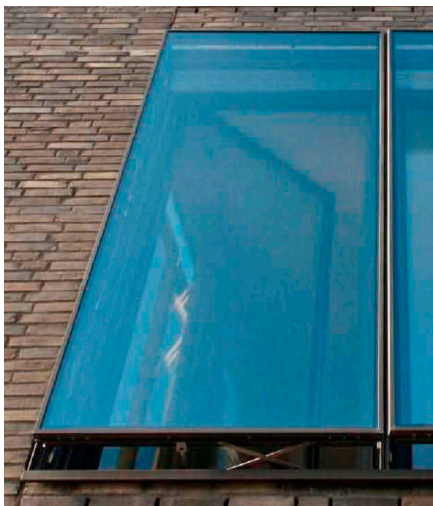
Il suo comportamento nella stagione invernale sarà di captare e utilizzare l'energia solare con funzionamento della doppia facciata come sistema solare passivo per il guadagno termico dell'edificio, nello specifico ha la funzione fondamentale di captare l'energia solare e di determinare l'effetto serra all'interno della intercapedine d'aria per restituire poi il calore all'interno dell'edificio.

Nella stagione fredda si potrà contare sia sulla tecnica del guadagno solare sia del miglioramento di isolamento, in quella più calda si sfrutterà solo la seconda qualità.

Grazie alla sua caratteristica di portare un forte miglioramento nella resistenza termica dell'involucro edilizio, tale tecnica si potrà utilizzare su tutti gli orientamenti.

Nello specifico la superficie vetrata esterna ha la funzione fondamentale di captare l'energia solare e di determinare l'effetto serra all'interno della intercapedine d'aria, dalle sue caratteristiche fisico-tecniche dipende la quantità di calore dispersa per trasmissione verso l'esterno e di conseguenza il livello di temperatura che caratterizza l'interno dell'intercapedine.

### Riferimento:



L'intercapedine ventilata può essere percorribile o no in funzione dello specifico spessore, variabile da un minimo di circa 20 cm fino ai 150 cm ed oltre. Lo spazio intercapedine assolve ad una funzione tipo "serra solare", ovvero costituisce una sorta di intermediazione climatica, tra spazio interno ed esterno.

La superficie vetrata interna costituisce l'effettiva partizione esterna verticale dello spazio abitato, la sua specifica delimitazione fisica definisce la separazione tra questo e lo spazio dell'intercapedine. Dalle sue specifiche caratteristiche fisico-tecniche dipende la quantità di calore in ingresso negli spazi interni.

*Immagine di una doppia finestra esterna.*

### INTERVENTI MULTIPLI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:

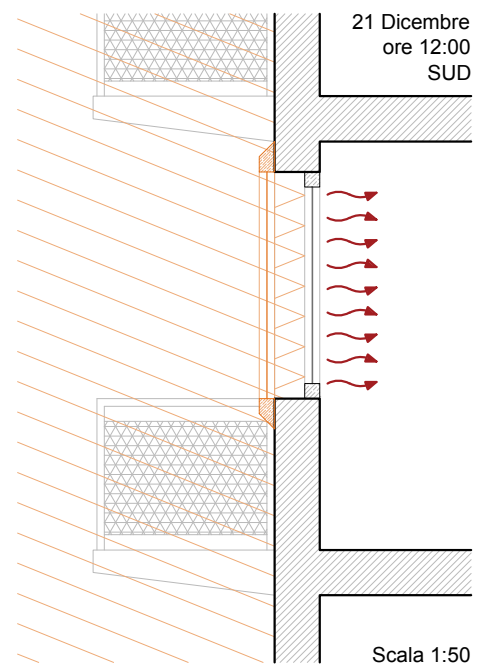
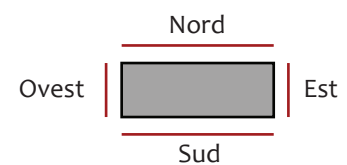
- LA TRASPARENZA
- L'ISOLAMENTO

Il corso dell'anno:



La sua caratteristica di aumentare la resistenza termica dell'elemento fa sì che tale tecnica possa portare benefici per tutto il corso dell'anno.

Orientamento utile:



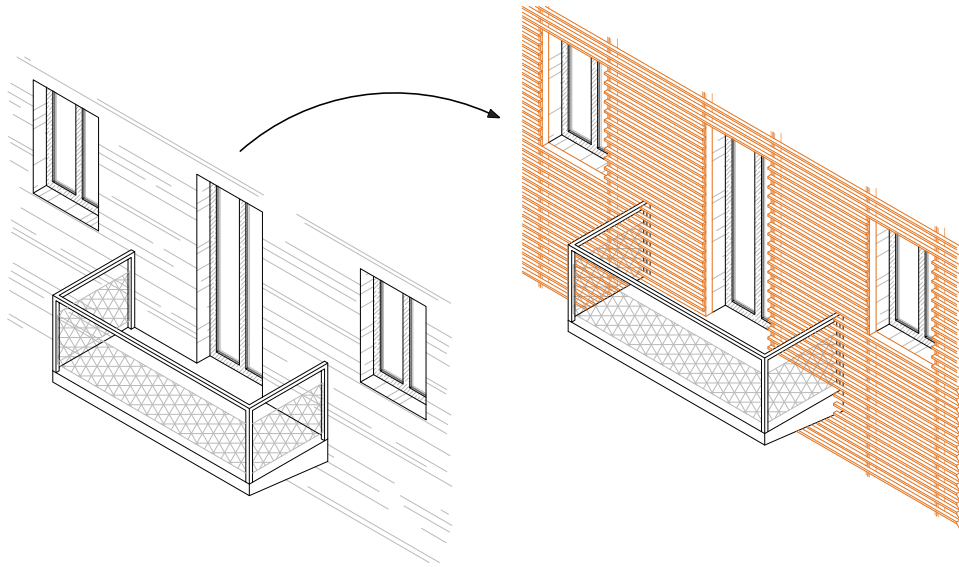
### Guadagno energetico:

Non si hanno sufficienti dati per analizzare questo ambito per quanto riguarda l'aspetto del guadagno solare.

Il guadagno energetico riferito alla sua componente isolante è direttamente collegato al tipo di finestre installate e al tipo di isolamento complessivo dell'edificio.

Schede tecniche di produttori specializzati in tale tecnologia citano per la sostituzione di tutti i serramenti una guadagno energetico annuale fino al 40%.

## 2.17 IL MURO DI TROMBE



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica l'aspetto dell'edificio. Interviene sui sistemi ad accumulo, in questo caso esterni, grazie all'utilizzo della massa, sulle sue proprietà isolanti esterne e sulle aperture dell'edificio e quindi sulla permeabilità dell'involucro all'aria.

Il principio base è captare la radiazione solare tramite un elemento di accumulo che immagazzina energia per cedere successivamente il calore all'ambiente interno. Il muro di Trombe è un muro massivo a facciata, dotato di un elemento di accumulo verticale con aperture nella parte inferiore e superiore, protetto da un vetro e rifinito con una superficie selettiva calda o di colore scuro.

Tale sistema può portare guadagni energetici all'edificio in tutto il corso dell'anno in quanto scaldando l'aria grazie ai raggi solari porta calore all'interno dell'edificio, mentre in estate l'aria calda viene portata fuori allontanandola dall'involucro edilizio. Un maggior guadagno avviene in estate se la parete viene schermata da frangisole.

Sul lato nord tale tecnica non porterà i benefici portati dal sole e, il solo guadagno termico dovuto all'incremento di isolamento non giustifica i costi tale tecnologia.

Questa tecnica è di semplice applicazione nelle ristrutturazioni, tramite l'applicazione di un vetro, però può essere realizzata solo in quegli edifici che hanno pareti esistenti massive (es. muri mattoni pieni, muri in cemento, muri in pietra...).

Si può evitare l'inversione della circolazione d'aria nelle ore notturne inserendo valvole manuali o automatiche nelle aperture del muro. L'inversione della circolazione d'aria può essere evitata anche prolungando la camera d'aria al di sotto del pavimento interno e collocando le aperture a questo livello in modo tale da realizzare un effetto "sifone".

*Immagine di un muro di Trombe schermato da oscuranti mobili.*



### INTERVENTI MULTIPLI

#### L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:

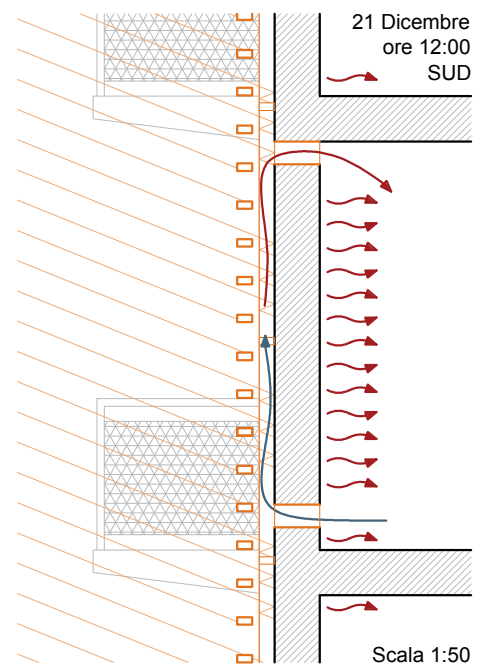
- LA MASSA DELL'EDIFICIO
- LE APERTURE
- L'ISOLAMENTO
- I COLORI DELL'INVOLUCRO

#### Il corso dell'anno:



Il muro di Trombe nel periodo estivo assume le caratteristiche di parete ventilata. L'edificio quindi riesce a trarre vantaggi in entrambe le stagioni, quella calda e quella fredda.

#### Orientamento utile:



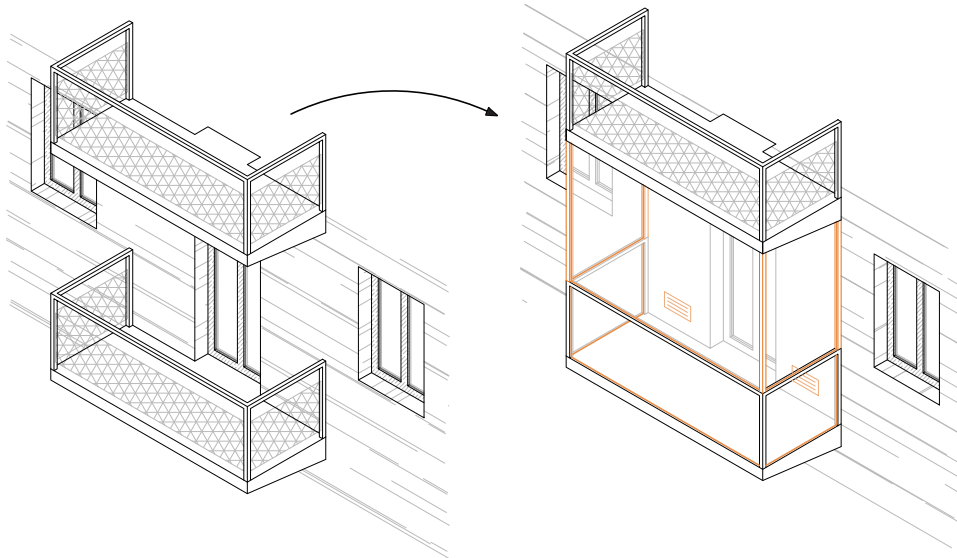
### Guadagno energetico:

Secondo il libro "energia nel progetto di architettura" i valori tipici sono:  $r = 0,27$  ed  $f = 0,8$ .

Dove il rendimento di captazione ( $r$ ) è dato dalla relazione tra l'energia che entra nell'ambiente e l'energia radiante incidente, mentre il fattore di ritardo ( $f$ ) esprime l'uniformità nel tempo dell'entrata di energia nell'arco delle 24 ore, come rapporto fra l'energia entrante nelle ore in cui non vi è radiazione solare (notte) ed energia media entrante nell'arco delle 24 ore.



## 2.18 LA SERRA SUL BALCONE



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento comprende in se tematiche sia interne che esterne. Interviene sui sistemi ad accumulo, in questo caso esterni, grazie all'utilizzo della massa, sulle sue proprietà isolanti esterne e sulla trasparenza dell'edificio controllando e modificando direttamente l'ingresso della radiazione solare. Interviene anche sui sistemi ad accumulo, in questo caso interni, grazie all'utilizzo della massa.

Il principio base è l'interposizione tra l'ambiente esterno e quello interno di uno spazio che capta l'energia solare. La radiazione che entra nella serra viene assorbita, trasformata in calore e ceduta all'ambiente interno per conduzione, attraverso la parete di separazione, o per convezione, attraverso delle aperture.

Tale sistema trova il suo maggior utilizzo nella stagione invernale, in quella estiva il sistema viene aperto per permettere la ventilazione al suo interno e per evitare surriscaldamenti indesiderati.

Sul lato nord tale tecnica non porterà i benefici portati dal sole e, il solo guadagno termico dovuto all'incremento di isolamento non giustifica i costi di tale tecnologia.

In una riqualificazione edilizia le serre solari vengono applicate in facciata modificandone l'aspetto. Esse si possono facilmente applicare ai balconi esterni esistenti semplicemente applicando degli elementi finestrati sui tre lati a creare un ambiente chiuso e definito.

### Riferimento:



In interventi più complessi tale tecnica si può applicare anche ad aperture più piccole creando strutture apposite esterne che interessano tutta la facciata dell'edificio.

Immagine di serre solari applicate ai balconi.

### INTERVENTI MULTIPLI

#### L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:

- LA MASSA DELL'EDIFICIO
- LE APERTURE
- LA TRASPARENZA

#### L'INTERNO DELL'EDIFICIO:

- LA MASSA INTERNA

### Il corso dell'anno:

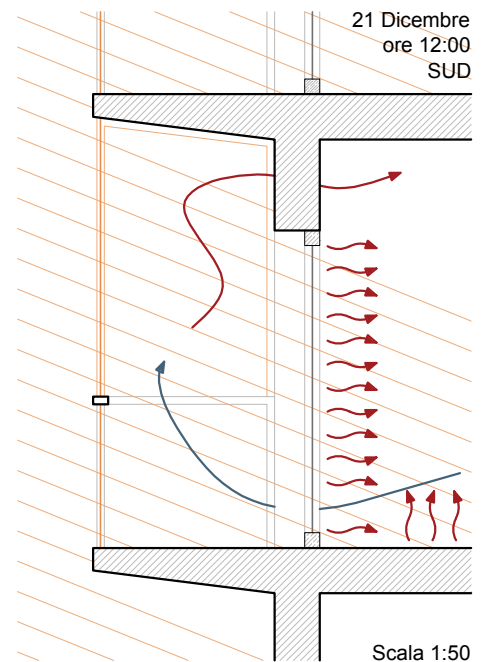


La serra solare porta benefici nel periodo invernale. Nel periodo opposto viene opportunamente aperta e ventilata: non porta quindi svantaggi in tale periodo.

### Orientamento utile:



Ovest |  | Est  
Sud



### Guadagno energetico:

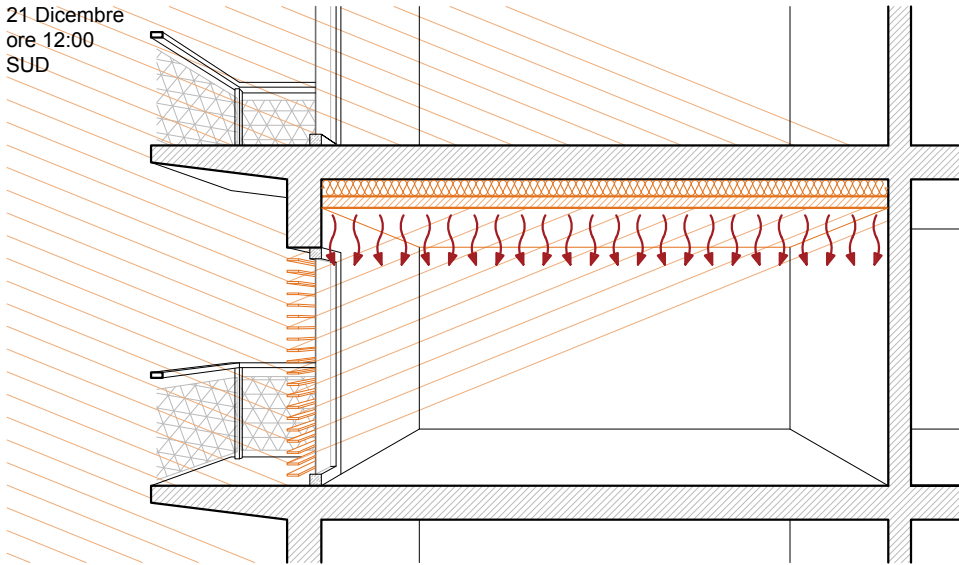
Secondo il libro "energia nel progetto di architettura" i valori tipici sono:  $r = 0,30$  ed  $f = 0,3$

Dove il rendimento di captazione ( $r$ ) è dato dalla relazione tra l'energia che entra nell'ambiente e l'energia radiante incidente, mentre il fattore di ritardo ( $f$ ) esprime l'uniformità nel tempo dell'entrata di energia nell'arco delle 24 ore, come rapporto fra l'energia entrante nelle ore in cui non vi è radiazione solare (notte) ed energia media entrante nell'arco delle 24 ore.



## 2.19 CREARE MASSA INTERNA SUL SOFFITTO

21 Dicembre  
ore 12:00  
SUD



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento comprende in se tematiche sia interne che esterne. Interviene sulla trasparenza dell'involucro, sulle sue proprietà isolanti interne e sui sistemi ad accumulo interni che utilizzano materiali dotati di inerzia termica.

I sistemi di accumulo interni sono formati da materiali di grande capacità termica collocati all'interno dell'edificio. Questi materiali, grazie alla loro caratteristica di inerzia termica stabilizzano la temperatura nel tempo immagazzinando il calore diurno distribuendolo durante la sera o la notte dello stesso giorno.

Tale tecnica, anche se con modalità differenti, trova utilizzo durante tutto il corso dell'anno. Infatti nella stagione diametralmente opposta progettando correttamente le aperture per portare a soffitto i venti serali si potrà immagazzinare il fresco delle brezze della sera (vedi immagine a destra) che verranno ripartite poi durante il giorno.

Per un ottimo guadagno il materiale massivo dovrà collocarsi a contatto coi raggi del sole diretti, questa tecnica trova quindi la sua posizione migliore sul lato sud, e in secondo luogo nei lati est ed ovest. Spesso viene utilizzata anche a nord dove però prevarrà più l'aspetto di raffrescamento estivo.

Gli elementi finestrati dovranno essere dotati di lamelle orientabili che indirizzando la luce sul soffitto.

### Riferimento:



Il controsoffitto dovrà essere costituito da pannelli costituiti da materiali da costruzione "pesanti" ed essere ripartiti in superfici di poco spessore in modo da migliorare l'effetto nei cicli di tempo corti giorno-notte. In commercio esistono svariati tipi di pannelli in cemento e simili. Per un ottimo guadagno termico lo spessore del materiale pesante dovrà essere quanto più vicino ai 10 cm di spessore.

Lo strato di isolamento dovrà separare lo strato massivo con il solaio superiore per evitare la dispersione del calore.

Limite di tale tecnica è l'altezza del vano che dovrà essere superiore a 2,7 m.

A sinistra finestra con frangisole orientabili

### INTERVENTI MULTIPLI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:

- LA TRASPARENZA

L'INTERNO DELL'EDIFICIO:

- LA MASSA INTERNA

- L'ISOLAMENTO INTERNO

- I COLORI NELL'INTERNO

### Il corso dell'anno:



La massa può essere utilizzata sia per immagazzinare il calore diurno nella stagione fredda sia per accumulare il fresco della sera nella stagione calda.

### Orientamento utile:

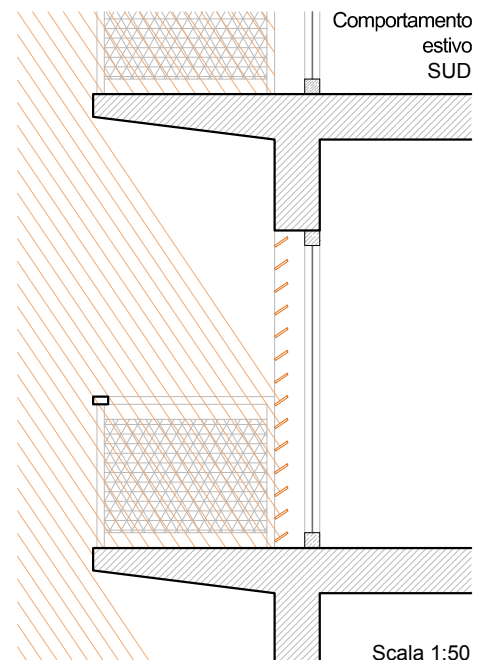


Ovest



Est

Sud



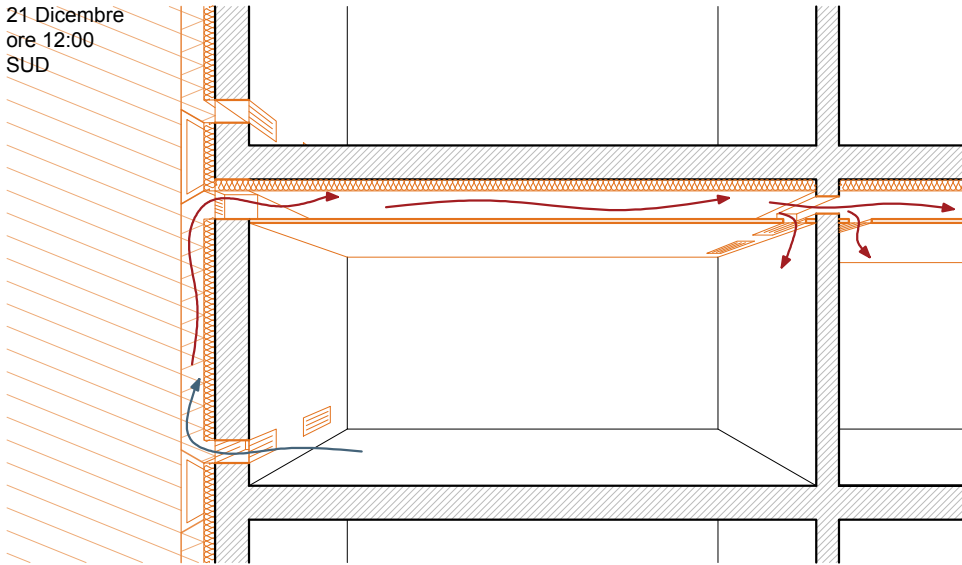
### Guadagno energetico:

Questa tecnica non produce un guadagno energetico diretto, ma distribuiscono l'energia dai momenti in cui se ne ha meno bisogno a momenti più idonei. Il suo funzionamento rende tale tecnica adatta a mitigare gli effetti delle oscillazioni della temperatura esterna grazie al calore del sole.

L'energia del giorno viene quindi spostata da momenti temporali dove l'edificio viene poco utilizzato a momenti in cui l'edificio viene maggiormente utilizzato.

## 2.20 IL SISTEMA BARRA-COSTANTINI

21 Dicembre  
ore 12:00  
SUD



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento comprende in se tematiche sia interne che esterne. Interviene sulle aperture dell'involucro esterno e sulle sue proprietà isolanti.

Ha la funzione di captare l'energia solare e di trasferirla all'ambiente interno per convezione sotto forma di calore. E' un sistema formato da un vetro esterno applicato ad una parete che crea un'intercapedine che funge da collettore ad aria. Quest'ultima è collegata superiormente a dei canali che percorrono il solaio e che svolgono le funzioni di distribuzione, di accumulo e di corpo scaldante.

In estate l'aria che si scalda nel camino solare, anziché essere immessa nei canali del solaio, viene scaricata all'esterno aprendo apposite valvole (a farfalla) alla sommità dello stesso, il suo moto richiama aria dal basso contribuendo alla ventilazione degli ambienti interni (vedi immagine a destra).

Sul lato nord tale tecnica non porterà i benefici portati dal sole e, il solo guadagno termico dovuto all'incremento di isolamento non giustifica i costi di tale tecnologia.

La parete esterna è costituita da un vetro esterno applicato ad una parete, tra la parete e l'intercapedine è collocato dell'isolante, ed all'interno dell'intercapedine è collocata una lastra metallica scura che svolge la funzione di assorbitore. L'assorbitore scalda l'aria dell'intercapedine prelevata dai vani, questa sale e percorre

i canali nel solaio ed esce da apposite bocchette negli ambienti interni.

La termocircolazione dell'aria è sempre naturale, e le perdite di carico nell'intercapedine e nei canali del soffitto pongono un limite alla profondità del corpo di fabbrica a circa sette metri.

Ad evitare l'inversione della circolazione dell'aria di notte o nei periodi di scarsa insolazione provvedono le valvole di non ritorno (membrane in plastica) disposte sulle bocchette di mandata alla base del camino solare.

Limite di tale tecnica è l'altezza del vano che dovrà essere superiore a 2,7 m.

L'immagine rappresenta un edificio servito dal sistema Barra-Costantini.

### Riferimento:



### INTERVENTI MULTIPLI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:

- LE APERTURE
- L'ISOLAMENTO
- LA MUTABILITA'
- GLI IMPIANTI BIOCLIMATICI

### Il corso dell'anno:

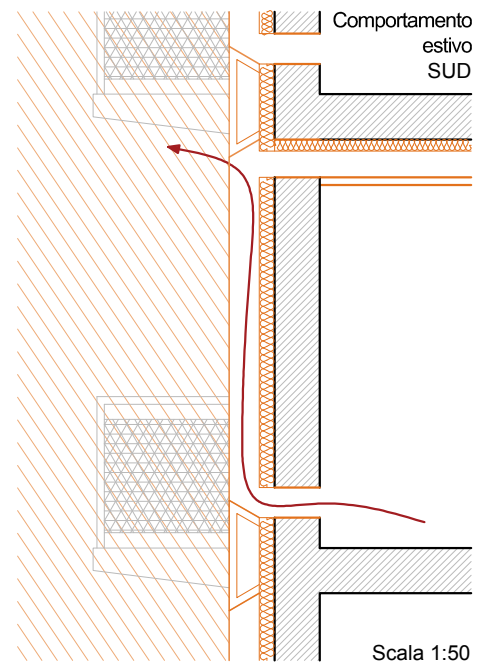


Nei periodi freddi l'aria viene riscaldata e immessa nell'edificio mentre in quelli caldi l'aria calda viene espulsa richiamando aria dai vani e aumentando la ventilazione di quest'ultimi.

### Orientamento utile:



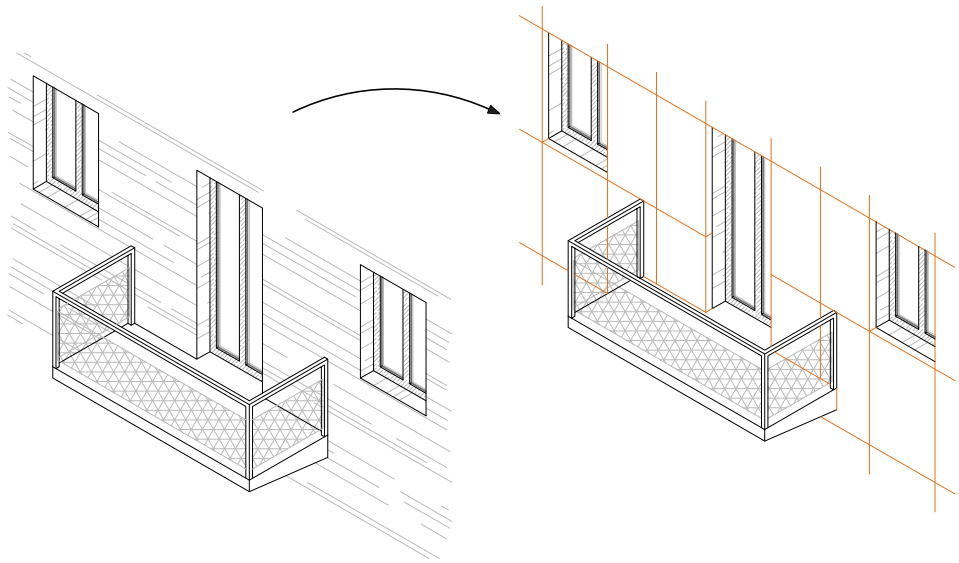
Ovest |  | Est  
Sud



### Guadagno energetico:

Non si sono riusciti a reperire, per questa tecnica, dati certi ed attendibili sul guadagno energetico che essa può apportare ad un edificio situato alla nostra latitudine e nel nostro clima.

## 2.21 LE PARETI VENTILATE



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento comprende in se tematiche esterne che modificano l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla mutabilità delle funzioni dell'involucro esterno e sulle sue proprietà isolanti.

Il sistema di facciata a parete ventilata è una tecnologia di rivestimento esterno degli edifici utile per incrementare le caratteristiche dell'isolamento termico e acustico e per risolvere le problematiche della protezione dall'umidità e dagli agenti atmosferici. Nel periodo freddo un edificio molto isolato riduce lo scambio energetico interno-esterno quindi si avranno poche dispersioni di calore.

Nel periodo caldo grazie alla struttura multistrato da cui è costituita, la facciata ventilata attiva un processo continuo di ventilazione naturale lungo la facciata eliminando l'umidità in eccesso e fornendo un contributo fondamentale al raffrescamento estivo.

Tale tecnica si adatta molto bene a tutti gli orientamenti.

Dal punto di vista tecnologico, il sistema si compone di tre strati tecnici interconnessi: uno strato isolante applicato alla parete perimetrale, normalmente costituito da pannelli semirigidi incollati al paramento murario e fissati con tasselli; una intercapedine ventilata, di 2-4 cm, (all'interno di una struttura che ha la funzione di "portare" il rivestimento esterno), aperta alla base e alla sommità della facciata, che permette la ventilazione dell'isolante; un rivestimento esterno, costituito da diversi materiali quali lastre di vario tipo, doghe, lamiera lavorate, intonaco armato, materiali lapidei o cementizi.

Le caratteristiche costruttive del sistema determinano un elevato grado di leggerezza, durabilità e riduzione dei costi, che rendono la parete ventilata una soluzione ideale per la riqualificazione delle murature perimetrali di edifici preesistenti, grazie anche alla facilità di manutenzione, determinata dalla natura della sottostruttura.

L'immagine rappresenta un edificio dotato di parete ventilata.

### Riferimento:



### INTERVENTI MULTIPLI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:

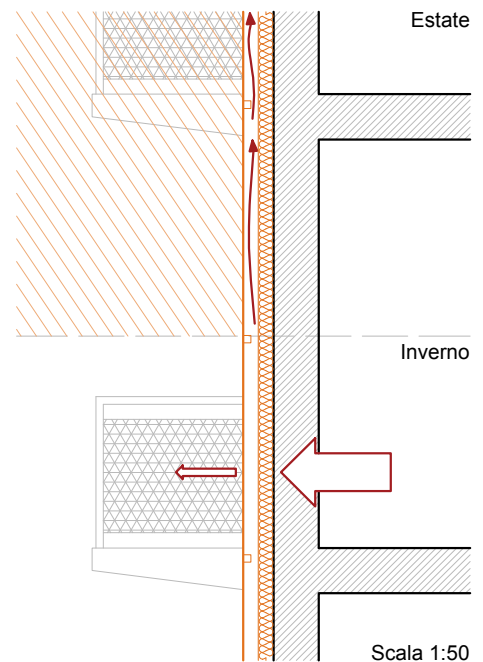
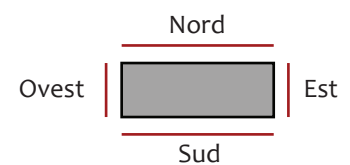
- L'ISOLAMENTO
- LA MUTABILITA'

### Il corso dell'anno:



Nel periodo caldo porta l'aria verso l'esterno tramite effetto camino raffreddando l'edificio. Nel periodo freddo l'isolamento aumenta le proprietà termiche dell'edificio.

### Orientamento utile:



### Guadagno energetico:

Non si sono riusciti a reperire, per questa tecnica, dati certi ed attendibili sul guadagno energetico che essa può apportare ad un edificio situato alla nostra latitudine e nel nostro clima.





# 3 | CAPITOLO: OMBRA IN ESTATE



La situazione estiva è schematicamente medesima a quella invernale. Nel periodo freddo, per riscaldare l'edificio, la strategia ottimale di progettazione è:

“conservazione del calore - sistemi solari passivi - riscaldamento meccanico”

nel periodo caldo sarà quindi

“colori chiari e ombreggiatura - raffrescamento passivo - raffrescamento meccanico”

Come si vede dallo schema l'ombreggiamento è il primo passo per le strategie di comfort termico estivo.

Il secondo passaggio è il raffrescamento passivo che verrà sviluppato nel prossimo capitolo.

Il terzo passo è l'uso di sistemi meccanici che utilizzano energia fornita da utenze esterne (tra cui le fonti fossili) che servono, solo, a fornire la quantità di comfort termico che non hanno fornito i primi due livelli.

Per una completa visione del comfort all'interno di un edificio l'ombreggiamento dovrà interessare l'intera struttura ma è scientificamente provato che se ombreggiare l'edificio è importante oscurare le finestre è fondamentale, per questo motivo la quasi totalità delle tecniche interesseranno questo secondo step riferito alle sole aperture trasparenti.

Questo capitolo tiene in considerazione come fattore principale la radiazione diretta del sole che però è accompagnata anche da quella diffusa e riflessa. Per prevenire un riscaldamento passivo quando non è voluto bisognerà schermare le finestre dalla radiazione diretta e spesso anche dalla radiazione diffusa del cielo e dalle componenti riflesse.

Le componenti diffuse e riflesse sono più difficile da schermare perchè più difficili da prevedere ed andranno analizzate caso per caso, di norma per prevenire la luce riflessa spesso si interviene nel ridurre la causa e quindi la riflettività del materiale in oggetto. La radiazione diffusa è la più difficile da controllare e viene spesso ombreggiata utilizzando oscuranti interni (tende, veneziane, persiane, etc.).

In questo capitolo si analizza solo la parte energetica delle tecniche, ma bisogna ricordare che il bisogno di ombreggiamento è spesso in contrasto con la domanda di luce naturale. Il miglior approccio è sempre quello di bloccare il massimo della radiazione solare mentre si permette alla vista e alle brezze l'accesso alle finestre.

## *I campi di intervento presi in esame:*

In ogni capitolo vengono presi in esame l'involucro dell'edificio, l'interno dell'edificio e i sistemi impiantistici in quanto sono i soli a poter raggruppare tecniche idonee alle riqualificazioni edilizie.

Ogni gruppo sarà poi costituito da sottogruppi o “ambiti di applicazione” che potranno presentarsi o meno in un capitolo se in base alla presenza o meno di tecniche riferito ad esso.

Gli ambiti di applicazione che troviamo in questo capitolo sono:

Campo di intervento: l'involucro dell'edificio

- La trasparenza: le parti trasparenti di un edificio permettono il passaggio della radiazione luminosa e una miglior trasmissione della radiazione termica. Permette grandi guadagni di radiazione e grandi perdite di energie.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: l'oggetto orizzontale (scheda 3.1), l'oggetto verticale (scheda 3.2), ali telescopiche (scheda 3.3), gli schermi a maglia o a rete (scheda 3.4), i frangisole allineati orizzontalmente (scheda 3.5), i frangisole appesi ad un oggetto orizzontale (scheda 3.6), gli oscuranti frontali (scheda 3.7), l'oggetto verticale inclinato (scheda 3.8), l'oscurante a griglia (scheda 3.9), l'oscurante a griglia avente gli oggetti verticali inclinati (scheda 3.10), pellicole riflettenti a controllo solare (scheda 3.11), il vetro oscurato (scheda 3.12).

- La mutabilità: qui vengono analizzate le possibilità che ha l'involucro di cambiare le proprie caratteristiche.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: le tende da sole mobili (scheda 3.13), i frangisole verticali orientabili (scheda 3.14), i frangisole orientabili allineati orizzontalmente (scheda 3.15), i frangisole orientabili allineati verticalmente (scheda 3.16), l'oscurante a griglia avente le parti orizzontali orientabili (scheda 3.17), i rampicanti (scheda 3.18), le persiane avvolgibili (scheda 3.19), le veneziane orientabili (scheda 3.20), le persiane a battente esterne (scheda 3.21).



Campo di intervento: l'interno dell'edificio

- La trasparenza nel lato interno: le parti trasparenti di un edificio permettono il passaggio della radiazione luminosa e una miglior trasmissione della radiazione termica. Permette grandi guadagni di radiazione e grandi perdite di energie.

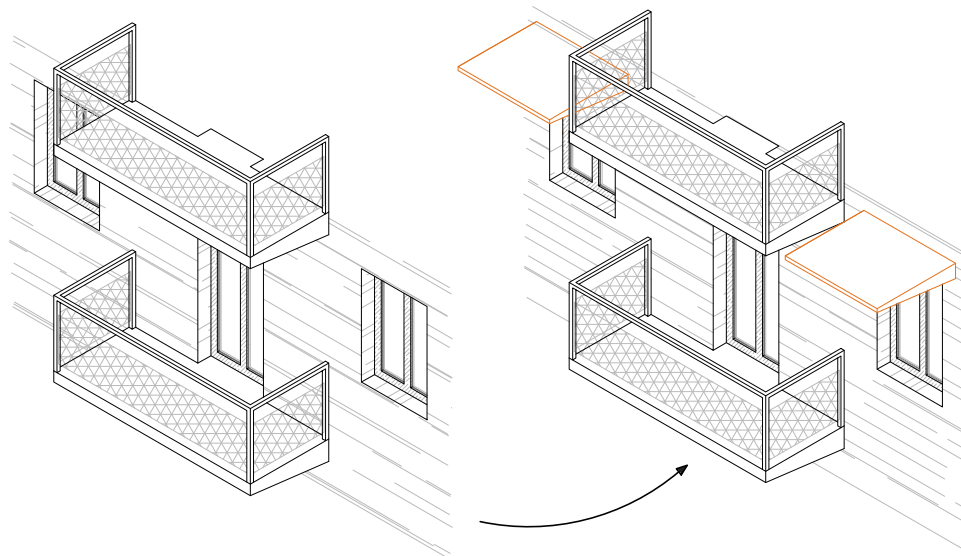
Fanno parte di questo ambito di applicazione: le tende interne (scheda 3.22), le veneziane interne (scheda 3.23), l'oggetto orizzontale interno (scheda 3.24).

Alcune tecniche vengono segnate più volte perchè presentano la caratteristica di trovare luogo in più ambiti di applicazione





## 3.1 L'AGGETTO ORIZZONTALE



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Tale schermatura orizzontale protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

Questo sistema di schermatura rimane per tutto il corso dell'anno. Ostruisce completamente il sole alto estivo e permette al sole basso invernale di entrare.

Comporta grandi vantaggi nella stagione estiva a fronte di una minima oscurazione nella stagione invernale.

Avendo come fattore principale di calcolo l'altezza del sole l'aggetto orizzontale trova la sua posizione ottimale sul lato sud, dove il sole è più alto nel cielo in estate. Spesso però questo sistema viene utilizzato anche negli orientamenti ad est, sud-est, sud-ovest ed ovest.

Nel contesto milanese il progetto dell'aggetto, e quindi il valore della sua estensione, è stato effettuato utilizzando un angolo di schermatura di 56°. Ciò ci permette di oscurare completamente i raggi del sole del mezzogiorno dal 21 di Aprile al 21 di

Agosto. Al solstizio d'estate il sole viene oscurato dalle 9:45 circa alle 14:15 circa. Il pannello dovrà presentare dei fori, o essere staccato dal resto dell'edificio per evitare in inverno carichi eccessivi dovuti alla neve e l'accumulo d'aria calda in estate.

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

Un aggetto orizzontale può essere rappresentato dagli stessi balconi posti in serie negli edifici multipiano.

*Il riferimento a fianco rappresenta gli aggetti orizzontali utilizzati da Mario Cucinella nel suo edificio Headquarters a Milano.*

### Riferimento:



### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA

#### Il corso dell'anno:

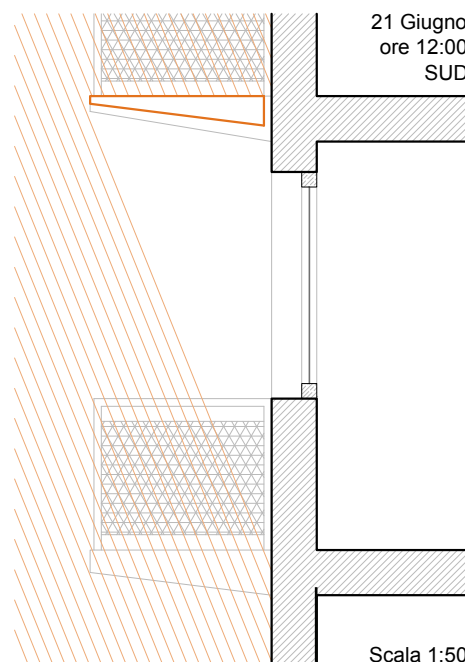


Nella stagione calda blocca gli alti raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni crea un ostacolo trascurabile.

#### Orientamento utile:



Sud



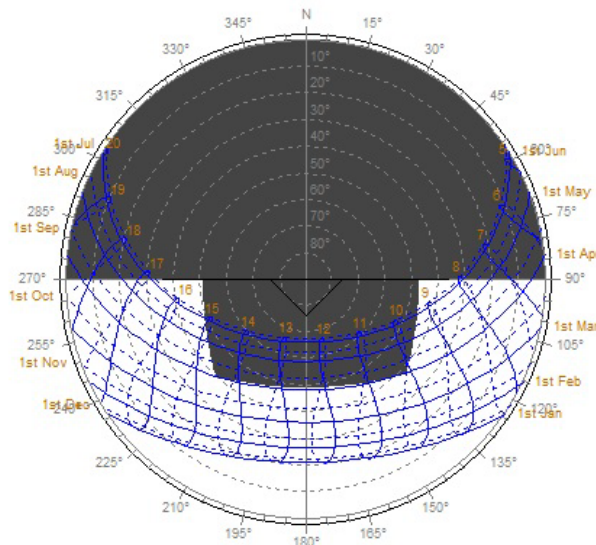
### Guadagno energetico:

Utilizzando il programma Ecotect si è analizzata un'apertura standard di 0,80 cm x 150 cm impostando un aggetto orizzontale sulla base di un angolo di schermatura di 56° e una larghezza, centrata con l'apertura, pari al triplo dell'apertura stessa.

SUD	Riduz. media mensile %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media effett. Wh/m2
Nov.-Feb.	10	1078	6422
Mar.-Apr.	49	13518	8766
Mag.-Ago.	80	30511	4177
Set.-Ott.	36	11973	11352



# Oscuramento

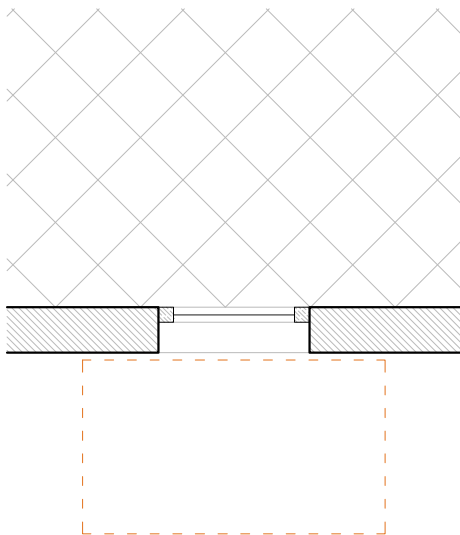


## Equidistant Projection

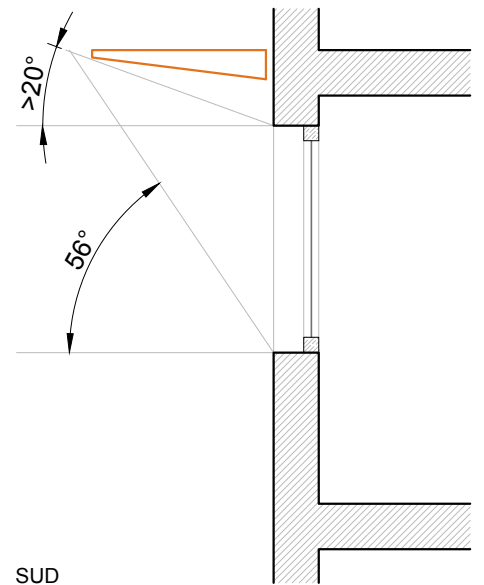
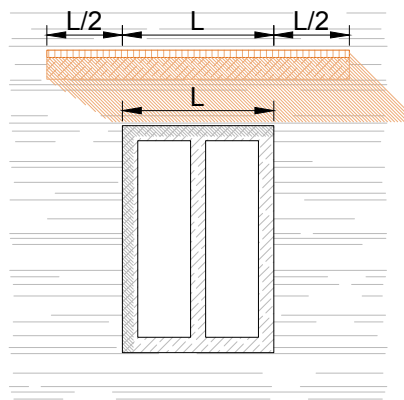
Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°

# Dimensioni oggetto



SUD



SUD

# Dati oscuramento

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 93 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

CON AGGETTO ORIZZONTALE

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4007	10%	2785	3342	796	956	1459	1751
Feb	20695	17%	12356	14828	3533	4240	6476	7771
Mar	31185	35%	9743	11692	2786	3343	5106	6127
Apr	61928	62%	7788	9345	2227	2672	4081	4898
May	91881	77%	4025	4830	1151	1381	2109	2531
Jun	63410	89%	1199	1439	343	411	628	754
Jul	146119	84%	3919	4703	1121	1345	2054	2465
Aug	92885	69%	7566	9079	2163	2596	3965	4758
Sep	58414	46%	13400	16080	3831	4598	7022	8427
Oct	20156	26%	9304	11165	2660	3193	4876	5851
Nov	7783	9%	5736	6883	1640	1968	3006	3607
Dec	6152	5%	4809	5771	1375	1650	2520	3024
TOTALS	604615		82630	99156	23626	28352	43304	51965

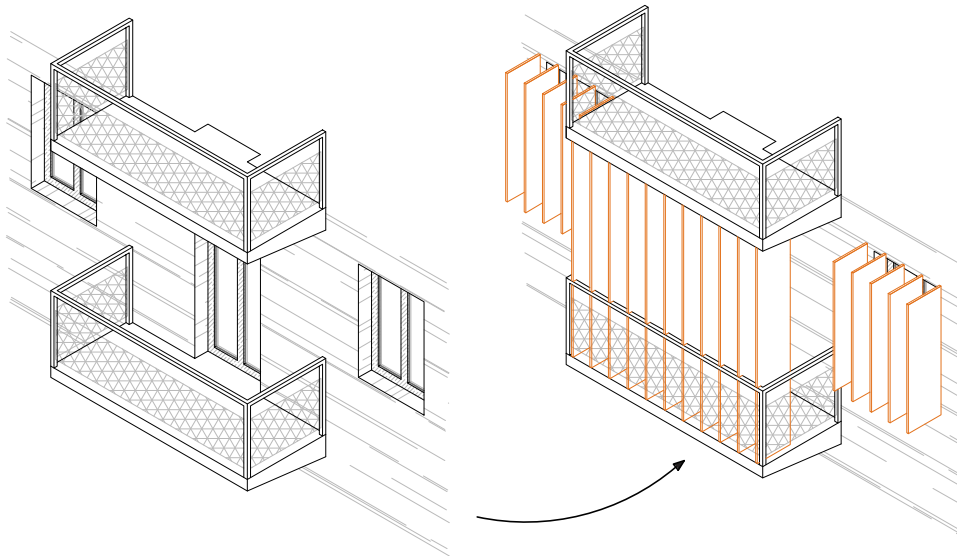
SUD	Riduz. mensile	Riduz. mensile %	Riduz. mensile Wh/m <sup>2</sup>	Riduz. mensile media effett. Wh/m <sup>2</sup>
Nov.-Feb	10		1078	6422
Mar.-Apr.	49		13518	8766
Mag.-Agc	80		30511	4177
Set.-Ott.	36		11973	11352

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

SENZA AGGETTO ORIZZONTALE

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4007	0%	3148	3777	900	1080	1650	1979
Feb	20695	0%	15358	18429	4391	5270	8049	9658
Mar	31185	0%	18394	22072	5259	6311	9640	11568
Apr	61928	11%	23579	28295	6742	8090	12357	14828
May	91881	21%	26894	32273	7690	9228	14094	16913
Jun	63410	36%	15637	18764	4471	5365	8195	9834
Jul	146119	34%	35082	42099	10031	12037	18386	22063
Aug	92885	17%	32422	38906	9270	11124	16991	20390
Sep	58414	3%	31618	37942	9041	10849	16570	19884
Oct	20156	0%	14084	16901	4027	4833	7381	8857
Nov	7783	0%	6404	7685	1831	2197	3356	4027
Dec	6152	0%	5086	6103	1454	1745	2665	3198

# 3.2 | L'AGGETTO VERTICALE



**Descrizione:**

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Tale schermatura verticale protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

E' utile per schermare la radiazione incidente che si presenta bassa sull'orizzonte. Può essere utilizzato in supporto a quello orizzontale per evitare i raggi bassi indesiderati del sole (nelle ore mattutine o serali) oppure come rompisole quando si necessita del calore dei raggi solari ma si cerca di evitare l'abbagliamento.

Questo sistema di schermatura ostruisce il sole estivo quasi quanto ostruisce quello invernale, in inverno però il guadagno solare ad est e ovest è molto basso, si può quindi progettare gli oscuramenti solamente sulla base del surriscaldamento estivo.

L'aggetto verticale viene usato in tutti gli orientamenti. A sud è poco utile se non sono presenti altri sistemi di schermatura in supporto ad esso; ad est ed ovest trovano un buon impiego mentre a nord sono utili perchè in estate il sole sorge a nord-est e tramonta a nord-ovest (in quelle ore però il sole è molto basso ed è difficile che non siano presenti ostruzioni esterne)

**Riferimento:**



Nel contesto milanese il progetto dell'aggetto negli orientamenti est ed ovest, e quindi il valore della sua estensione, è stato effettuato utilizzando un angolo di schermatura in pianta di 63°: Il 21 giugno ad est il sole sparirà intorno alle 9:45 mentre ad ovest intorno alle 14:15.

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

Un aggetto verticale può essere rappresentato dalle stesse serrande a battente.

*Il riferimento a fianco rappresenta gli aggetti orizzontali utilizzati Foster & Partner nella Langley Academy nel Regno Unito.*

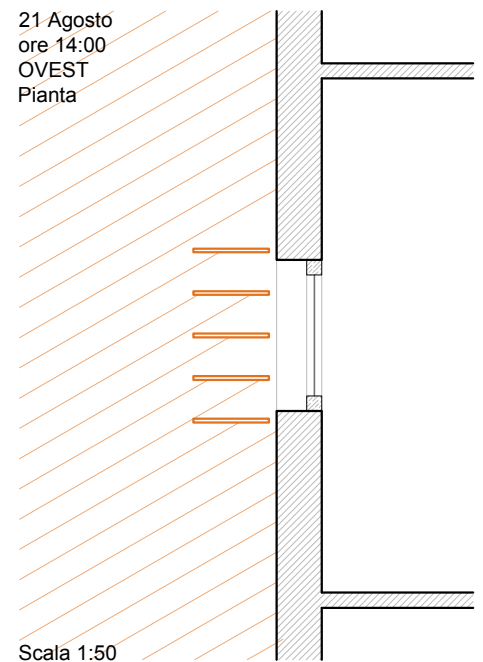
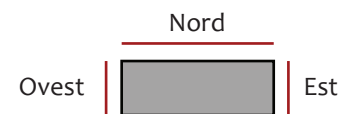
**INTERVENTI SEMPLICI**

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA

**Il corso dell'anno:** ○ ● ○

Nella stagione calda blocca al mattino e/o alla sera i bassi raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni crea un ostacolo parziale.

**Orientamento utile:** ○ ● ○



**Guadagno energetico:**

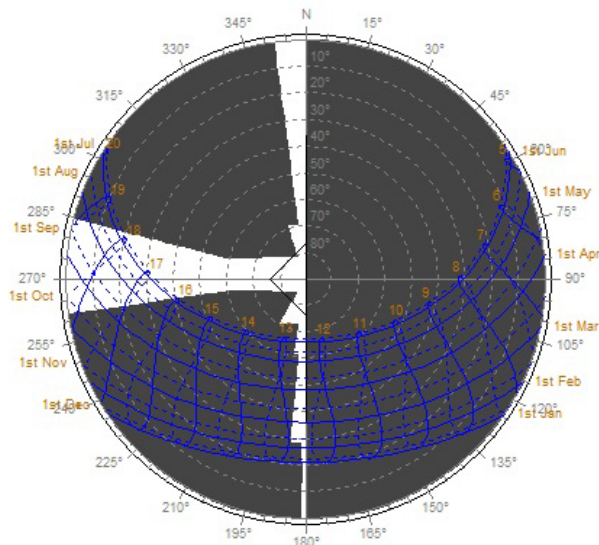
Utilizzando il programma Ecotect si è analizzata un' apertura standard di 0,80 cm x 150 cm impostando aggetti verticali sulla base di un angolo di schermatura in pianta di 63° e un'altezza pari all'apertura stessa.

EST	Riduz. media mensile %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media effett. Wh/m2
Nov.-Feb.	89	1121	254
Mar.-Apr.	83	5983	1993
Mag.-Ago.	78	13542	5513
Set.-Ott.	87	5666	1816





# Oscuramento

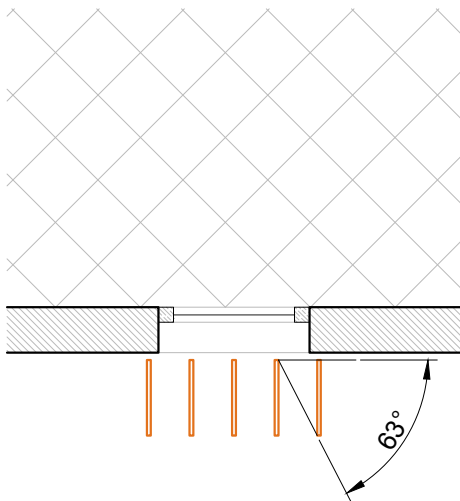


## Equidistant Projection

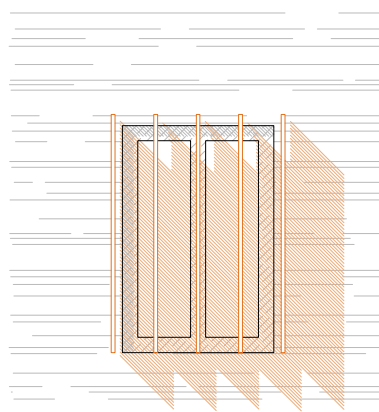
Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -90.0°, 0,0°

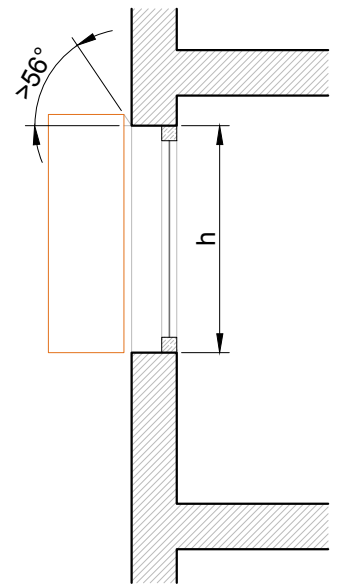
# Dimensioni oggetto



OVEST



OVEST



# Dati oscuramento

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 93 (1.200 m2) (Azi: -90.00°, Alt: 0.00°)

CON AGGETTO VERTICALE

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4007	91%	78	93	22	27	41	49
Feb	20695	87%	610	732	174	209	320	384
Mar	31185	85%	1507	1808	431	517	790	948
Apr	61928	80%	2479	2974	709	850	1299	1559
May	91881	77%	5477	6573	1566	1879	2870	3445
Jun	63410	76%	4337	5204	1240	1488	2273	2727
Jul	146119	77%	8492	10190	2428	2914	4450	5340
Aug	92885	82%	3746	4495	1071	1285	1963	2356
Sep	58414	83%	3086	3704	883	1059	1618	1941
Oct	20156	91%	546	655	156	187	286	343
Nov	7783	90%	166	199	47	57	87	104
Dec	6152	88%	163	195	47	56	85	102
TOTALS	604615		30686	36823	8774	10529	16081	19298

EST	Riduz. media mensile	Riduz. media mensile	Riduz. media effett. Wh/m <sup>2</sup>
Nov.-Feb	89	1121	254
Mar.-Apr.	83	5983	1993
Mag.-Agc	78	13542	5513
Set.-Ott.	87	5666	1816

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -90.00°, Alt: 0.00°)

SENZA AGGETTO VERTICALE

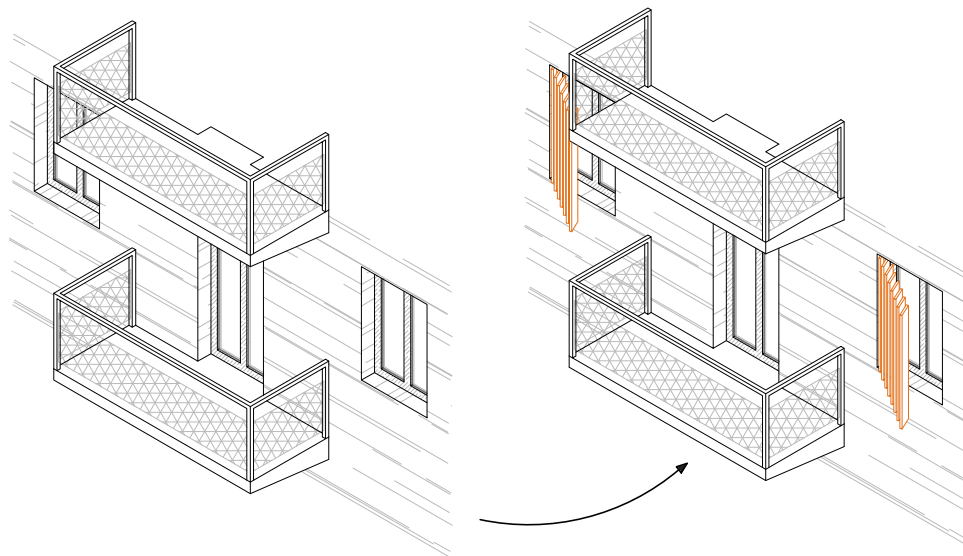
MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4007	70%	255	306	73	87	134	160
Feb	20695	58%	1951	2341	558	669	1022	1227
Mar	31185	61%	4103	4923	1173	1408	2150	2580
Apr	61928	57%	5953	7144	1702	2043	3120	3744
May	91881	58%	12423	14908	3552	4263	6511	7813
Jun	63410	58%	9074	10888	2594	3113	4755	5706
Jul	146119	58%	17914	21497	5122	6147	9388	11266
Aug	92885	62%	8612	10335	2463	2955	4514	5416
Sep	58414	56%	7760	9312	2219	2662	4067	4880
Oct	20156	68%	1702	2043	487	584	892	1070
Nov	7783	63%	617	741	177	212	324	388
Dec	6152	53%	641	769	183	220	336	403
TOTALS	604615		71005	85206	20303	24363	37212	44654

# 3.3 ALI TELESCOPICHE



## INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA



Il corso dell'anno: ○ ● ○

Nella stagione calda blocca al mattino e/o alla sera i bassi raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni crea un ostacolo parziale.

Orientamento utile: ○ ● ○



### Descrizione:

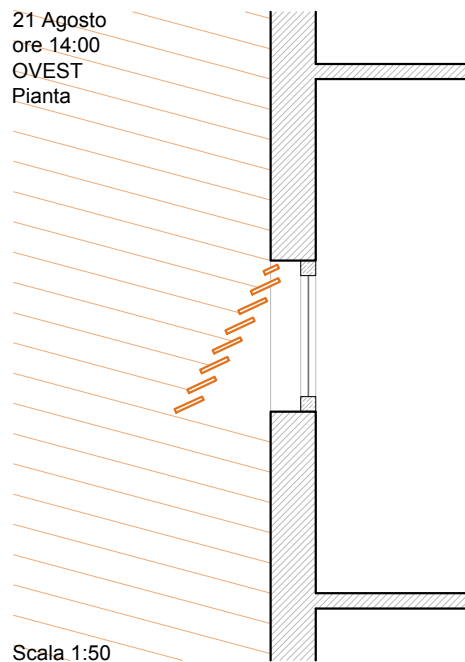
Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Tale schermatura verticale protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

Le ali telescopiche vengono progettate in modo da poter intercettare, nella stagione calda, la radiazione incidente che si presenta bassa sull'orizzonte negli orientamenti est ed ovest. Vengono quindi progettati dei cannocchiali per captare i raggi del sole da orientamenti migliori.

Questo sistema di schermatura ostruisce il sole estivo quasi quanto ostruisce quello invernale, in inverno però il guadagno solare ad est e ovest è molto basso, si può quindi progettare gli oscuramenti solamente sulla base del surriscaldamento estivo.

Questo tipo di schermatura trova utilizzo solo negli orientamenti est ed ovest. Si possono orientare verso nord-ovest se ombreggiare è maggiormente gradito oppure a sud-ovest se si desidera il sole invernale.



Questo tipo di oscurante viene creato utilizzando la forma stessa dell'edificio, viene qui proposta una variante creata con frangisole verticali. Nel contesto milanese il progetto dell'oggetto negli orientamenti est ed ovest, e quindi il valore della sua estensione, è stato effettuato utilizzando un angolo di schermatura di 90°: il 21 giugno ad est il sole sarà oscurato fino alle 7:30 e dalle 11:45 mentre ad ovest fino alle 12:15 e dalle 16:30.

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

Il riferimento a fianco rappresenta le ali verticali (in questo caso mobili) utilizzati dal gruppo DesignInc nel loro edificio Council House 2 a Melbourne.

### Riferimento:



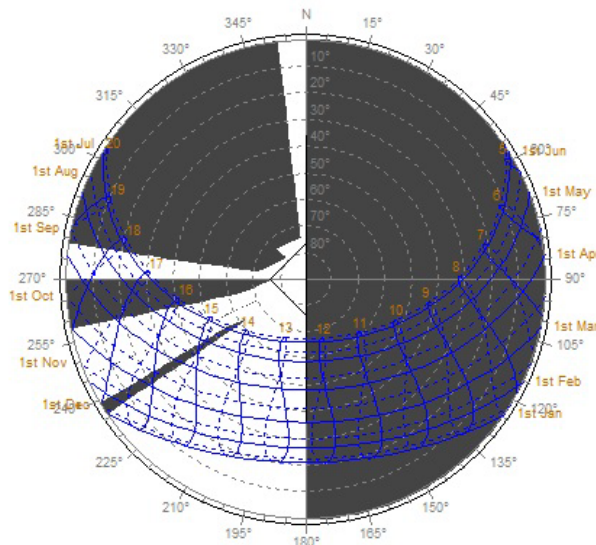
### Guadagno energetico:

Utilizzando il programma Ecotect si è analizzata un'apertura standard di 0,80 cm x 150 cm impostando un oggetti verticali a formare un'ala sulla base di un angolo di schermatura in pianta di 90° e un'altezza pari all'apertura stessa.

OVEST	Riduz. media mensile %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media effett. Wh/m2
Nov.-Feb.	63	549	827
Mar.-Apr.	63	3420	4557
Mag.-Ago.	63	8101	10954
Set.-Ott.	66	3240	4243



# Oscuramento

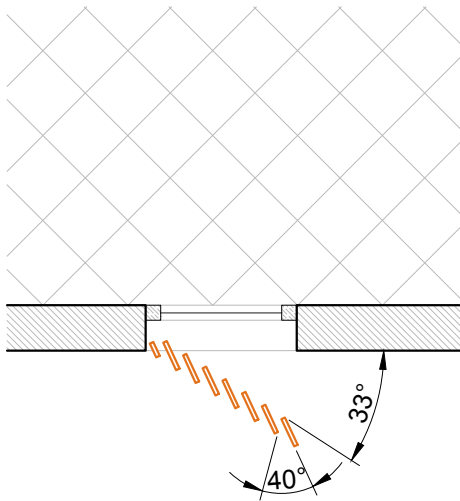


## Equidistant Projection

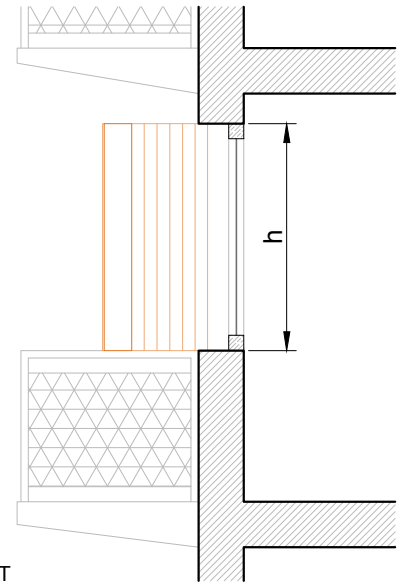
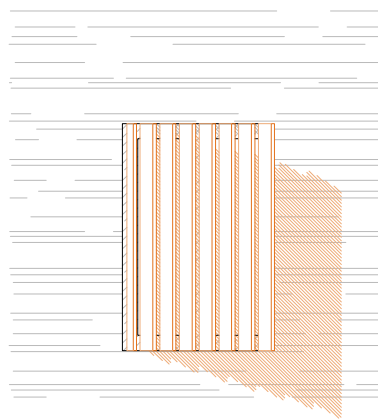
Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -90.0°, 0,0°

# Dimensioni oggetto



OVEST



OVEST

# Dati oscuramento

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -90.00°, Alt: 0.00°)

CON ALI TELESCOPICHE

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4007	71%	248	297	71	85	130	156
Feb	20695	61%	1863	2235	533	639	976	1171
Mar	31185	65%	3637	4365	1040	1248	1906	2287
Apr	61928	60%	5476	6571	1566	1879	2870	3444
May	91881	62%	11290	13547	3228	3874	5916	7100
Jun	63410	63%	8255	9906	2360	2832	4326	5191
Jul	146119	63%	16315	19578	4665	5598	8550	10260
Aug	92885	65%	7955	9545	2274	2729	4169	5002
Sep	58414	60%	6934	8321	1983	2379	3634	4361
Oct	20156	71%	1551	1861	443	532	813	975
Nov	7783	66%	580	695	166	199	304	364
Dec	6152	55%	616	739	176	211	323	387
TOTALS	604615		64717	77661	18505	22205	33916	40700

OVEST	Riduz. mensile	Riduz. mensile	Radiaz. incidente. media effett.
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
Nov.-Feb	63	549	827
Mar.-Apr.	63	3420	4557
Mag.-Agc	63	8101	10954
Set.-Ott.	66	3240	4243

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -90.00°, Alt: 0.00°)

SENZA ALI TELESCOPICHE

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4007	70%	255	306	73	87	134	160
Feb	20695	58%	1951	2341	558	669	1022	1227
Mar	31185	61%	4103	4923	1173	1408	2150	2580
Apr	61928	57%	5953	7144	1702	2043	3120	3744
May	91881	58%	12423	14908	3552	4263	6511	7813
Jun	63410	58%	9074	10888	2594	3113	4755	5706
Jul	146119	58%	17914	21497	5122	6147	9388	11266
Aug	92885	62%	8612	10335	2463	2955	4514	5416
Sep	58414	56%	7760	9312	2219	2662	4067	4880
Oct	20156	68%	1702	2043	487	584	892	1070
Nov	7783	63%	617	741	177	212	324	388
Dec	6152	53%	641	769	183	220	336	403
TOTALS	604615		71005	85206	20303	24363	37212	44654

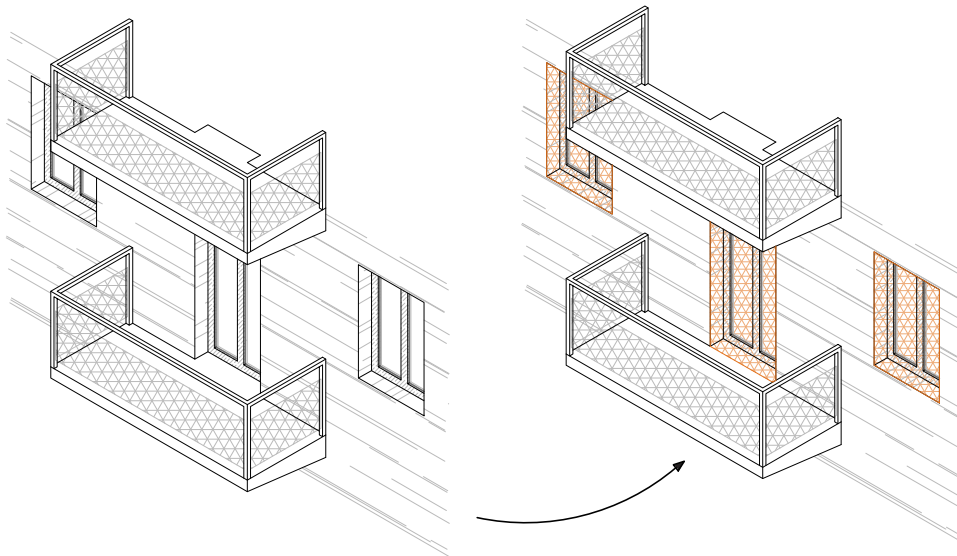


# 3.4 GLI SCHERMI A MAGLIE O A RETE



## INTERVENTI SEMPLICI

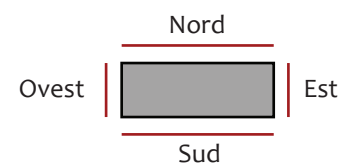
L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA



Il corso dell'anno: ○ ● ○

Nella stagione calda blocca i raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni crea un ostacolo parziale. In tali periodi ne è consigliata la rimozione.

Orientamento utile: ○ ● ○



### Descrizione:

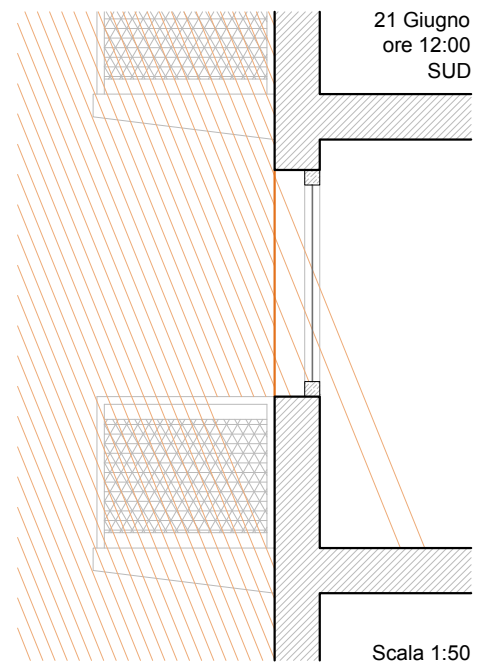
Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica parzialmente l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Tale schermatura verticale protegge le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

Tali schermature si possono ricavare da maglie o reti fitte (circa 10 fori ogni 2,5 cm), esse hanno un alto effetto nel bloccare i raggi solari. Sono parzialmente trasparenti e permettono quindi la vista verso l'esterno (come le zanzariere).

Questo sistema di schermatura ostruisce il sole estivo quasi quanto ostruisce quello invernale, utile per un guadagno diretto dal sole. Se ne consiglia quindi la rimozione o la progettazione "a scomparsa" nel periodo in cui il sistema oscurante non trova utilità.

Questo tipo di oscurante può essere utilizzato in tutti gli orientamenti. A nord trovano impiego perchè in estate il sole sorge a nord-est e tramonta a nord-ovest (in quelle poche ore però il sole è molto basso ed è difficile che non siano già presenti ostruzioni nel contesto territoriale).



### Riferimento:



Nelle riqualificazioni edilizie questo tipo di oscurante esterno è di facile installazione, può essere installato all'interno del perimetro di qualsiasi infisso e (se ben integrato con il serramento) anche dove la facciata presenta vincoli normativi.

Il riferimento a fianco rappresenta gli oscuranti a rete o a maglia utilizzati nella Northumbria University a Newcastle.

### Guadagno energetico:

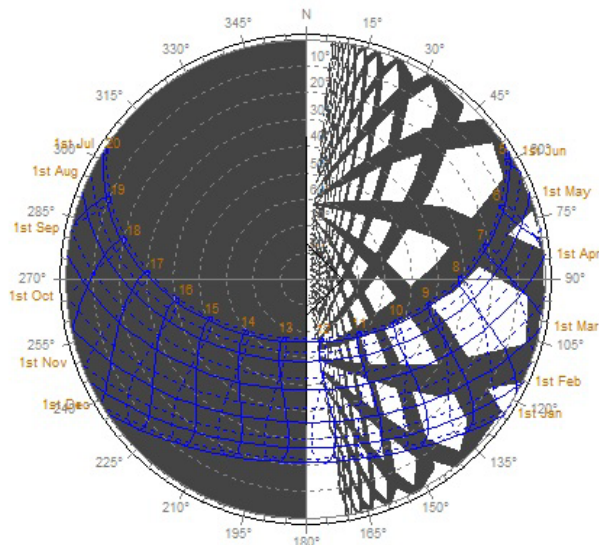
Utilizzando il programma Ecotect si è analizzata un'apertura standard di 0,80 cm x 150 cm impostando una maglia fitta all'interno del suo perimetro.

EST	Riduz. media mensile %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media effett. Wh/m2
Nov.-Feb.	71	3168	1124
Mar.-Apr.	75	19229	8102
Mag.-Ago.	76	38392	14279
Set.-Ott.	70	12245	5049





# Oscuramento

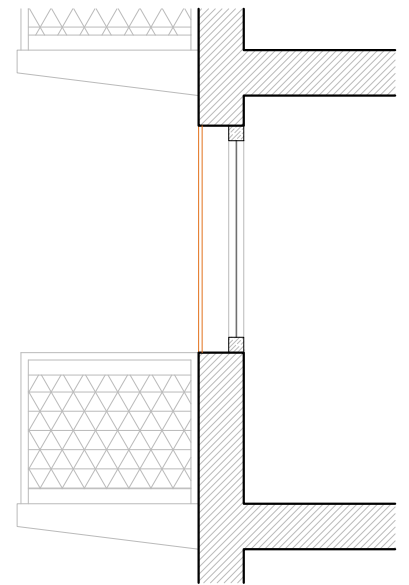
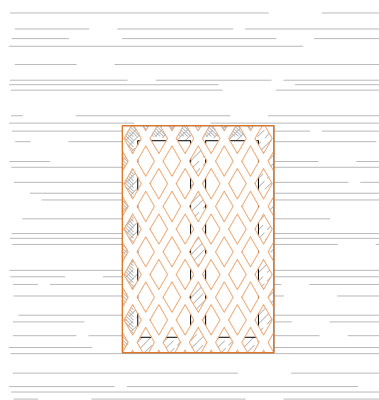
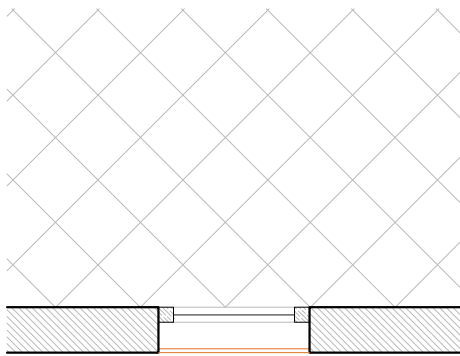


## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: 90.0°, 0.0°

# Dimensioni oggetto



EST

EST

# Dati oscuramento

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 94 (1.200 m<sup>2</sup>) (Azi: 90.00°, Alt: 0.00°)

CON SCHERMI FRONTALI

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m <sup>2</sup>	SHADE	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh
Jan	4007	68%	708	850	203	243	371	446
Feb	20695	79%	2256	2708	645	774	1183	1419
Mar	31185	74%	4011	4814	1147	1376	2102	2523
Apr	61928	76%	12192	14630	3486	4183	6389	7667
May	91881	75%	13649	16379	3903	4683	7153	8584
Jun	63410	78%	6715	8059	1920	2304	3519	4223
Jul	146119	78%	20476	24572	5855	7026	10731	12877
Aug	92885	73%	16276	19531	4654	5585	8530	10236
Sep	58414	75%	7495	8994	2143	2572	3928	4714
Oct	20156	65%	2602	3123	744	893	1364	1637
Nov	7783	64%	854	1025	244	293	447	537
Dec	6152	72%	679	815	194	233	356	427
TOTALS	604615		87915	105498	25138	30165	46074	55288

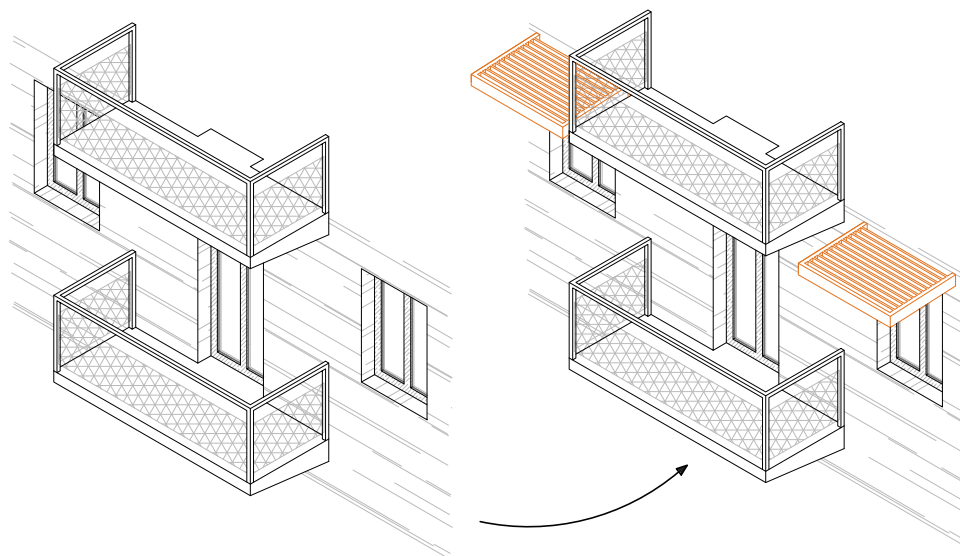
EST	Riduz. media mensile	Riduz. media mensile %	Riduz. media mensile Wh/m <sup>2</sup>	Riduz. media mensile Wh/m <sup>2</sup>
Nov.-Feb	71	3168	1124	
Mar.-Apr.	75	19229	8102	
Mag.-Agc	76	38392	14279	
Set.-Ott.	70	12245	5049	

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 94 (1.200 m<sup>2</sup>) (Azi: 90.00°, Alt: 0.00°)

SENZA SCHERMI FRONTALI

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m <sup>2</sup>	SHADE	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh
Jan	4007	30%	1487	1784	425	510	779	935
Feb	20695	42%	6907	8289	1975	2370	3620	4344
Mar	31185	39%	10129	12155	2896	3475	5308	6370
Apr	61928	43%	28379	34055	8115	9737	14873	17847
May	91881	42%	33975	40770	9714	11657	17805	21366
Jun	63410	42%	18906	22687	5406	6487	9908	11889
Jul	146119	42%	56525	67831	16162	19395	29623	35548
Aug	92885	38%	40093	48111	11464	13756	21011	25214
Sep	58414	44%	18408	22090	5264	6316	9647	11577
Oct	20156	32%	6121	7346	1750	2100	3208	3850
Nov	7783	37%	2036	2443	582	698	1067	1280
Dec	6152	47%	1794	2153	513	616	940	1128
TOTALS	604615		224761	269713	64266	77119	117790	141348

# 3.5 I FRANGISOLE ALLINEATI ORIZZONTALMENTE



**Descrizione:**

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Tale schermatura orizzontale protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort. E' composta da una serie di frangisole posti su elementi orizzontali.

Questo sistema di schermatura rimane per tutto il corso dell'anno. Ostruisce completamente il sole alto estivo e permette al sole basso invernale di entrare..

Comporta grandi vantaggi nella stagione estiva a fronte di una minima oscurazione nella stagione invernale.

Avendo come fattore principale di calcolo l'altezza del sole l'aggetto orizzontale trova la sua posizione ottimale sul lato sud, dove il sole è più alto nel cielo in estate. Spesso però questo sistema viene utilizzato anche negli orientamenti ad est, sud-est, sud-ovest ed ovest.

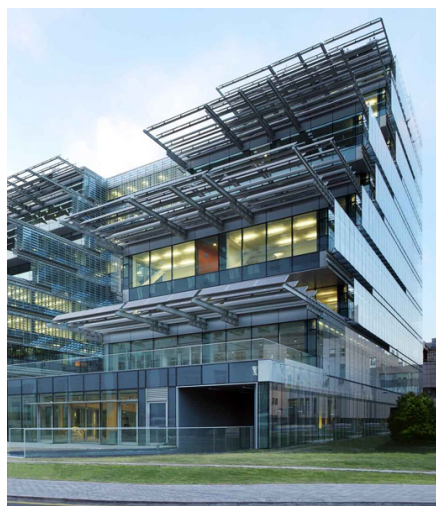
Nel contesto milanese il progetto dell'aggetto, e quindi il valore della sua estensione, è stato effettuato utilizzando un angolo di schermatura di 56°. Ciò ci permette di

oscurare completamente i raggi del sole del mezzogiorno dal 21 di Aprile al 21 di Agosto. Al solstizio d'estate il sole viene oscurato dalle 9:45 circa alle 14:15 circa. Il pannello presenta aperture, permette quindi una miglior illuminazione garantendo un maggior passaggio della radiazione diffusa in confronto con un aggetto orizzontale pieno (vedi scheda n. 2.1)

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

*Il riferimento a fianco rappresenta gli aggetti a frangisole fissi (in questo caso le lamelle sono rappresentate da pannelli fotovoltaici) utilizzati da Mario Cucinella nel suo edificio per uffici SIEEB in Cina.*

**Riferimento:**



**INTERVENTI SEMPLICI**

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA

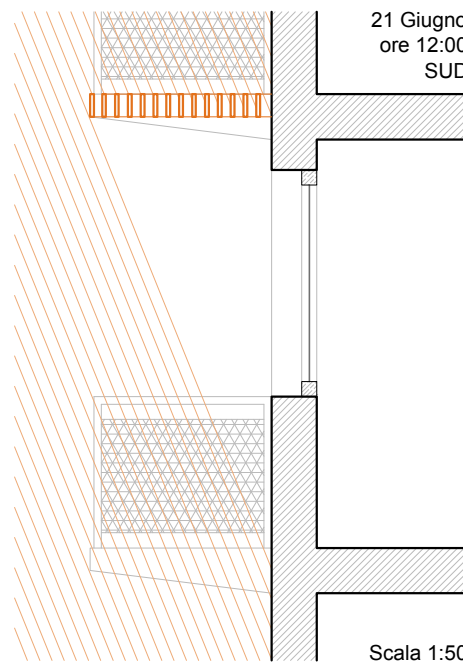
**Il corso dell'anno:** ○ ● ○

Nella stagione calda blocca gli alti raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni crea un ostacolo trascurabile.

**Orientamento utile:** ○ ● ○



Sud



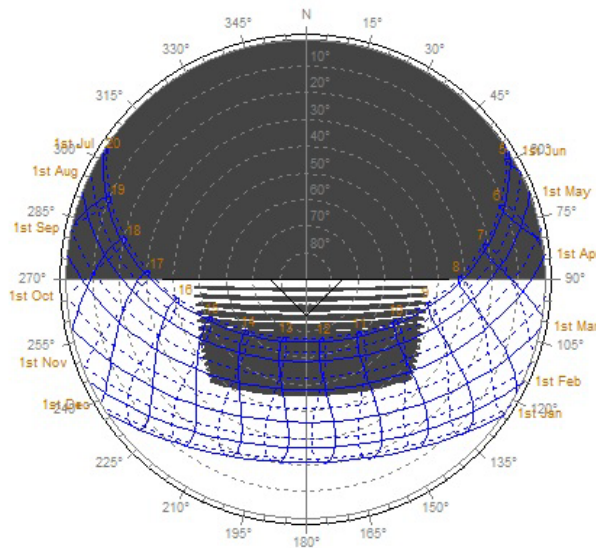
**Guadagno energetico:**

Utilizzando il programma Ecotect si è analizzata un'apertura standard di 0,80 cm x 150 cm impostando un aggetto orizzontale sulla base di un angolo di schermatura di 56° e una larghezza, centrata con l'apertura, pari al triplo dell'apertura stessa.

SUD	Riduz. media mensile %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media effett. Wh/m2
Nov.-Feb. 20		1849	5650
Mar.-Apr. 56		15221	7062
Mag.-Ago. 79		30938	3750
Set.-Ott. 44		13844	9481



# Oscuramento

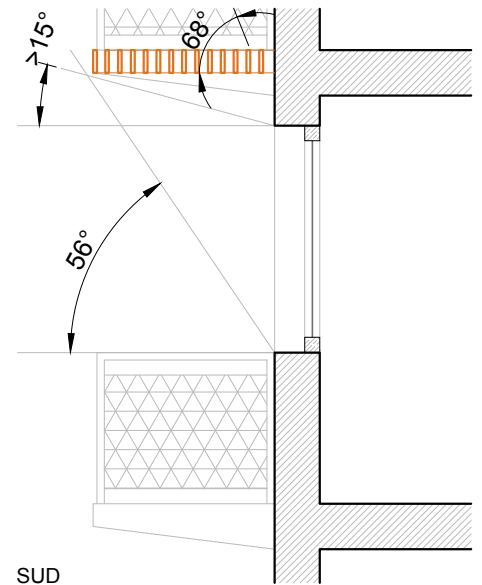
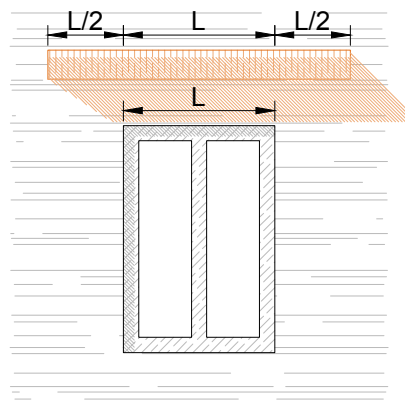
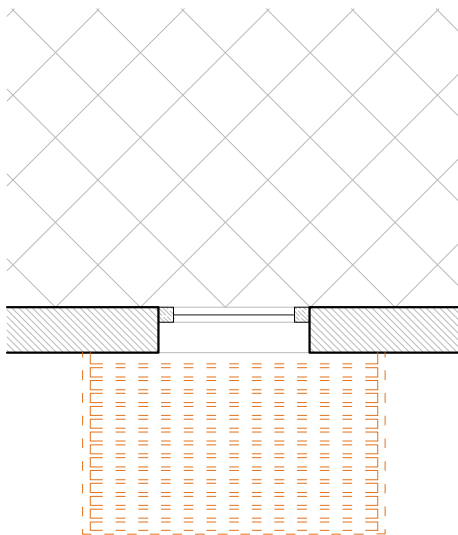


## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°

# Dimensioni oggetto



# Dati oscuramento

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

CON FRANGISOLE ORIZZONTALE

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4007	19%	2519	3023	720	864	1320	1584
Feb	20695	25%	10891	13069	3114	3737	5707	6849
Mar	31185	43%	8113	9735	2320	2784	4252	5102
Apr	61928	68%	6011	7214	1719	2063	3150	3780
May	91881	76%	3450	4139	986	1184	1808	2169
Jun	63410	85%	1718	2061	491	589	900	1080
Jul	146119	81%	4178	5013	1195	1433	2189	2627
Aug	92885	72%	5654	6785	1617	1940	2963	3556
Sep	58414	54%	10784	12941	3084	3700	5652	6782
Oct	20156	34%	8178	9814	2338	2806	4286	5143
Nov	7783	21%	4890	5867	1398	1678	2562	3075
Dec	6152	14%	4301	5161	1230	1476	2254	2705
TOTALS	604615		70686	84823	20211	24254	37044	44453

SUD	Riduz. mensile	Riduz. mensile	Radiaz. incidente. media effett.
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
Nov.-Feb	20	1849	5650
Mar.-Apr.	56	15221	7062
Mag.-Agc	79	30938	3750
Set.-Ott.	44	13844	9481

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

SENZA FRANGISOLE ORIZZONTALE

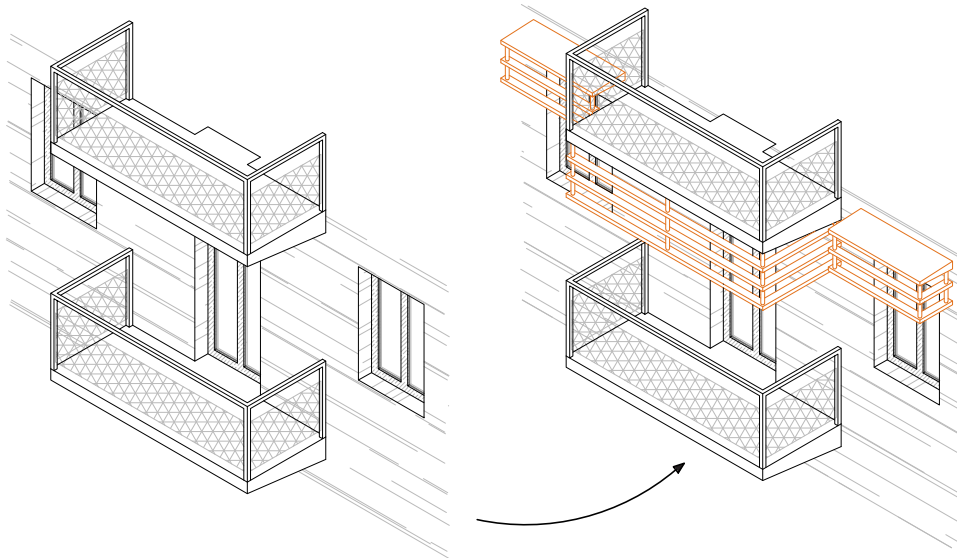
MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4007	0%	3148	3777	900	1080	1650	1979
Feb	20695	0%	15358	18429	4391	5270	8049	9658
Mar	31185	0%	18394	22072	5259	6311	9640	11568
Apr	61928	11%	23579	28295	6742	8090	12357	14828
May	91881	21%	26894	32273	7690	9228	14094	16913
Jun	63410	36%	15637	18764	4471	5365	8195	9834
Jul	146119	34%	35082	42099	10031	12037	18386	22063
Aug	92885	17%	32422	38906	9270	11124	16991	20390
Sep	58414	3%	31618	37942	9041	10849	16570	19884
Oct	20156	0%	14084	16901	4027	4833	7381	8857
Nov	7783	0%	6404	7685	1831	2197	3356	4027
Dec	6152	0%	5086	6103	1454	1745	2665	3198



# 3.6 I FRANGISOLE APPESI AD UN AGGETTO ORIZZONTALE

## INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA



Il corso dell'anno: ○ ● ○

Nella stagione calda blocca gli alti raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni crea un ostacolo trascurabile.

Orientamento utile: ○ ● ○



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Tale schermatura orizzontale protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

Rapportato ad un aggetto orizzontale fisso la parte verticale serve a ridurre l'estensione dell'aggetto senza diminuire l'oscuramento. Se la parte verticale fosse un pannello opaco non ci sarebbe alcuna differenza, in termini energetici, con l'aggetto orizzontale (vedi scheda n. 2.1).

Comporta grandi vantaggi nella stagione estiva a fronte di una minima oscurazione nella stagione invernale.

Avendo come fattore principale di calcolo l'altezza del sole l'aggetto orizzontale trova la sua posizione ottimale sul lato sud, dove il sole è più alto nel cielo in estate. grazie alla sua componente verticale spesso questo sistema viene utilizzato anche negli orientamenti ad est, sud-est, sud-ovest ed ovest.

Nel contesto milanese il progetto dell'aggetto, e quindi il valore della sua estensione, è stato effettuato utilizzando un

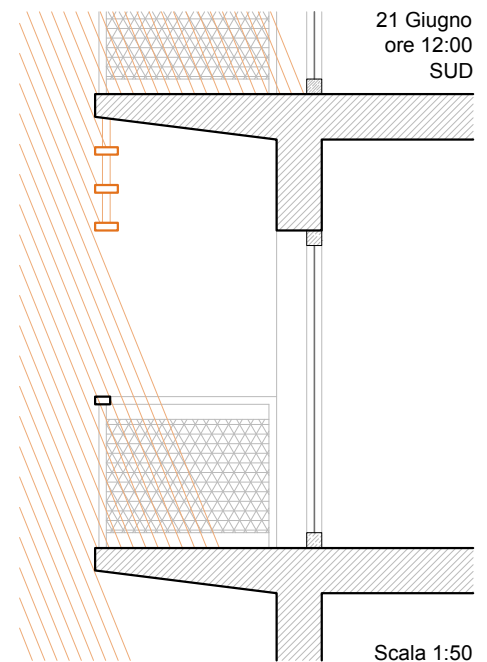
angolo di schermatura di 56°. Ciò ci permette di oscurare completamente i raggi del sole del mezzogiorno dal 21 di Aprile al 21 di Agosto. Al solstizio d'estate il sole viene oscurato dalle 9:45 circa alle 14:15 circa.

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

la porzione di aggetto verticale può essere appesa direttamente agli stessi balconi.

Il riferimento a fianco rappresenta gli aggetti orizzontali utilizzati da Mario Cucinella nel suo edificio Iguzzini Headquarters building a Recanati.

### Riferimento:



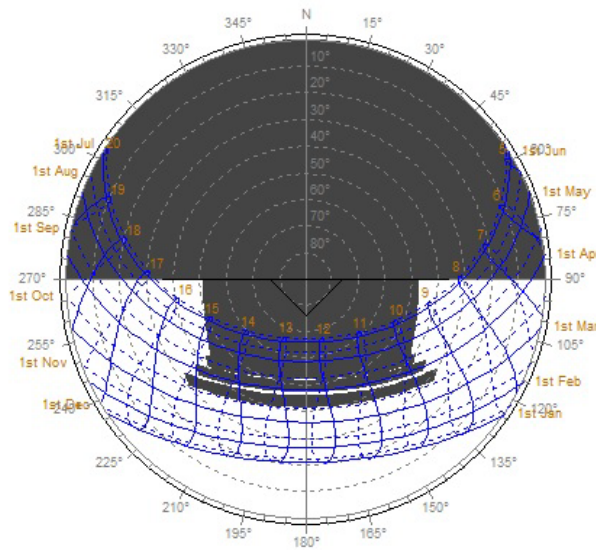
### Guadagno energetico:

Utilizzando il programma Ecotect si è analizzata un'apertura standard di 0,80 cm x 150 cm impostando un aggetto orizzontale sulla base di un angolo di schermatura di 56° e una larghezza, centrata con l'apertura, pari al triplo dell'apertura stessa.

SUD	Riduz. media mensile %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media effett. Wh/m2
Nov.-Feb.	16	1524	5975
Mar.-Apr.	55	15096	7188
Mag.-Ago.	81	30979	3709
Set.-Ott.	43	13956	9369



# Oscuramento

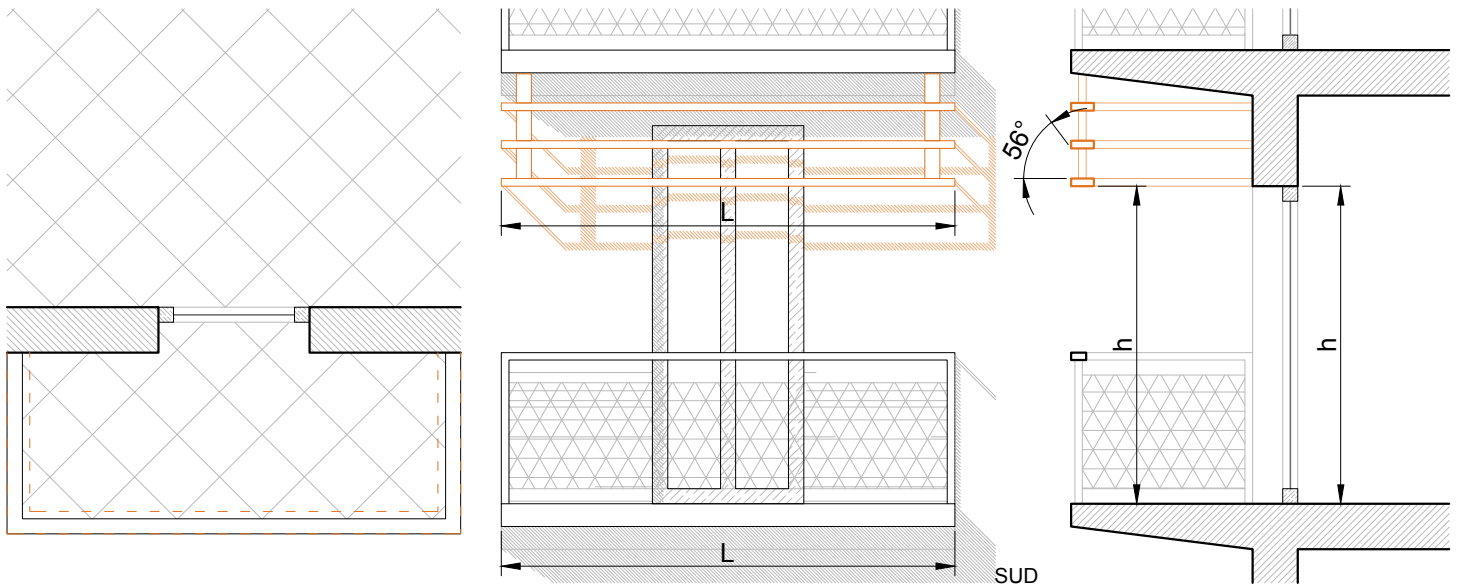


## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°

# Dimensioni oggetto



# Dati oscuramento

### TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m<sup>2</sup>) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

### CON FRANGISOLE APPESI

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m <sup>2</sup>	SHADE	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh
Jan	4007	15%	2621	3146	750	899	1374	1649
Feb	20695	23%	11443	13732	3272	3926	5997	7196
Mar	31185	42%	8115	9738	2320	2784	4253	5103
Apr	61928	67%	6260	7513	1790	2148	3281	3937
May	91881	77%	3859	4631	1103	1324	2022	2427
Jun	63410	89%	1199	1439	343	411	628	754
Jul	146119	84%	3768	4521	1077	1293	1974	2369
Aug	92885	72%	6011	7213	1719	2062	3150	3780
Sep	58414	52%	10899	13078	3116	3739	5712	6854
Oct	20156	34%	7839	9407	2241	2690	4108	4930
Nov	7783	13%	5430	6516	1553	1863	2846	3415
Dec	6152	12%	4407	5289	1260	1512	2310	2772
TOTALS	604615		71852	86222	20545	24654	37655	45187

SUD	Riduz. mensile	Riduz. mensile %	Riduz. mensile Wh/m <sup>2</sup>	Riduz. mensile Wh/m <sup>2</sup>	Radiaz. incidente. media effett.
Nov.-Feb	16		1524		5975
Mar.-Apr.	55		15096		7188
Mag.-Agc	81		30979		3709
Set.-Ott.	43		13956		9369

### TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

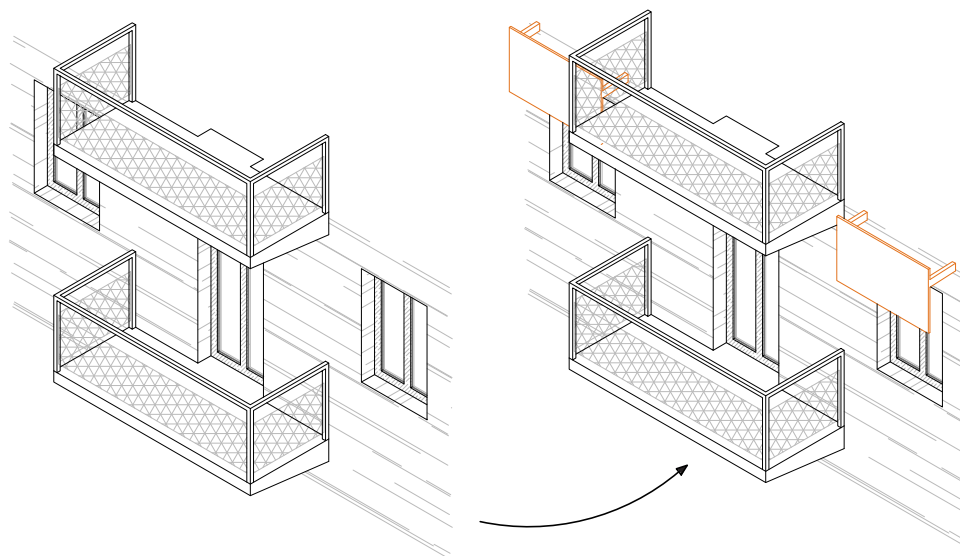
Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m<sup>2</sup>) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

### SENZA FRANGISOLE APPESI

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m <sup>2</sup>	SHADE	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh
Jan	4007	0%	3148	3777	900	1080	1650	1979
Feb	20695	0%	15358	18429	4391	5270	8049	9658
Mar	31185	0%	18394	22072	5259	6311	9640	11568
Apr	61928	11%	23579	28295	6742	8090	12357	14828
May	91881	21%	26894	32273	7690	9228	14094	16913
Jun	63410	36%	15637	18764	4471	5365	8195	9834
Jul	146119	34%	35082	42099	10031	12037	18386	22063
Aug	92885	17%	32422	38906	9270	11124	16991	20390
Sep	58414	3%	31618	37942	9041	10849	16570	19884
Oct	20156	0%	14084	16901	4027	4833	7381	8857
Nov	7783	0%	6404	7685	1831	2197	3356	4027
Dec	6152	0%	5086	6103	1454	1745	2665	3198
TOTALS	604615		227706	273247	65108	78130	119334	143201

# 3.7 GLI OSCURANTI FRONTALI



Il corso dell'anno: ○ ● ○

Nella stagione calda blocca gli alti raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni crea un ostacolo parziale.

Orientamento utile: ○ ● ○



**Descrizione:**

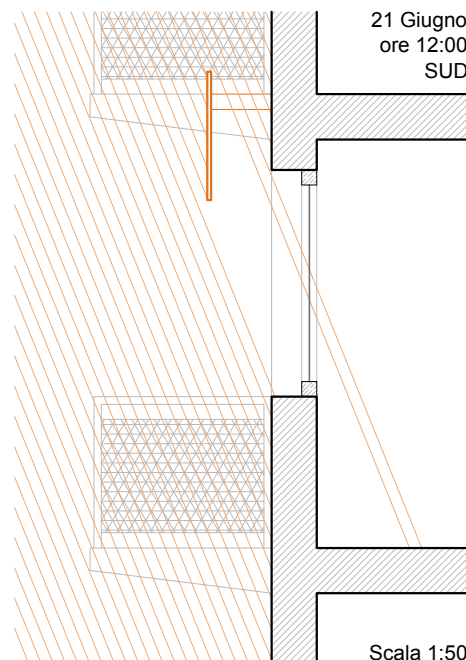
Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Tale schermatura frontale protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

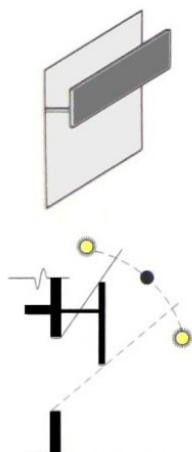
Questo sistema di schermatura rimane per tutto il corso dell'anno. Ostruisce parzialmente il sole alto estivo e permette al sole basso invernale di entrare.

Comporta grandi vantaggi nella stagione estiva a fronte di una minima oscurazione nella stagione invernale.

Avendo come fattore principale di calcolo l'altezza del sole l'oggetto orizzontale trova la sua posizione ottimale sul lato sud, dove il sole è più alto nel cielo in estate. Spesso però questo sistema viene utilizzato anche negli orientamenti ad est, sud-est, sud-ovest ed ovest.



**Riferimento:**



Nel contesto milanese il progetto dell'aggetto, e quindi il valore della sua estensione, è stato effettuato in modo da creare maggior ombra possibile. questo tipo di schermatura permette l'ingresso del sole sempre, a qualsiasi angolazione, però ne riduce fortemente la quantità.

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

*Il riferimento a fianco rappresenta l'oscurante frontale come si presenta sul libro Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects di Lechner & Norbert.*

**Guadagno energetico:**

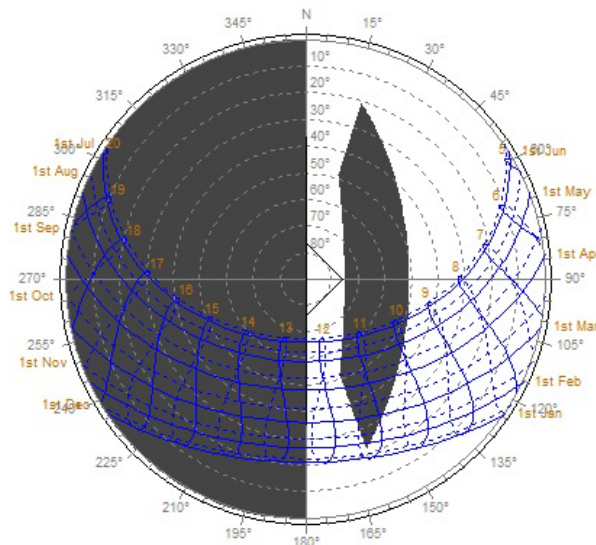
Utilizzando il programma Ecotect si è analizzata un'apertura standard di 0,80 cm x 150 cm impostando un aggetto orizzontale ad una distanza dal muro di 40 cm, un'altezza di 85 cm e una distanza, centrata con l'apertura, pari al triplo dell'apertura stessa.

EST	Riduz. media mensile %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media effett. Wh/m2
Nov.-Feb.	61	2566	1726
Mar.-Apr.	67	18091	9240
Mag.-Ago.	68	35429	17242
Set.-Ott.	64	11439	5855





# Oscuramento

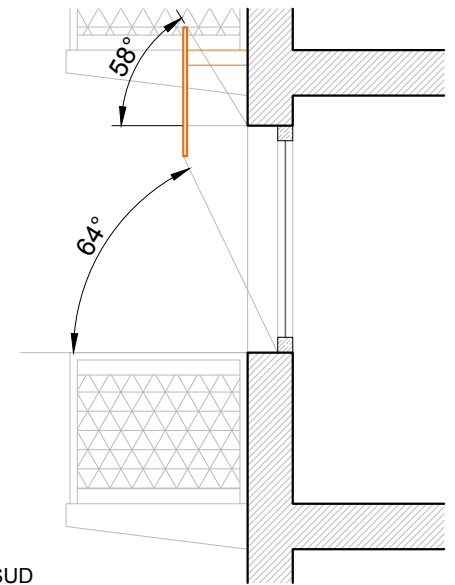
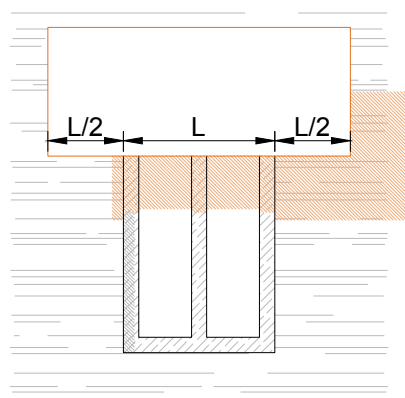
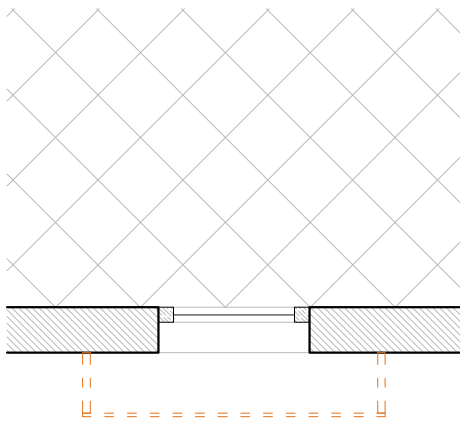


## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: 90.0°, 0.0°

# Dimensioni oggetto



SUD

SUD

# Dati oscuramento

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 93 (1.200 m2) (Azi: 90.00°, Alt: 0.00°)

CON FRANGISOLE FRONTALI

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4007	56%	856	1028	245	294	449	539
Feb	20695	65%	3829	4595	1095	1314	2007	2408
Mar	31185	65%	5106	6128	1460	1752	2676	3211
Apr	61928	69%	13374	16049	3824	4589	7009	8411
May	91881	69%	15248	18298	4360	5232	7991	9590
Jun	63410	69%	8516	10219	2435	2922	4463	5355
Jul	146119	69%	25938	31126	7417	8900	13594	16312
Aug	92885	66%	19267	23120	5509	6611	10097	12117
Sep	58414	69%	8651	10381	2474	2968	4534	5440
Oct	20156	58%	3059	3671	875	1050	1603	1924
Nov	7783	57%	1173	1407	335	402	615	738
Dec	6152	64%	1047	1256	299	359	549	658
TOTALS	604615		106065	127278	30327	36393	55586	66703

EST	Riduz. media mensile	Riduz. media mensile %	Riduz. media mensile Wh/m <sup>2</sup>	Riduz. media effett. Wh/m <sup>2</sup>
Nov.-Feb	61	2566	1726	
Mar.-Apr.	67	18091	9240	
Mag.-Agc	68	35429	17242	
Set.-Ott.	64	11439	5855	

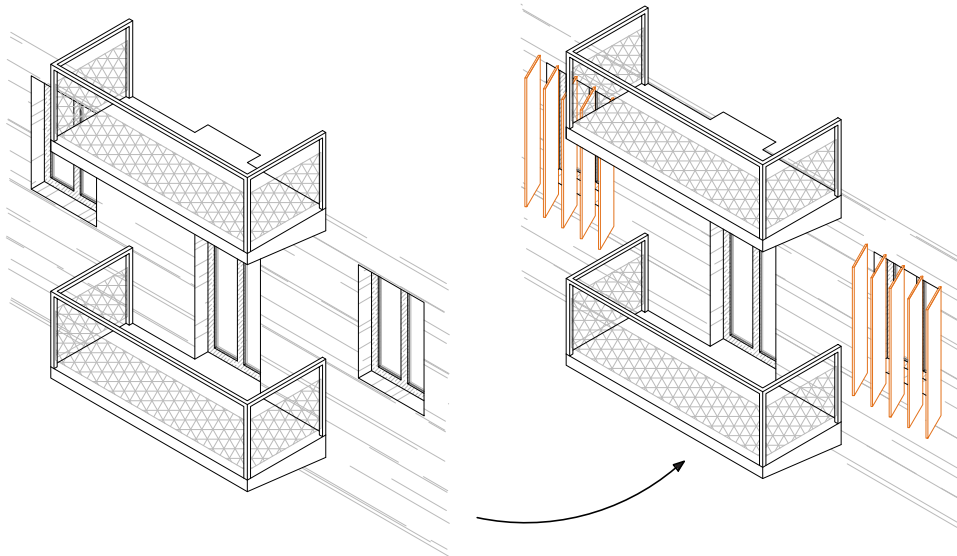
TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: 90.00°, Alt: 0.00°)

SENZA FRANGISOLE FRONTALI

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4007	30%	1487	1784	425	510	779	935
Feb	20695	42%	6907	8289	1975	2370	3620	4344
Mar	31185	39%	10129	12155	2896	3475	5308	6370
Apr	61928	43%	28379	34055	8115	9737	14873	17847
May	91881	42%	33975	40770	9714	11657	17805	21366
Jun	63410	42%	18906	22687	5406	6487	9908	11889
Jul	146119	42%	56525	67831	16162	19395	29623	35548
Aug	92885	38%	40093	48111	11464	13756	21011	25214
Sep	58414	44%	18408	22090	5264	6316	9647	11577
Oct	20156	32%	6121	7346	1750	2100	3208	3850
Nov	7783	37%	2036	2443	582	698	1067	1280
Dec	6152	47%	1794	2153	513	616	940	1128
TOTALS	604615		224761	269713	64266	77119	117790	141348



# 3.8 L'AGGETTO VERTICALE INCLINATO



**Descrizione:**

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

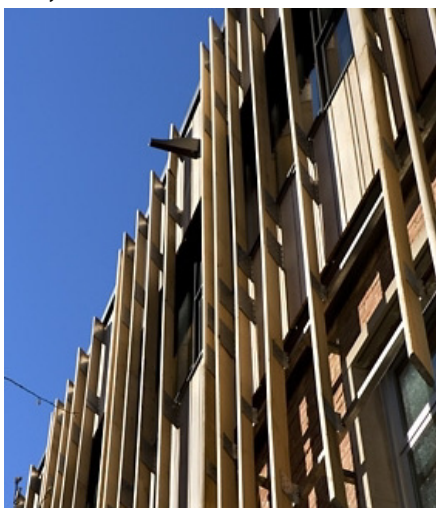
Tale schermatura verticale protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

Vengono installati inclinati verso sud, per captare maggiormente la radiazione solare invernale, o verso nord per un maggior raffrescamento durante il giorno. Può essere utilizzato in supporto a quello orizzontale per evitare i raggi bassi indesiderati del sole (nelle ore mattutine o serali) oppure come rompisole quando si necessita del calore dei raggi solari ma si cerca di evitare l'abbagliamento.

Questo sistema di schermatura ostruisce il sole estivo quasi quanto ostruisce quello invernale, in inverno però il guadagno solare ad est e ovest è molto basso, si può quindi progettare gli oscuramenti solamente sulla base del surriscaldamento estivo.

L'aggetto verticale viene usato in tutti gli orientamenti. A sud è poco utile se non sono presenti altri sistemi di schermatura in supporto ad esso, come anche a nord, ad est ed ovest trovano un buon impiego.

**Riferimento:**



Nel contesto milanese il progetto dell'aggetto negli orientamenti est ed ovest, e quindi il valore della sua estensione, è stato effettuato utilizzando un angolo di schermatura di 106°: Il 21 giugno ad est il sole sparirà intorno alle 9:45 mentre ad ovest intorno alle 14:15. In ogni caso minore è la distanza tra gli oscuranti minore è il guadagno solare ma maggiore è l'ostruzione della vista attraverso di essa.

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

*Il riferimento a fianco rappresenta gli aggetti verticali inclinati utilizzati nella Sidwell Friends School a Washington.*

**INTERVENTI SEMPLICI**

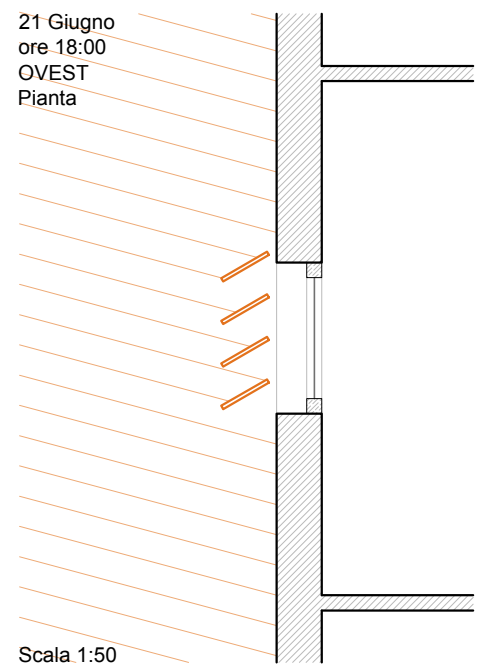
L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA

**Il corso dell'anno:** ○ ● ○

Nella stagione calda blocca al mattino e/o alla sera i bassi raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni crea un ostacolo parziale.

**Orientamento utile:** ○ ● ○

Ovest | [ ] | Est



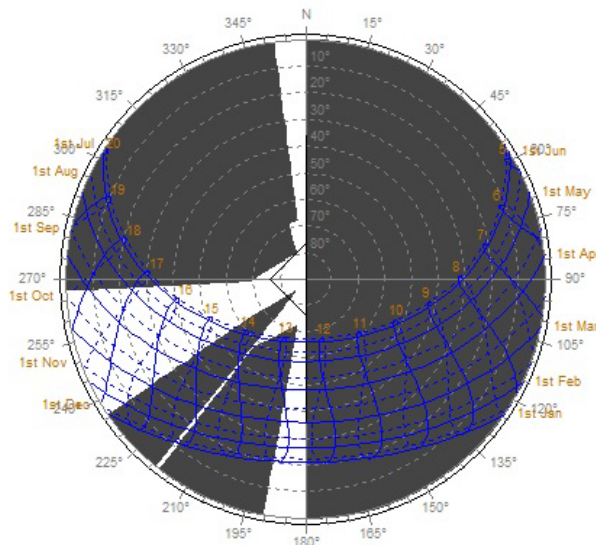
**Guadagno energetico:**

Utilizzando il programma Ecotect si è analizzata un'apertura standard di 0,80 cm x 150 cm impostando aggetti verticali sulla base di un angolo di schermatura in pianta di 63° e un'altezza pari all'apertura stessa

OVEST	Riduz. media mensile %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media effett. Wh/m2
Nov.-Feb.	71	723	653
Mar.-Apr.	67	3874	4102
Mag.-Ago.	70	9418	9637
Set.-Ott.	69	3680	3802



# Oscuramento

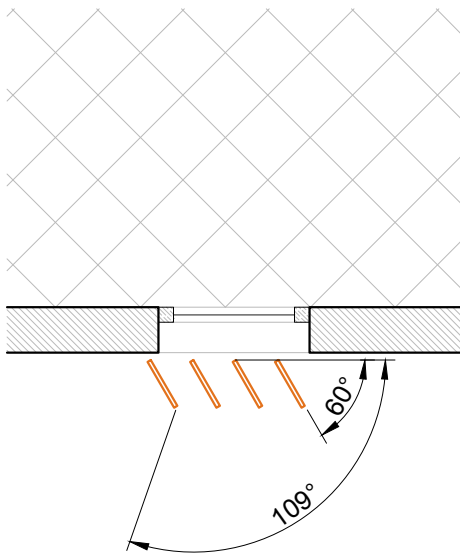


## Equidistant Projection

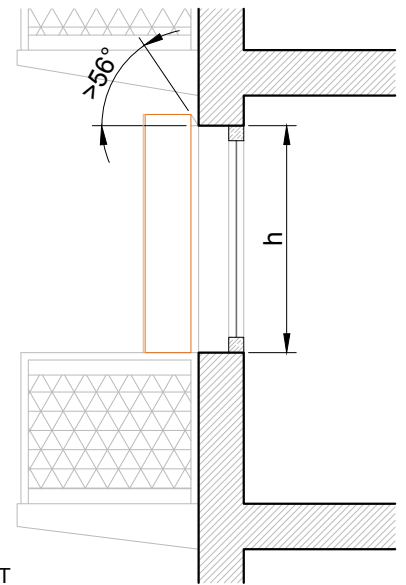
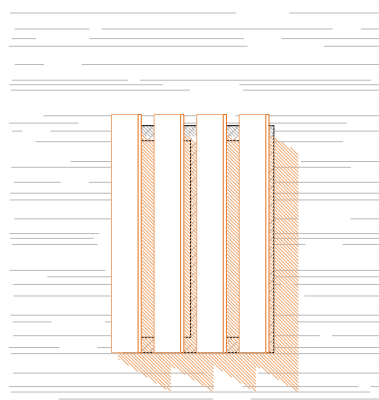
Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: 90.0°, 0.0°

# Dimensioni oggetto



OVEST



OVEST

# Dati oscuramento

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 93 (1.200 m<sup>2</sup>) (Azi: -90.00°, Alt: 0.00°)

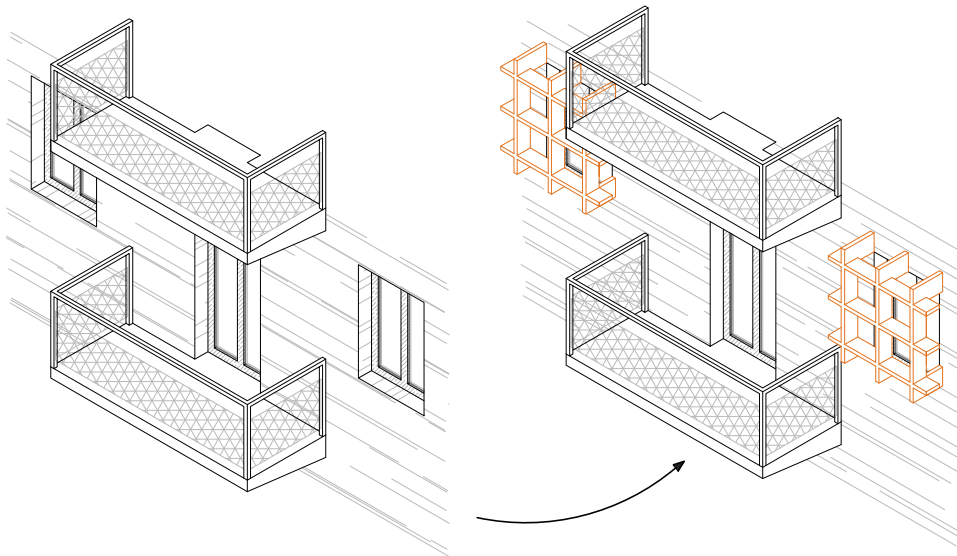
MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m <sup>2</sup>	SHADE	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh
Jan	4007	77%	191	229	55	65	100	120
Feb	20695	67%	1479	1774	423	507	775	930
Mar	31185	68%	3316	3979	948	1138	1738	2085
Apr	61928	65%	4888	5865	1398	1677	2562	3074
May	91881	69%	10005	12005	2861	3433	5243	6292
Jun	63410	70%	7280	8735	2081	2498	3815	4578
Jul	146119	71%	14187	17025	4057	4868	7435	8922
Aug	92885	70%	7075	8490	2023	2428	3708	4450
Sep	58414	64%	6248	7497	1786	2144	3274	3929
Oct	20156	74%	1356	1628	388	465	711	853
Nov	7783	73%	462	555	132	159	242	291
Dec	6152	65%	480	576	137	165	252	302
TOTALS	604615		56967	68360	16289	19546	29855	35826

OVEST	Riduz. mensile	Riduz. mensile	Riduz. mensile
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
Nov.-Feb	71	723	653
Mar.-Apr.	67	3874	4102
Mag.-Agc	70	9418	9637
Set.-Ott.	69	3680	3802

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 94 (1.200 m<sup>2</sup>) (Azi: -90.00°, Alt: 0.00°)

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m <sup>2</sup>	SHADE	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh	Wh/m <sup>2</sup>	TOT.Wh
Jan	4007	70%	255	306	73	87	134	160
Feb	20695	58%	1951	2341	558	669	1022	1227
Mar	31185	61%	4103	4923	1173	1408	2150	2580
Apr	61928	57%	5953	7144	1702	2043	3120	3744
May	91881	58%	12423	14908	3552	4263	6511	7813
Jun	63410	58%	9074	10888	2594	3113	4755	5706
Jul	146119	58%	17914	21497	5122	6147	9388	11266
Aug	92885	62%	8612	10335	2463	2955	4514	5416
Sep	58414	56%	7760	9312	2219	2662	4067	4880
Oct	20156	68%	1702	2043	487	584	892	1070
Nov	7783	63%	617	741	177	212	324	388
Dec	6152	53%	641	769	183	220	336	403
TOTALS	604615		71005	85206	20303	24363	37212	44654

# 3.9 L'OSCURANTE A GRIGLIA



Il corso dell'anno: ○ ● ○

Nella stagione calda blocca al mattino e/o alla sera i bassi raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni crea un ostacolo parziale.

Orientamento utile: ○ ● ○

Ovest | █ | Est

**Descrizione:**

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

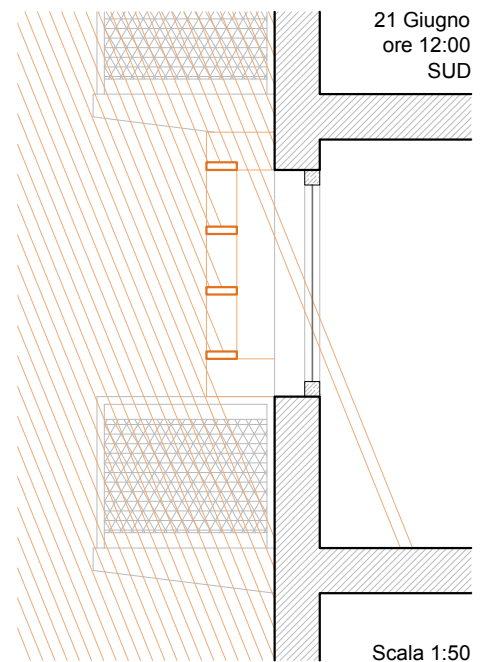
Tale schermatura a griglia protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

E' utile per schermare la radiazione incidente che si presenta bassa sull'orizzonte.

Il sistema è fondamentalmente una combinazione di dispositivi orizzontali e verticali, le loro caratteristiche di ombreggiamento sono pertanto una combinazione di questi 2 sistemi. Con le parti orizzontali ostruisce il sole alto estivo permettendo al sole basso invernale di entrare e con quelle verticali ostruisce il sole estivo quasi quanto ostruisce quello invernale.

Questo sistema di schermatura ostruisce il sole estivo quasi quanto ostruisce quello invernale, in inverno però il guadagno solare ad est e ovest è molto basso, si può quindi progettare gli oscuramenti solamente sulla base del surriscaldamento estivo.

Questo tipo di sistema si presenta idoneo principalmente negli orientamenti est ed ovest, viene utilizzato spesso anche negli orientamenti sud-est e sud-ovest.



**Riferimento:**



Nel contesto milanese il progetto dell'aggettosi divide in: parti orizzontali calcolate utilizzando un angolo di schermatura di 62° e parti verticali calcolate utilizzando un angolo di schermatura di 63°. Quindi più stretto sarà l'oscurante e più fitta si sarà la maglia e minore sarà la qualità visiva attraverso di essa.

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

Il riferimento a fianco rappresenta gli aggetti a griglia utilizzati da Alberto Campo Baeza nella Sede Caja Granada a Granada.

**Guadagno energetico:**

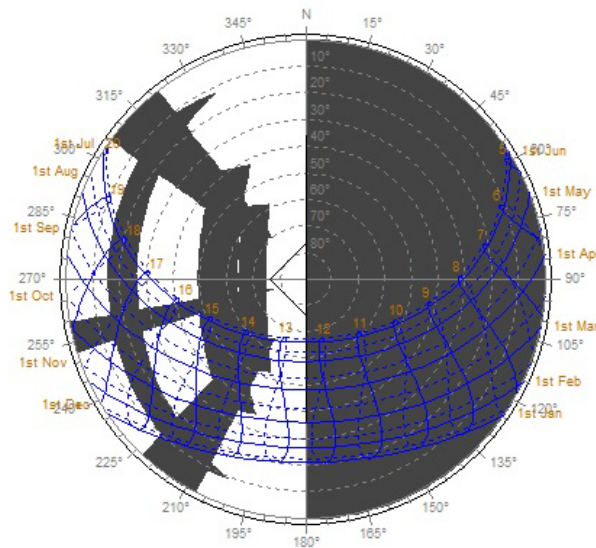
Utilizzando il programma Ecotect si è analizzata un'apertura standard di 0,80 cm x 150 cm impostando gli aggetti orizzontali sulla base di un angolo di schermatura di 62° e gli aggetti verticali sulla base di un angolo in pianta di 63°.

OVEST	Riduz. media mensile %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media effett. Wh/m2
Nov.-Feb.	68	663	713
Mar.-Apr.	69	4380	3596
Mag.-Ago.	71	11031	8024
Set.-Ott.	72	3964	3519





# Oscuramento

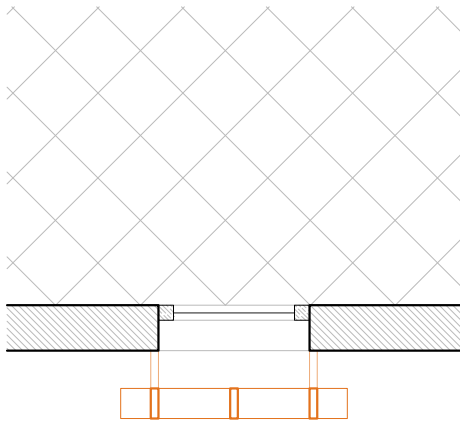


## Equidistant Projection

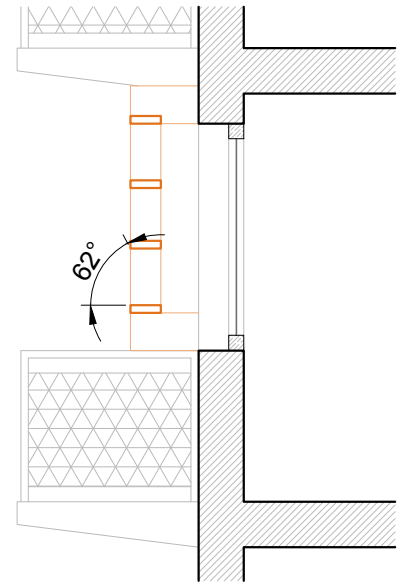
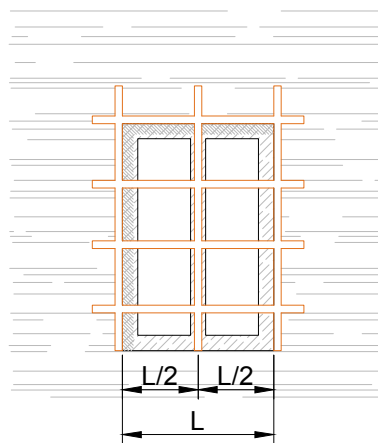
Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -90.0°, 0,0°

# Dimensioni oggetto



SUD



SUD

# Dati oscuramento

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -90.00°, Alt: 0.00°)

CON FRANGISOLE A GRIGLIA

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4007	74%	216	259	62	74	113	136
Feb	20695	66%	1604	1925	459	550	841	1009
Mar	31185	69%	3083	3700	882	1058	1616	1939
Apr	61928	68%	4109	4931	1175	1410	2154	2584
May	91881	69%	8611	10334	2462	2955	4513	5415
Jun	63410	72%	5775	6930	1651	1982	3027	3632
Jul	146119	70%	11688	14025	3342	4010	6125	7350
Aug	92885	72%	6022	7227	1722	2066	3156	3787
Sep	58414	68%	5729	6875	1638	1966	3002	3603
Oct	20156	76%	1308	1570	374	449	686	823
Nov	7783	71%	509	610	145	174	267	320
Dec	6152	60%	521	626	149	179	273	328
TOTALS	604615		49176	59011	14061	16873	25772	30926

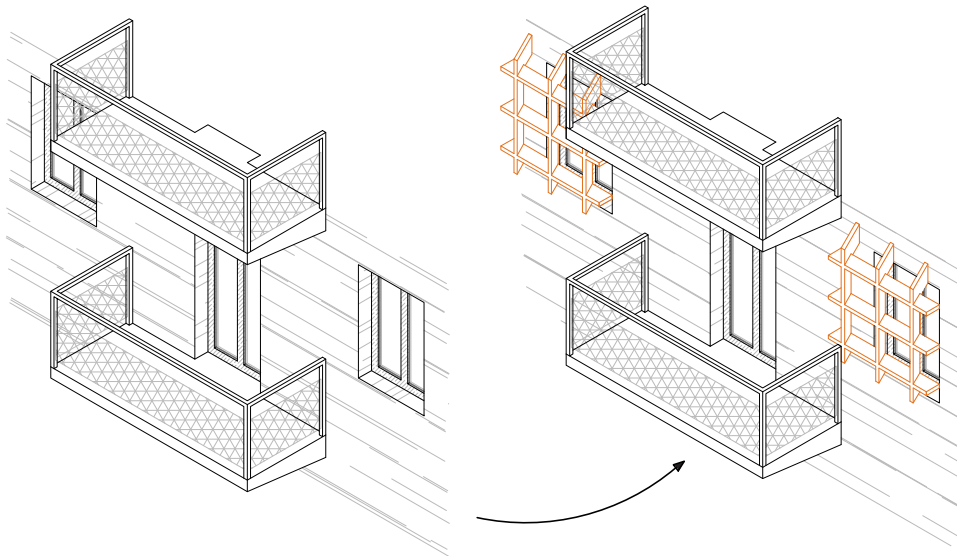
OVEST	Riduz. mensile	Riduz. mensile	Ridiaz. incidente. media effett.
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
Nov.-Feb	68	663	713
Mar.-Apr.	69	4380	3596
Mag.-Agc	71	11031	8024
Set.-Ott.	72	3964	3519

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -90.00°, Alt: 0.00°)

SENZA FRANGISOLE A GRIGLIA

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4007	70%	255	306	73	87	134	160
Feb	20695	58%	1951	2341	558	669	1022	1227
Mar	31185	61%	4103	4923	1173	1408	2150	2580
Apr	61928	57%	5953	7144	1702	2043	3120	3744
May	91881	58%	12423	14908	3552	4263	6511	7813
Jun	63410	58%	9074	10888	2594	3113	4755	5706
Jul	146119	58%	17914	21497	5122	6147	9388	11266
Aug	92885	62%	8612	10335	2463	2955	4514	5416
Sep	58414	56%	7760	9312	2219	2662	4067	4880
Oct	20156	68%	1702	2043	487	584	892	1070
Nov	7783	63%	617	741	177	212	324	388
Dec	6152	53%	641	769	183	220	336	403
TOTALS	604615		71005	85206	20303	24363	37212	44654

# 3.10 L'OSCURANTE A GRIGLIA AVENTE GLI AGGETTI VERTICALI INCLINATI



Il corso dell'anno: ○ ● ○

Nella stagione calda blocca al mattino e/o alla sera i bassi raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni crea un ostacolo parziale.

Orientamento utile: ○ ● ○

Ovest |  | Est

## Descrizione:

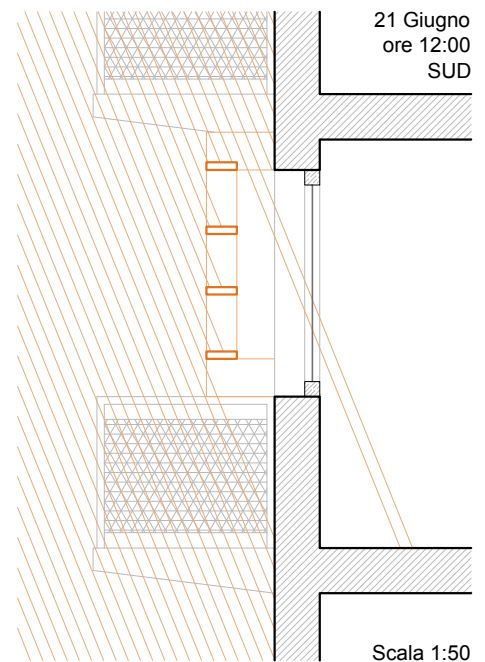
Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Tale schermatura a griglia protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

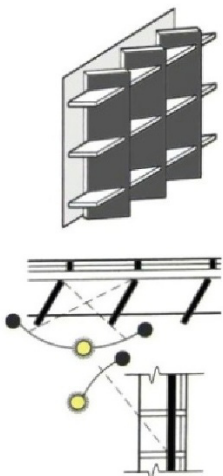
Il sistema è fondamentalmente una combinazione di dispositivi orizzontali e verticali inclinati, le loro caratteristiche di ombreggiamento sono pertanto una combinazione di questi 2 sistemi. Con le parti orizzontali ostruisce il sole alto estivo permettendo al sole basso invernale di entrare e con quelle verticali ostruisce il sole estivo quasi quanto ostruisce quello invernale.

Questo sistema di schermatura ostruisce il sole estivo quasi quanto ostruisce quello invernale, in inverno però il guadagno solare ad est e ovest è molto basso, si può quindi progettare gli oscuramenti solamente sulla base del surriscaldamento estivo.

Questo tipo di sistema ad est ed ovest trovano un buon impiego e possono essere inclinati o verso sud, per captare maggiormente la radiazione solare invernale, o verso nord per un maggior raffrescamento durante il giorno.



## Riferimento:



Nel contesto milanese il progetto dell'aggettosi divide in: parti orizzontali calcolate utilizzando un angolo di schermatura di 62° e parti verticali inclinate calcolate utilizzando un angolo di schermatura di 106°. Quindi più stretto sarà l'oscurante e più fitta si sarà la maglia e minore sarà la qualità visiva attraverso di essa.

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

Il riferimento a fianco rappresenta l'oscurante a griglia avente gli aggetti verticali inclinati come si presenta sul libro *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects* di Lechner & Norbert.

## Guadagno energetico:

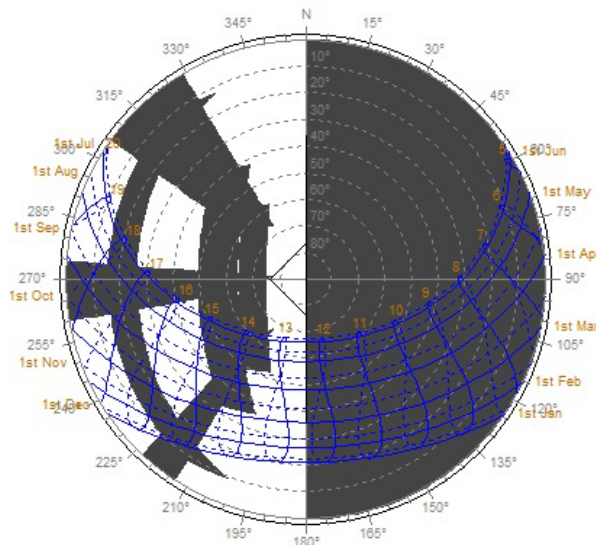
Utilizzando il programma Ecotect si è analizzata un'apertura standard di 0,80 cm x 150 cm impostando gli aggetti orizzontali sulla base di un angolo di schermatura di 62° e gli aggetti verticali sulla base di un angolo in pianta di 106° rivolti a sud.

OVEST	Riduz. media mensile %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media effett. Wh/m2
Nov.-Feb.	65	616	759
Mar.-Apr.	67	4152	3824
Mag.-Ago.	73	11149	7907
Set.-Ott.	69	3615	3868





# Oscuramento

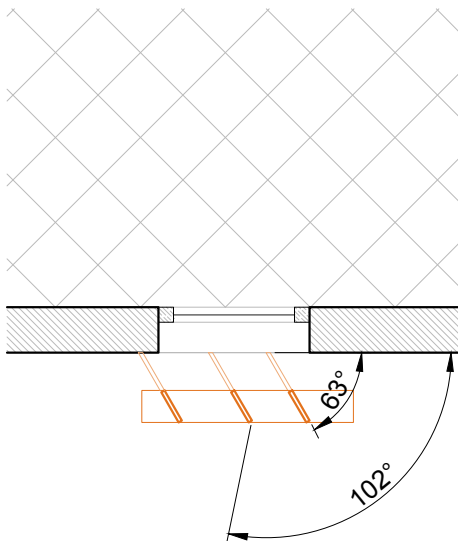


## Equidistant Projection

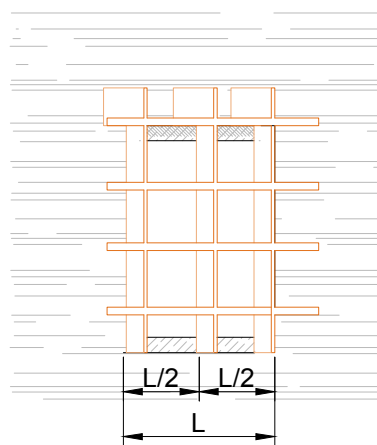
Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°

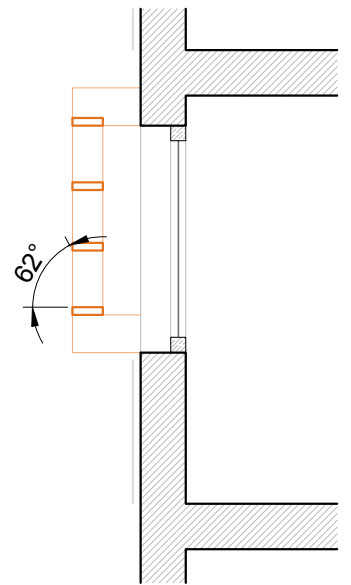
# Dimensioni oggetto



SUD



SUD



# Dati oscuramento

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -90.00°, Alt: 0.00°)

CON FRANGISOLE A GRIGLIA

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4007	73%	231	278	66	79	121	145
Feb	20695	63%	1691	2029	483	580	886	1063
Mar	31185	67%	3345	4013	956	1148	1753	2103
Apr	61928	67%	4303	5163	1230	1476	2255	2706
May	91881	72%	8402	10083	2402	2883	4403	5284
Jun	63410	74%	5705	6846	1631	1957	2990	3588
Jul	146119	73%	11383	13659	3255	3906	5965	7158
Aug	92885	72%	6136	7363	1754	2105	3216	3859
Sep	58414	65%	6272	7526	1793	2152	3287	3944
Oct	20156	73%	1463	1756	418	502	767	920
Nov	7783	68%	544	652	155	187	285	342
Dec	6152	56%	571	685	163	196	299	359
TOTALS	604615		50045	60054	14309	17171	26227	31472

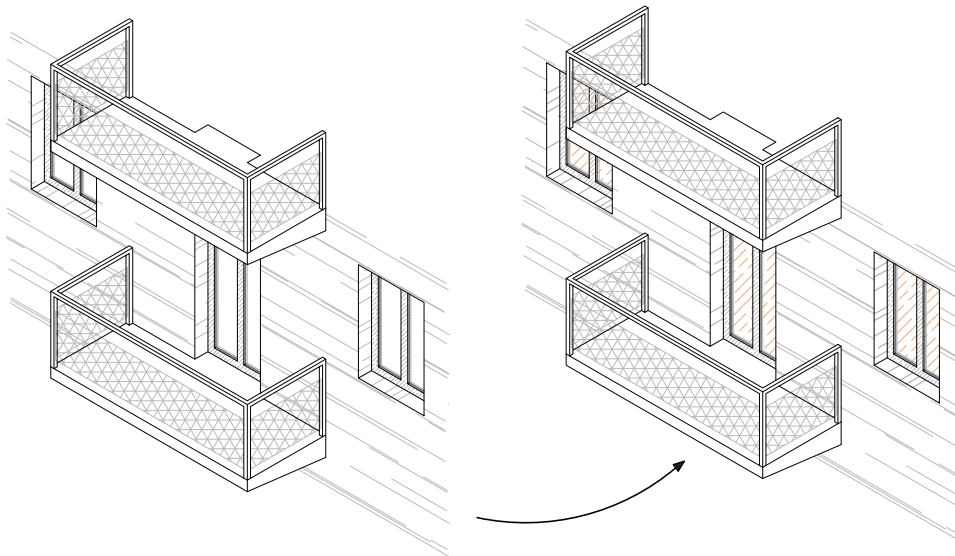
OVEST	Riduz. mensile	Riduz. mensile	Ridiaz. media effett.
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
Nov.-Feb	65	616	759
Mar.-Apr.	67	4152	3824
Mag.-Agc	73	11149	7907
Set.-Ott.	69	3615	3868

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -90.00°, Alt: 0.00°)

SENZA FRANGISOLE A GRIGLIA

MONTH	AVAIL.		INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	4007	70%	255	306	73	87	134	160
Feb	20695	58%	1951	2341	558	669	1022	1227
Mar	31185	61%	4103	4923	1173	1408	2150	2580
Apr	61928	57%	5953	7144	1702	2043	3120	3744
May	91881	58%	12423	14908	3552	4263	6511	7813
Jun	63410	58%	9074	10888	2594	3113	4755	5706
Jul	146119	58%	17914	21497	5122	6147	9388	11266
Aug	92885	62%	8612	10335	2463	2955	4514	5416
Sep	58414	56%	7760	9312	2219	2662	4067	4880
Oct	20156	68%	1702	2043	487	584	892	1070
Nov	7783	63%	617	741	177	212	324	388
Dec	6152	53%	641	769	183	220	336	403
TOTALS	604615		71005	85206	20303	24363	37212	44654

## 3.11 PELLICOLE RIFLETTENTI A CONTROLLO SOLARE



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica parzialmente l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Tali pellicole riflettenti a controllo solare o i vetri riflettenti proteggono le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort. Riducono le dispersioni termiche tra interno ed esterno e intercettano e riflettono la radiazione incidente prima che raggiunga le superfici vetrate o altri tipi di aperture. Il vetro riflettente è estremamente efficace nel bloccare la radiazione solare ma permettono poca visuale attraverso di esso, inoltre può causare riflessi agli edifici limitrofi.

Sono utili in tutti il corso dell'anno grazie alla loro caratteristica di aumentare la resistenza termica dell'infisso. Nel periodo freddo la loro proprietà riflettente contribuisce però a ridurre il guadagno termico ricavato dai raggi solari diretti.

Bloccando parzialmente il guadagno solare invernale le pellicole o i vetri riflettenti trovano una miglior locazione negli orientamenti est ed ovest, dove il guadagno solare invernale è molto basso. Sono molto efficaci anche nell'orientamento a sud dove non si ha la possibilità di installare oscuranti esterni, sul lato nord ha solo la funzione di migliorare la resistenza termica ma, non essendoci raggi solari diretti rilevanti, perde gran parte della sua funzione.

Nelle riqualificazioni edilizie le pellicole riflettenti possono essere applicate direttamente sulle vetrate, in modo semplice e veloce.

Possono essere installate quindi su ogni vetro anche dove la facciata presenta vincoli normativi.

*Il riferimento a fianco rappresenta i vetri riflettenti utilizzati da Massimiliano Fuksas nella Fiera di Milano a Rho.*

### Riferimento:



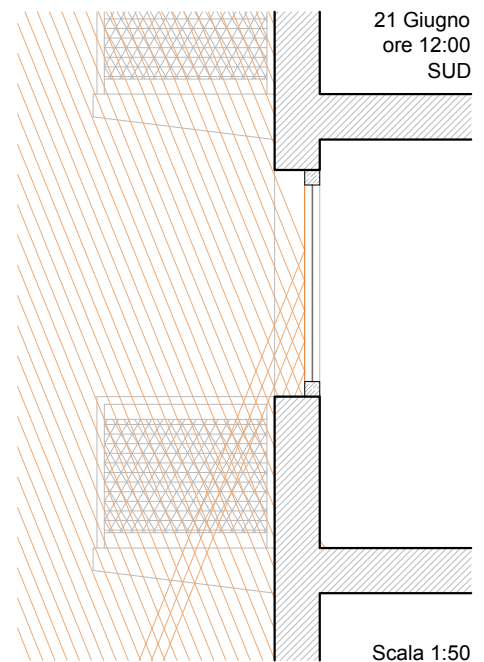
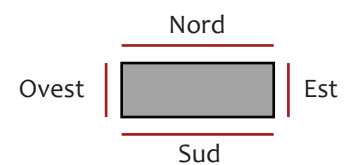
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA

Il corso dell'anno: ● ○ ○

Protegge dal sole estivo e migliora la resistenza termica dell'infisso durante tutto il corso dell'anno. nella stagione fredda può ostacolare anche i raggi solari utili.

Orientamento utile: ○ ● ○



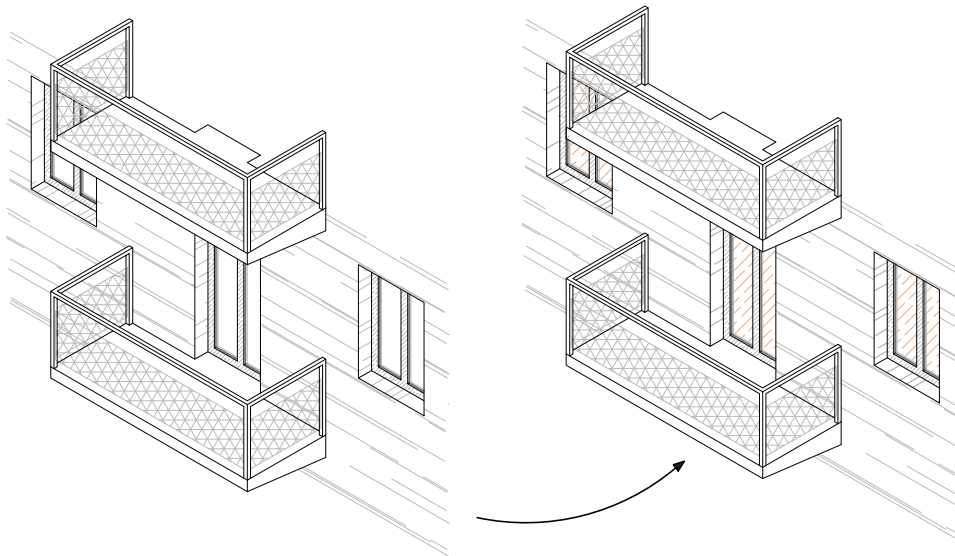
### Guadagno energetico:

Il blocco della trasmissione luminosa dei vetri riflettenti varia dal 35% circa caratteristico dei vetri specchiati ordinari argentati, al 55% circa di vetri specchiati dorati, al 65% o più di vetri molto specchiati argentati. La loro trasmittanza solare è di circa 0,64 nel primo caso, 0,58 nel secondo e 0,49 nel terzo.

Le pellicole di ultima generazione vantano una respinzione dell'energia totale solare fino al 94%.

Fonte: Serramenti e vetrazioni di Gianluca Brunetti

## 3.12 IL VETRO OSCURATO



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica parzialmente l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Tali pellicole riflettenti a controllo solare o i vetri riflettenti proteggono le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort. Sono molto simili alle pellicole riflettenti con la differenza che gli schermi riflettenti riflettono la luce del sole mentre gli schermi oscurati non permettono l'ingresso della radiazione solare.

Esistono in commercio diversi tipi di pellicole, capaci di soddisfare varie esigenze e dotate di specifiche funzioni, contribuiscono anche a difendere la privacy.

Sono utili in tutti il corso dell'anno grazie alla loro caratteristica di aumentare la resistenza termica dell'infilso, nel periodo freddo infatti contribuisce a mantenere all'interno dell'ambiente domestico il calore prodotto dall'impianto. La loro proprietà riflettente contribuisce però, in tale periodo, a ridurre il guadagno termico ricavato dai raggi solari diretti.

Bloccando parzialmente il guadagno solare invernale le pellicole oscuranti trovano

una miglior locazione negli orientamenti est ed ovest, dove il guadagno solare invernale è molto basso, sono molto efficaci anche nell'orientamento a sud dove non si ha la possibilità di installare oscuranti esterni, sul lato nord ha solo la funzione di migliorare la resistenza termica, non essendoci raggi solari diretti rilevanti, perde gran parte della sua funzione.

Nelle riqualificazioni edilizie le pellicole oscuranti possono essere applicate direttamente sulle vetrate, in modo semplice e veloce.

*Il riferimento a fianco rappresenta i vetri oscuranti colorati utilizzati da diversi studi di architettura supervisionati da Mario Saia nel Palais de Congrès a Montreal.*

### Riferimento:



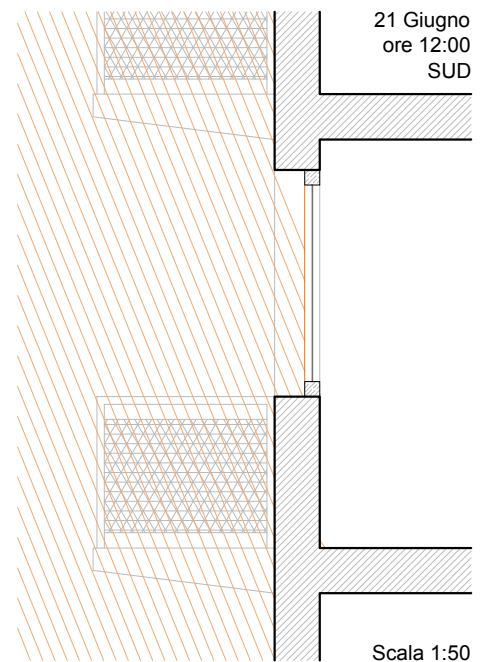
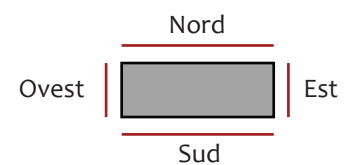
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA

Il corso dell'anno: ● ○ ○

Protegge dal sole estivo e migliora la resistenza termica dell'infilso durante tutto il corso dell'anno. nella stagione fredda pu  ostacolare anche i raggi solari utili.

Orientamento utile: ○ ● ○



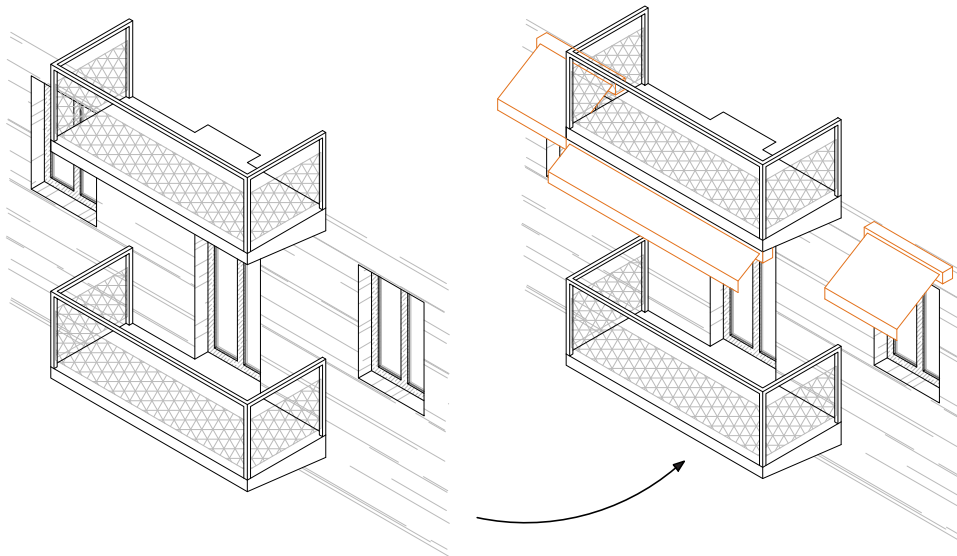
### Guadagno energetico:

Il blocco della trasmissione luminosa dei vetri oscuranti varia in base al prodotto acquistato da un oscuramento del 50% fino ad un oscuramento del 94%.

Si ricorda che con i raggi solari e quindi il calore indesiderato viene bloccata anche la visuale.



# 3.13 LE TENDE DA SOLE MOBILI



**Descrizione:**

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene nella sua mutabilità e quindi si modifica nella forma o nelle funzioni in base alle stagioni.

Tale schermatura mobile protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

Le tende da sole essendo un oscurante mobile risponde meglio alle dinamiche naturali del tempo meteorologico rispetto agli oscuranti fissi, infatti gli oscuranti fissi rispondono alla posizione del sole e non all'oscillazione della temperatura (gli angoli del sole e la temperatura non vanno di pari passo, sfasano da uno a due mesi).

Grazie alla loro proprietà di retraibilità non alterano in alcun modo l'andamento termico nella stagione fresca.

Avendo come fattore principale di calcolo l'altezza del sole l'oggetto orizzontale trova la sua posizione ottimale sul lato sud, dove il sole è più alto nel cielo in estate. Grazie alla sua caratteristica di retraibilità però si possono estendere anche in lunghe e/basse distanze oscurando molto bene anche gli orientamenti est ed ovest.

Non esistono angoli oscuranti ottimali per determinate stagioni in quanto il sole si presenta basso nelle ore mattutine e serali e alto nelle ore centrali, la tenda quindi dovrà seguire l'andamento del sole.

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi. Si è stimato che il guadagno energetico varia in base all'utilizzo della schermatura, quindi, è soggettivo in base al livello di consapevolezza di chi lo utilizza. Inoltre i criteri comuni di utilizzo di un oscurante non sono solo prettamente energetici ma anche, ad esempio, visivi, per la visuale verso l'esterno, o estetici.

*A fianco tende da sole mobili utilizzati da Bearth & Deplazes nel loro edificio per uffici progettato a Landquart.*

**Riferimento:**



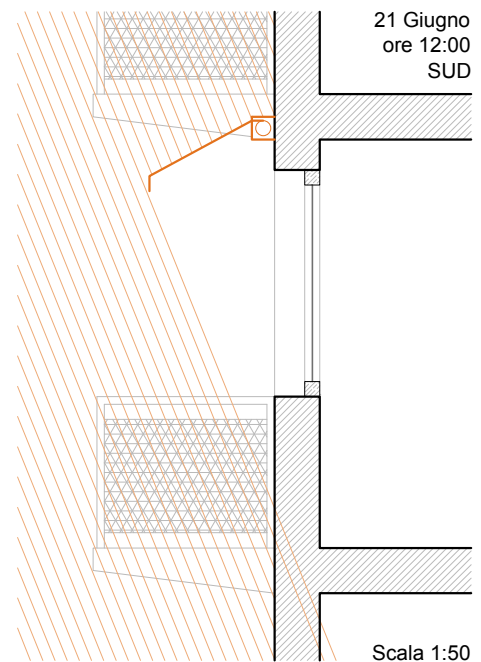
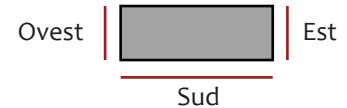
**INTERVENTI SEMPLICI**

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA MUTABILITA'

**Il corso dell'anno:** ○ ● ○

Nella stagione calda blocca gli alti raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni viene rimossa senza portare alcun danno ne alcun beneficio.

**Orientamento utile:** ○ ● ○



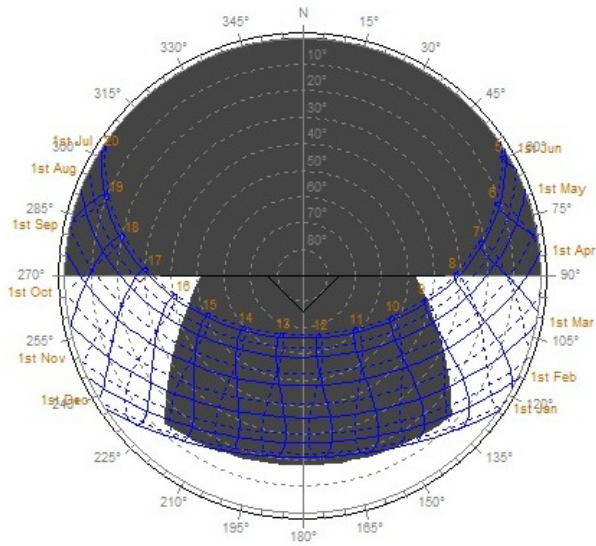
**Guadagno energetico:**

Grazie al programma Ecotect si è calcolato la riduzione giornaliera massima e minima nel giorno più caldo e nel giorno più freddo dell'anno, ponendo l'oscurante mobile come oscurante fisso durante l'intera giornata.

SUD	Riduz. media giornal. %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media eff. Wh/m2
17 Gen.	0	0	92
06 Ago.	80	1115	90



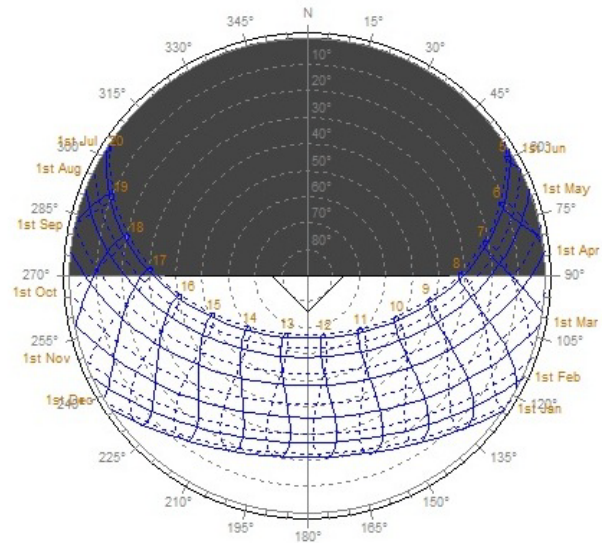
# Oscuramento



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°

# Dati oscuramento

### HOURLY SOLAR EXPOSURE TENDA MOBILE - MASSIMA ESPOSIZIONE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 17th January

Sitazione al giorno più freddo dell'anno

BEAM	DIFFUSE	SUN	SOLAR	INCIDENT	ABSORBED	TRANSMITTED
W/m2	W/m2	ANGLE	SHADE	W/m2	W	W
W/m2	W/m2			W/m2	W	W
900	67	19600%	46.50	0%	46	55
1000	37	24600%	41.28	0%	28	33
1100	19	26400%	31.54	0%	16	19
1200	2	20900%	23.95	0%	2	2
TOTALS				0%	92	110

SUD	Riduz. media giornal.	Riduz. media mensile	Ridiaz. incidente. media eff.
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
17 Gen.	0	0	92
06 Ago.	80	1115	90

### HOURLY SOLAR EXPOSURE TENDA MOBILE - MASSIMO OSCURAMENTO

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 93 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

Sitazione al giorno più caldo dell'anno

BEAM	DIFFUSE	SUN	SOLAR	INCIDENT	ABSORBED	TRANSMITTED
W/m2	W/m2	ANGLE	SHADE	W/m2	W	W
W/m2	W/m2			W/m2	W	W
600	14600%	124	>90.00	100%	0	0
700	26100%	173	>90.00	100%	0	0
800	39900%	225	89.04	25%	5	6
900	39700%	269	75.18	54%	47	56
1000	48600%	280	68.74	88%	22	26
1100	57700%	258	65.92	100%	0	0
1200	50700%	313	62.96	100%	0	0
1300	416	302	63.34	100%	0	0
1400	377	224	67.51	100%	0	0
1500	288	155	71.88	96%	4	4
1600	147	115	76.71	62%	13	15
1700	30	66	88.86	29%	0	1
TOTALS				80%	90	109

### HOURLY SOLAR EXPOSURE SENZA NESSUN AGGETTO

Milano, Italy (Direct Only)

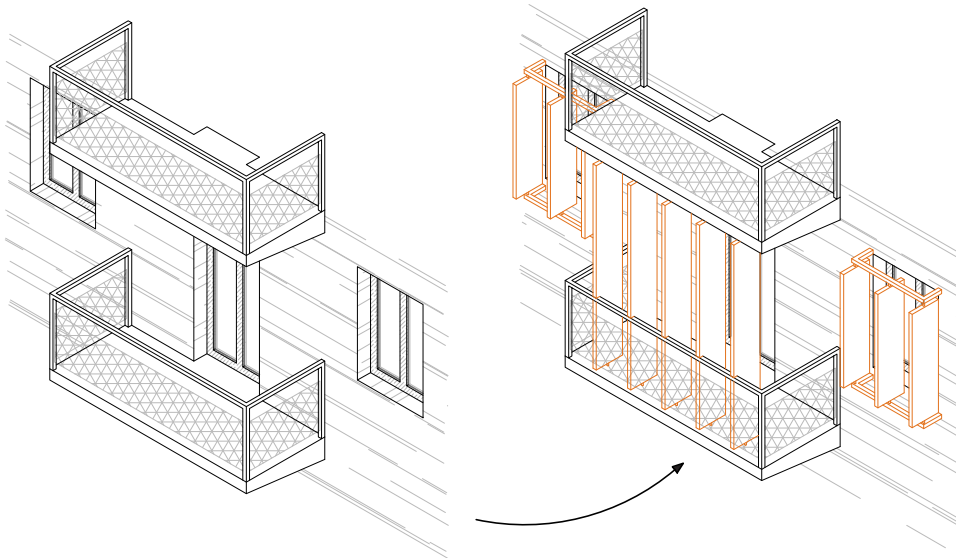
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

BEAM	DIFFUSE	SUN	SOLAR	INCIDENT	ABSORBED	TRANSMITTED
W/m2	W/m2	ANGLE	SHADE	W/m2	W	W
W/m2	W/m2			W/m2	W	W
600	146	124	>90.00	100%	0	0
700	261	173	>90.00	100%	0	0
800	399	225	89.04	0%	7	8
900	397	269	75.18	0%	102	122
1000	486	280	68.74	0%	176	212
1100	577	258	65.92	0%	235	283
1200	507	313	62.96	0%	230	277
1300	416	302	63.34	0%	187	224
1400	377	224	67.51	0%	144	173
1500	288	155	71.88	0%	90	107
1600	147	115	76.71	0%	34	41
1700	30	66	88.86	0%	1	1
TOTAL					1205	1446



# 3.14 I FRANGISOLE VERTICALI ORIENTABILI



**Descrizione:**

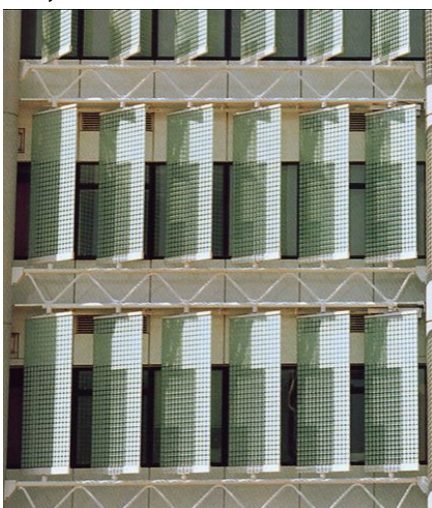
Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene nella sua mutabilità e quindi si modifica nella forma o nelle funzioni in base alle stagioni.

Tale schermatura verticale protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

I frangisole verticali orientabili essendo oscuranti mobili rispondono meglio alle dinamiche naturali del tempo meteorologico rispetto agli oscuranti fissi infatti gli oscuranti fissi rispondono alla posizione del sole e non all'oscillazione della temperatura. Le schermature verticali inclinate vengono progettate in modo da poter intercettare, nella stagione calda, la radiazione incidente che si presenta bassa sull'orizzonte. Vengono inclinati verso sud, per captare maggiormente la radiazione solare invernale, o verso nord, per un maggior raffreddamento durante il giorno.

Questo sistema di schermatura ostruisce bene il sole estivo basso sull'orizzonte, in inverno gli oscuranti seguono il sole portando dentro luce e calore con un oscuramento molto basso. Il guadagno solare ad est e ovest è molto basso, si può quindi progettare gli oscuramenti solamente sulla base del surriscaldamento estivo.

**Riferimento:**



L'oggetto verticale viene usato in tutti gli orientamenti. A sud è poco utile soprattutto per schermare il sole molto alto del mezzogiorno, ad est ed ovest trovano un buon impiego.

Gli oggetti verticali possono avere svariate misure, di norma però vengono progettati in modo tale che orientati tutti lungo la stessa linea essi possano formare un muro chiuso a protezione dell'apertura su cui svolgono la funzione di schermatura.

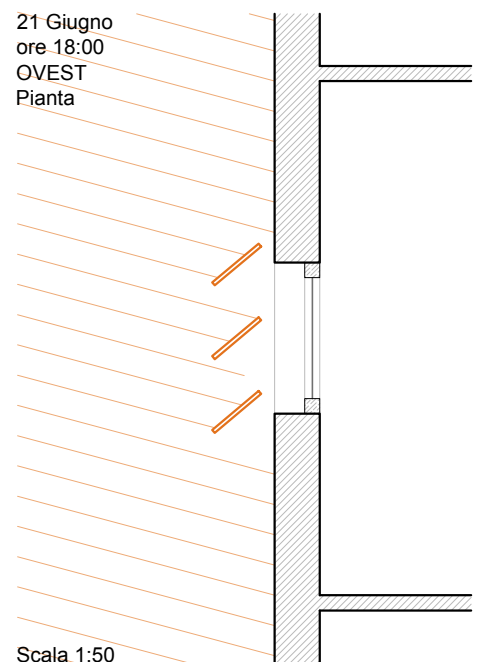
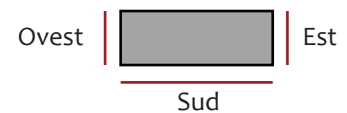
Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

*A fianco oggetti verticali orientabili utilizzati da Tombazis e Associates Architects nella loro Sede centrale Avax ad Atene.*

**Il corso dell'anno:** ○ ● ○

Nella stagione calda blocca al mattino e/o alla sera i bassi raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni, se correttamente orientato, crea un ostacolo trascurabile.

**Orientamento utile:** ○ ● ○



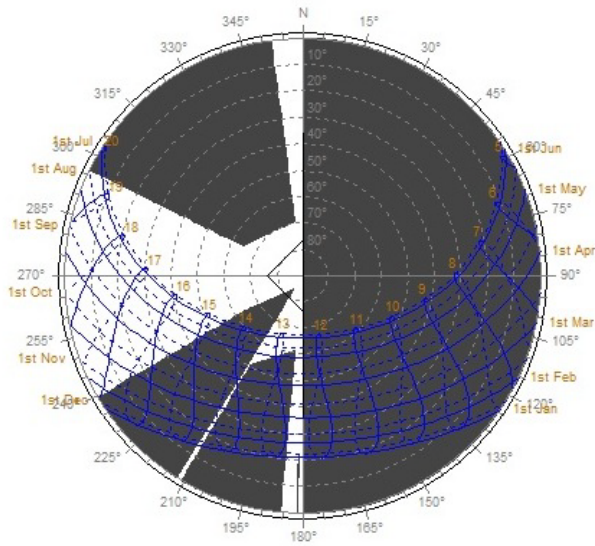
**Guadagno energetico:**

Grazie al programma Ecotect si è calcolato la riduzione giornaliera massima e minima nel giorno più caldo e nel giorno più freddo dell'anno.

SUD	Riduz. media giornal. %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media eff. Wh/m2
17 Gen.	10	7	59
06 Ago.	70	968	237



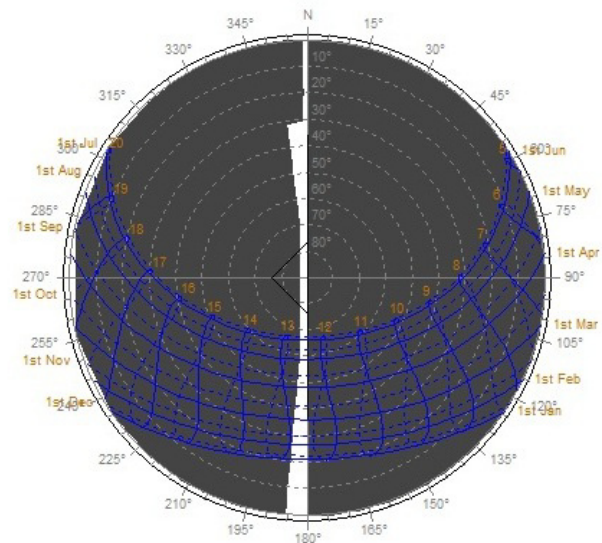
# Oscuramento



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°

# Dati oscuramento

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 93 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 17th January

### FRANGISOLE VERTICALI ORIENTABILI

MASSIMA ESPOSIZIONE

Situazione al giorno più freddo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
900	67	19600%	46.50	10%	39	42	10	12	18	22
1000	37	24600%	41.28	10%	24	28	7	8	12	15
1100	19	26400%	31.54	10%	6	2	0	0	1	1
1200	2	20900%	23.95	10%	1	0	0	0	0	0
<b>TOTALS</b>				10%	71	71	17	20	31	37

SUD	Riduz. media giornal.	Riduz. media mensile	Ridiaz. incidente. media effe.
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
17 Gen.	10	8	71
06 Ago.	70	968	237

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

### FRANGISOLE VERTICALI ORIENTABILI

MASSIMO OSCURAMENTO

Situazione al giorno più caldo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
600	14600%	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	26100%	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	39900%	225	89.04	0%	7	8	2	2	4	4
900	39700%	269	75.18	50%	51	61	15	17	27	32
1000	48600%	280	68.74	54%	81	97	23	28	42	51
1100	57700%	258	65.92	83%	39	47	11	13	21	25
1200	50700%	313	62.96	100%	0	0	0	0	0	0
1300	416	302	63.34	100%	0	0	0	0	0	0
1400	377	224	67.51	83%	24	29	7	8	13	15
1500	288	155	71.88	71%	26	31	7	9	14	16
1600	147	115	76.71	75%	8	10	2	3	4	5
1700	30	66	88.86	25%	0	1	0	0	0	0
<b>TOTALS</b>				70%	237	284	68	81	124	149

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

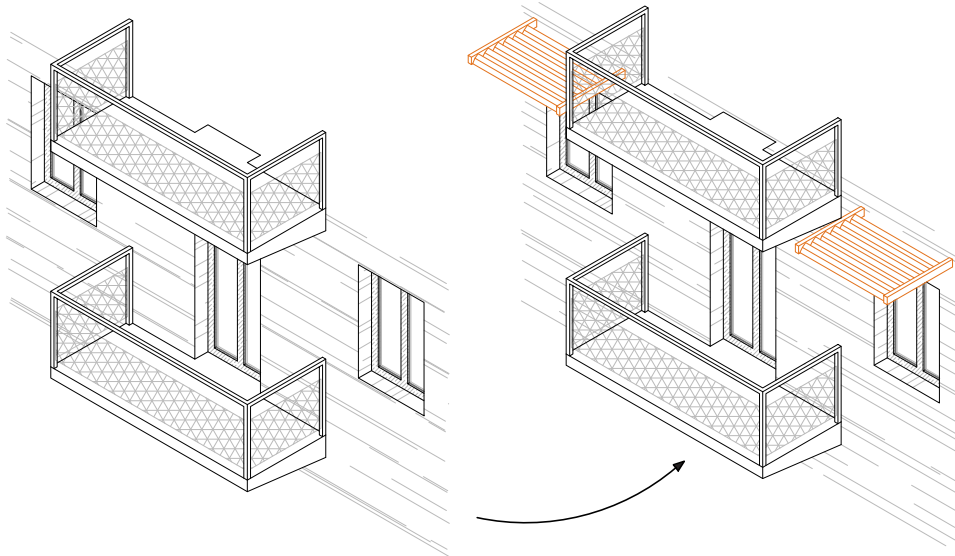
Date: 6th August

### SENZA NESSUN AGGETTO

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
600	146	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	261	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	399	225	89.04	0%	7	8	2	2	4	4
900	397	269	75.18	0%	102	122	29	35	53	63
1000	486	280	68.74	0%	176	212	50	60	92	111
1100	577	258	65.92	0%	235	283	67	81	123	146
1200	507	313	62.96	0%	230	277	66	79	121	142
1300	416	302	63.34	0%	187	224	53	64	98	116
1400	377	224	67.51	0%	144	173	41	49	76	91
1500	288	155	71.88	0%	90	107	26	31	47	57
1600	147	115	76.71	0%	34	41	10	12	18	22
1700	30	66	88.86	0%	1	1	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>					1205	1446	345	414	632	763



## 3.15 I FRANGISOLE ORIENTABILI ALLINEATI ORIZZONTALMENTE



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene nella sua mutabilità e quindi si modifica nella forma o nelle funzioni in base alle stagioni.

Tale schermatura orizzontale protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

La schermatura orizzontale composta da frangisole orientabili essendo un oscurante mobile risponde meglio alle dinamiche naturali del tempo meteorologico rispetto al sistema oscuranti fissi. Infatti gli oscuranti fissi rispondono alla posizione del sole e non alla temperatura (gli angoli del sole e la temperatura non vanno di pari passo, sfasano da uno a due mesi). Il pannello presenta aperture, permette quindi una miglior illuminazione garantendo un maggior passaggio della radiazione diffusa in confronto con un oggetto orizzontale pieno (vedi scheda n. 2.1).

Comporta grandi vantaggi nella stagione estiva a fronte di una minima oscurazione nella stagione invernale..

Avendo come fattore principale di calcolo l'altezza del sole l'oggetto orizzontale trova la sua posizione ottimale sul lato sud, dove il sole è più alto nel cielo in estate.

Spesso però questo sistema viene utilizzato anche negli orientamenti ad est, sud-est, sud-ovest ed ovest.

### Riferimento:



Nel contesto milanese il progetto dell'oggetto, e quindi il valore della sua estensione deve essere effettuato per una distanza più lunga possibile fino ad un angolo di schermatura massimo di 40°, dopodiché l'ombreggiamento non sarà più necessario.

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

*Il riferimento a fianco rappresenta gli oggetti orizzontabili inclinabili utilizzati da F. Vanine nella sua Maison contemporaine BBC a Montauban.*

### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA MUTABILITA'

#### Il corso dell'anno:

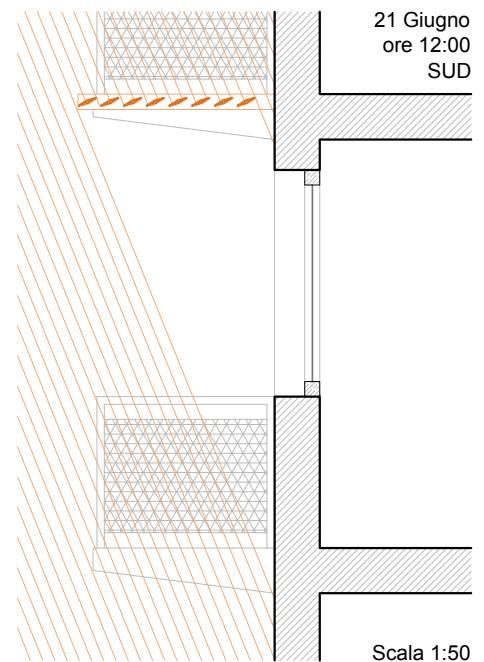


Nella stagione calda blocca gli alti raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni se correttamente orientato crea un ostacolo trascurabile.

#### Orientamento utile:



Sud



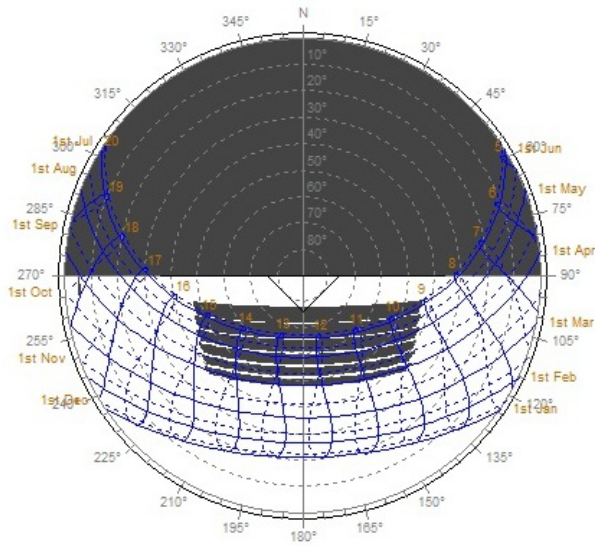
### Guadagno energetico:

Grazie al programma Ecotect si è calcolato la riduzione giornaliera massima e minima nel giorno più caldo e nel giorno più freddo dell'anno, ponendo l'oscurante mobile come oscurante fisso durante l'intera giornata.

SUD	Riduz. media giornal. %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media eff. Wh/m2
17 Gen.	3	3	85
06 Ago.	80	1181	24



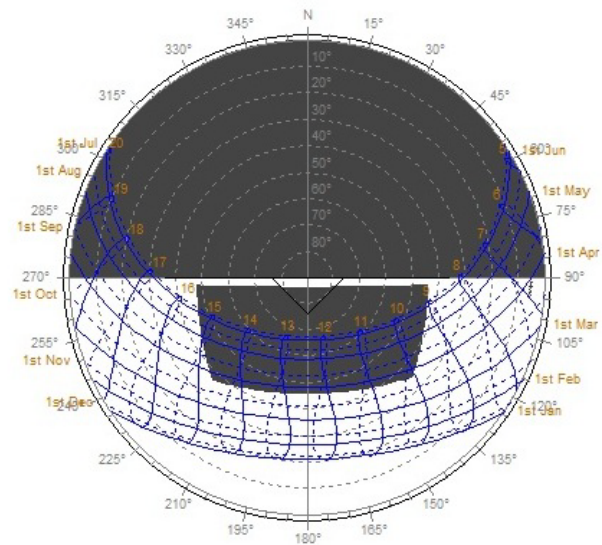
# Oscuramento



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0.0°



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0.0°

# Dati oscuramento

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 17th January

### FRANGISOLE ORIENTABILI

MASSIMA ESPOSIZIONE

Sitazione al giorno più freddo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
900	67	19600%	50.21	0%	43	51	12	15	22	27
1000	37	24600%	43.11	4%	26	31	7	9	14	16
1100	19	26400%	33.90	8%	15	17	4	5	8	9
1200	2	20900%	25.84	0%	2	2	1	1	1	1
<b>TOTALS</b>				<b>3%</b>	<b>85</b>	<b>102</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>45</b>	<b>54</b>

SUD	Riduz. media giornal.	Riduz. media mensile	Ridiaz. incidente. media effe.
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
17 Gen.	3	3	85
06 Ago.	80	1181	24

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 93 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

### FRANGISOLE ORIENTABILI

MASSIMO OSCURAMENTO

Sitazione al giorno più caldo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
600	14600%	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	26100%	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	39900%	225	89.43	0%	4	5	1	1	2	3
900	39700%	269	77.88	100%	0	0	0	0	0	0
1000	48600%	280	70.73	100%	0	0	0	0	0	0
1100	57700%	258	68.28	100%	0	0	0	0	0	0
1200	50700%	313	64.53	100%	0	0	0	0	0	0
1300	416	302	64.53	100%	0	0	0	0	0	0
1400	377	224	67.05	100%	0	0	0	0	0	0
1500	288	155	71.34	95%	5	6	1	2	2	3
1600	147	115	75.52	62%	14	17	4	5	7	9
1700	30	66	86.56	8%	2	2	0	1	1	1
<b>TOTALS</b>				<b>80%</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>15</b>

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

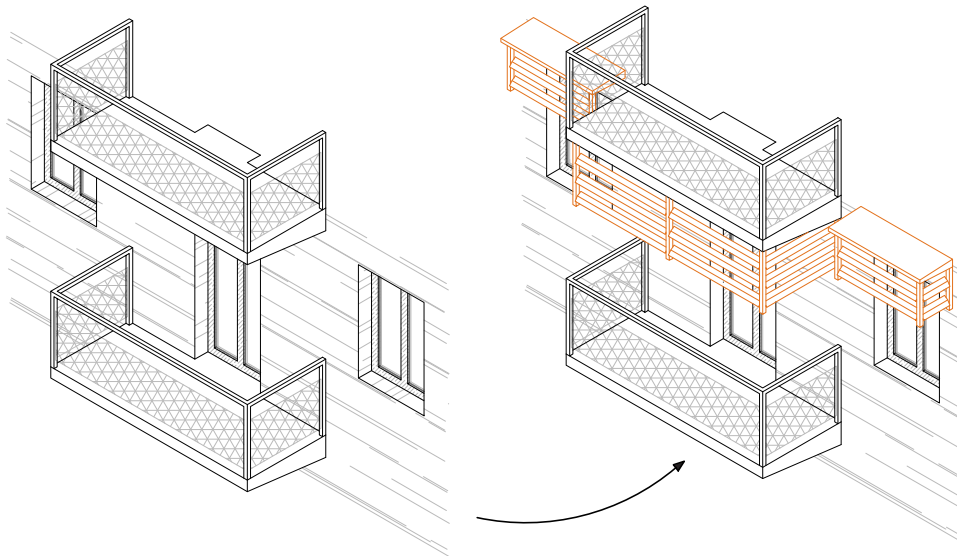
Date: 6th August

### SENZA NESSUN AGGETTO

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
600	146	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	261	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	399	225	89.04	0%	7	8	2	2	4	4
900	397	269	75.18	0%	102	122	29	35	53	53
1000	486	280	68.74	0%	176	212	50	60	92	92
1100	577	258	65.92	0%	235	283	67	81	123	123
1200	507	313	62.96	0%	230	277	66	79	121	121
1300	416	302	63.34	0%	187	224	53	64	98	98
1400	377	224	67.51	0%	144	173	41	49	76	76
1500	288	155	71.88	0%	90	107	26	31	47	47
1600	147	115	76.71	0%	34	41	10	12	18	18
1700	30	66	88.86	0%	1	1	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>					<b>1205</b>	<b>1446</b>	<b>345</b>	<b>414</b>	<b>632</b>	<b>632</b>



# 3.16 I FRANGISOLE ORIENTABILI ALLINEATI VERTICALMENTE



## Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene nella sua mutabilità e quindi si modifica nella forma o nelle funzioni in base alle stagioni.

Tale schermatura orizzontale protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

La schermatura verticale composta da frangisole orientabili in quanto oscurante mobile risponde meglio alle dinamiche naturali del tempo meteorologico rispetto al sistema oscuranti fissi. Infatti gli oscuranti fissi rispondono alla posizione del sole e non alla temperatura (gli angoli del sole e la temperatura non vanno di pari passo, sfasano da uno a due mesi). Essendo distanziati dall'apertura essi possono causare ingressi indesiderati del sole quando i suoi raggi sono lontani dalla perpendicolare con l'apertura stessa. In questo caso l'oggetto dovrà posizionarsi anche sui lati.

Comporta grandi vantaggi nella stagione estiva a fronte di una minima oscurazione nella stagione invernale..

I frangisole orientabili allineati verticalmente trovano la loro posizione in tutti gli orientamenti colpiti dal sole.

## Riferimento:



Nel contesto milanese nell'orientamento a sud il progetto dell'oggetto e quindi il valore della sua estensione deve essere effettuato per una distanza più lunga possibile fino ad un angolo di schermatura massimo di 40°, negli orientamenti est ed ovest invece l'oscurante dovrà scendere fino alla base dell'apertura.

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

la porzione di oggetto verticale può essere appesa direttamente agli stessi balconi.

*Il riferimento a fianco rappresenta gli oggetti orizzontabili inclinabili utilizzati dallo studio AABD Architectes nel loro edificio per uffici per la Apicil a Lione.*

## INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA MUTABILITA'

### Il corso dell'anno:

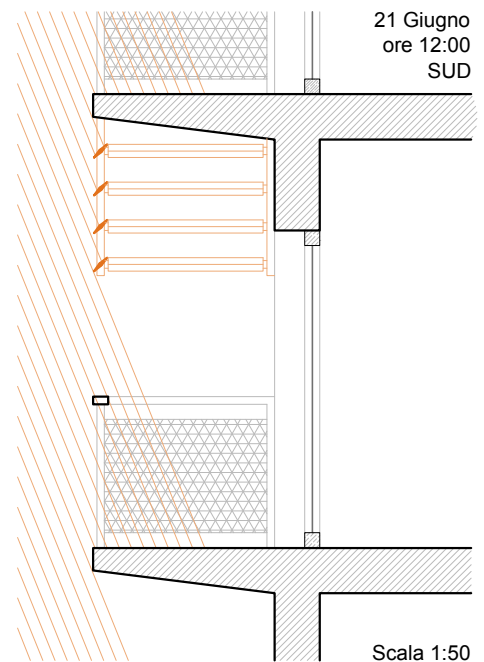


Nella stagione calda blocca gli alti raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni se correttamente orientato crea un ostacolo trascurabile.

### Orientamento utile:



Ovest | | Est  
Sud



## Guadagno energetico:

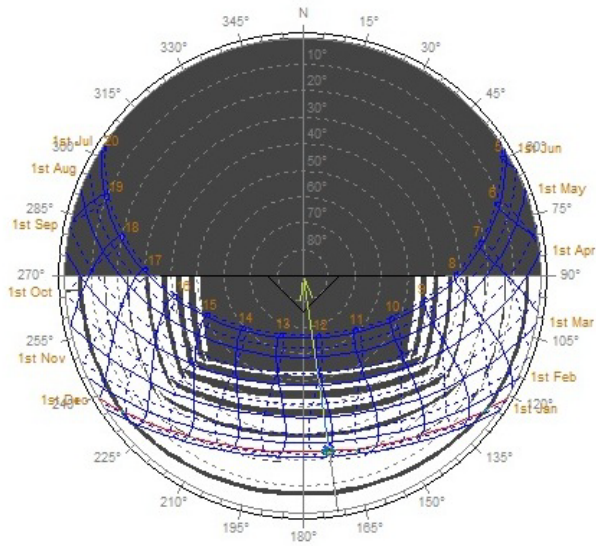
Grazie al programma Ecotect si è calcolato la riduzione giornaliera massima e minima nel giorno più caldo e nel giorno più freddo dell'anno, ponendo l'oscurante mobile come oscurante fisso durante l'intera giornata.

SUD	Riduz. media giornal. %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media eff. Wh/m2
17 Gen.	11	10	82
06 Ago.	72	1019	186





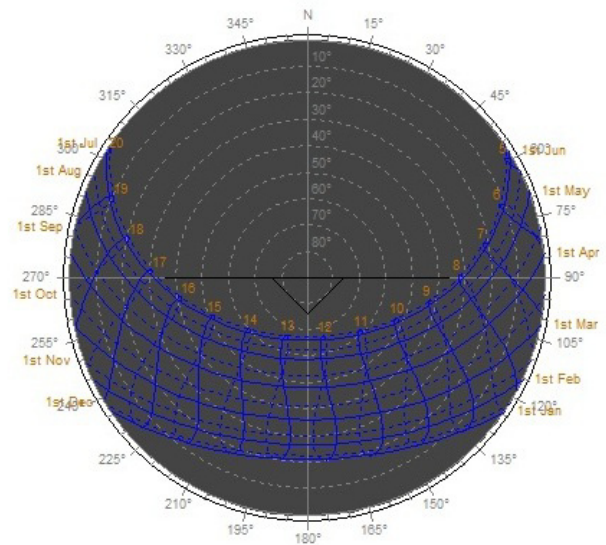
# Oscuramento



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°

# Dati oscuramento

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 17th January

### FRANGISOLE ORIENTABILI

MASSIMA ESPOSIZIONE

Situazione al giorno più freddo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT (W/m2)		ABSORBED (W/m2)		TRANSMITTED (W/m2)	
					W	W	W	W	W	W
900	67	19600%	46.50	8%	42	51	12	15	22	27
1000	37	24600%	41.28	4%	27	32	8	9	14	17
1100	19	26400%	31.54	29%	11	14	3	4	6	7
1200	2	20900%	23.95	4%	2	2	1	1	1	1
<b>TOTALS</b>					82	99	23	28	43	52

SUD	Riduz. media giornal.	Riduz. media mensile	Ridiaz. incidente. media effet.
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
17 Gen.	11	10	82
06 Ago.	72	1019	186

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

### FRANGISOLE ORIENTABILI

MASSIMO OSCURAMENTO

Situazione al giorno più caldo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT (W/m2)		ABSORBED (W/m2)		TRANSMITTED (W/m2)	
					W	W	W	W	W	W
600	14600%	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	26100%	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	39900%	225	89.04	25%	5	6	1	2	3	3
900	39700%	269	75.18	33%	68	81	19	23	35	43
1000	48600%	280	68.74	67%	59	71	17	20	31	37
1100	57700%	258	65.92	96%	10	12	3	3	5	6
1200	50700%	313	62.96	100%	0	0	0	0	0	0
1300	416	302	63.34	100%	0	0	0	0	0	0
1400	377	224	67.51	96%	6	7	2	2	3	4
1500	288	155	71.88	79%	19	22	5	6	10	12
1600	147	115	76.71	42%	20	24	6	7	10	12
1700	30	66	88.86	25%	0	1	0	0	0	0
<b>TOTALS</b>					186	223	53	64	98	117

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

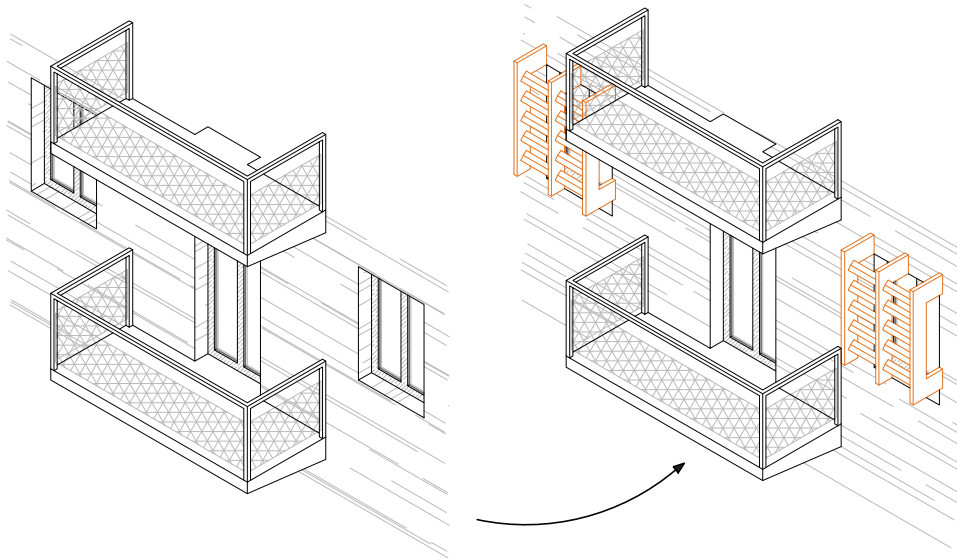
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

### SENZA NESSUN AGGETTO

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT (W/m2)		ABSORBED (W/m2)		TRANSMITTED (W/m2)	
					W	W	W	W	W	W
600	146	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	261	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	399	225	89.04	0%	7	8	2	2	4	4
900	397	269	75.18	0%	102	122	29	35	53	53
1000	486	280	68.74	0%	176	212	50	60	92	92
1100	577	258	65.92	0%	235	283	67	81	123	123
1200	507	313	62.96	0%	230	277	66	79	121	121
1300	416	302	63.34	0%	187	224	53	64	98	98
1400	377	224	67.51	0%	144	173	41	49	76	76
1500	288	155	71.88	0%	90	107	26	31	47	47
1600	147	115	76.71	0%	34	41	10	12	18	18
1700	30	66	88.86	0%	1	1	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>					1205	1446	345	414	632	632

# 3.17 L'OSCURANTE A GRIGLIA AVENTE LE PARTI ORIZZONTALI ORIENTABILI



**Descrizione:**

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica l'aspetto dell'edificio. Interviene nella sua mutabilità e quindi si modifica nella forma o nelle funzioni in base alle stagioni.

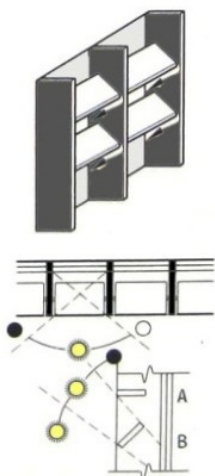
Tale schermatura a griglia protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

Si cataloga in un sistema di oscuranti ibridi, in quanto le parti orizzontali sono mobili ma quelle verticali rimangono fisse. Il sistema è fondamentalmente una combinazione di dispositivi orizzontali mobili e verticali fisse, le loro caratteristiche di ombreggiamento sono pertanto una combinazione di questi 2 sistemi.

Questo sistema di schermatura con le parti orizzontali correttamente orientate permette al sole basso invernale di entrare e con quelle verticali ostruisce il sole estivo quasi quanto ostruisce quello invernale. Nel complesso però ostruisce parzialmente anche i raggi solari invernali.

Questo tipo di sistema si presenta idoneo principalmente negli orientamenti est ed ovest, viene utilizzato spesso anche negli orientamenti sud-est e sud-ovest.

**Riferimento:**



Nel contesto milanese il progetto dell'aggettosi divide in: parti orizzontali calcolate utilizzando un angolo di schermatura fino a 40° essendo orientabili e parti verticali calcolate utilizzando un angolo di schermatura di 63°. Quindi più stretto sarà l'oscurante e più fitta si sarà la maglia e minore sarà la qualità visiva attraverso di essa.

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

Il riferimento a fianco rappresenta l'oscurante a griglia avente gli aggetti orizzontali orientabili come si presenta sul libro *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects* di Lechner & Norbert.

**INTERVENTI SEMPLICI**

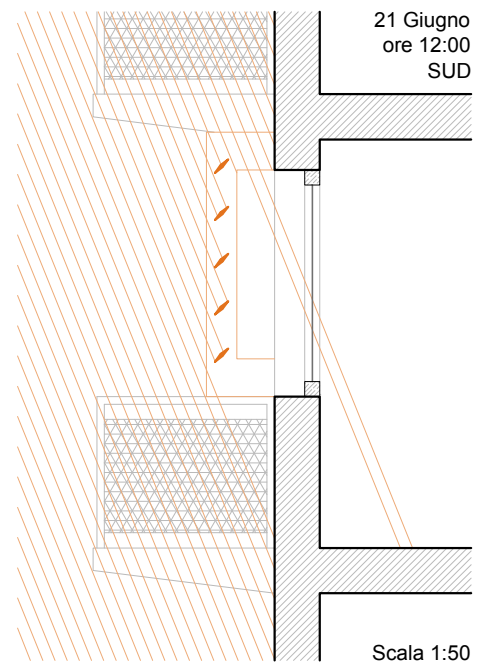
L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA MUTABILITA'

Il corso dell'anno: ○ ● ○

Nella stagione calda blocca al mattino e/o alla sera i bassi raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni, se correttamente orientato, crea un ostacolo trascurabile.

Orientamento utile: ○ ● ○

Ovest | █ | Est



**Guadagno energetico:**

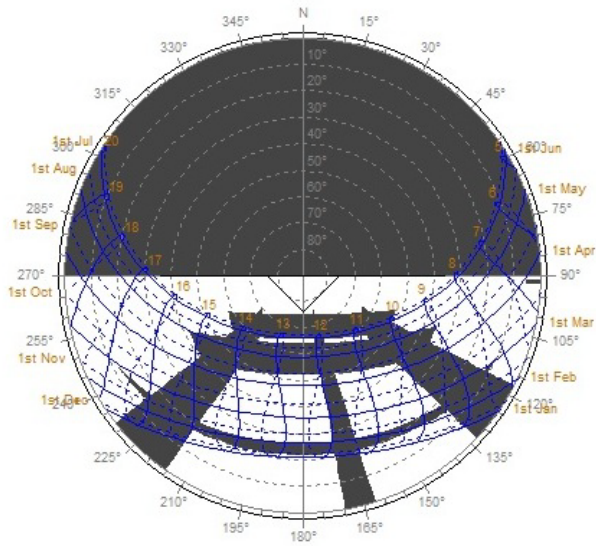
Grazie al programma Ecotect si è calcolato la riduzione giornaliera massima e minima nel giorno più caldo e nel giorno più freddo dell'anno, ponendo l'oscurante mobile come oscurante fisso durante l'intera giornata.

SUD	Riduz. media giornal. %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media eff. Wh/m2
17 Gen.	22	18	64
06 Ago.	46	606	599





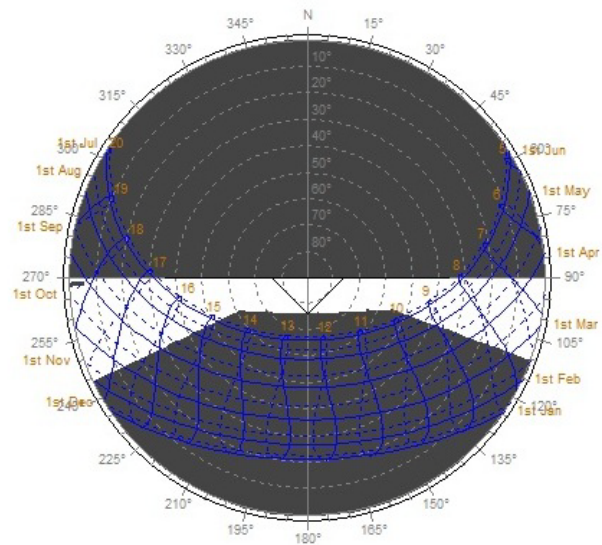
# Oscuramento



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°

# Dati oscuramento

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 93 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 17th January

### OSCURANTE A GRIGLIA MOBILE

MASSIMA ESPOSIZIONE

Sitazione al giorno più freddo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
900	67	19600%	50.21	29%	30	37	9	10	16	19
1000	37	24600%	43.11	25%	20	24	6	7	11	13
1100	19	26400%	33.90	25%	12	14	3	4	6	7
1200	2	20900%	25.84	8%	2	2	0	1	1	1
<b>TOTALS</b>					64	77	18	22	34	40

SUD	Riduz. media giornal.	Riduz. media mensile	Ridiaz. incidente. media effet.
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
17 Gen.	22	18	64
06 Ago.	46	606	599

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

### OSCURANTE A GRIGLIA MOBILE

MASSIMO OSCURAMENTO

Sitazione al giorno più caldo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
600	14600%	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	26100%	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	39900%	225	89.43	0%	4	5	1	1	2	3
900	39700%	269	77.88	8%	77	92	22	26	40	48
1000	48600%	280	70.73	33%	107	129	31	37	56	68
1100	57700%	258	68.28	41%	126	151	36	43	66	79
1200	50700%	313	64.53	62%	83	99	24	28	43	52
1300	416	302	64.53	62%	68	82	19	23	36	43
1400	377	224	67.05	58%	62	74	18	21	32	39
1500	288	155	71.34	45%	51	61	14	17	27	32
1600	147	115	75.52	45%	20	24	6	7	11	13
1700	30	66	86.56	0%	2	2	1	1	1	1
<b>TOTALS</b>					599	719	171	206	314	377

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

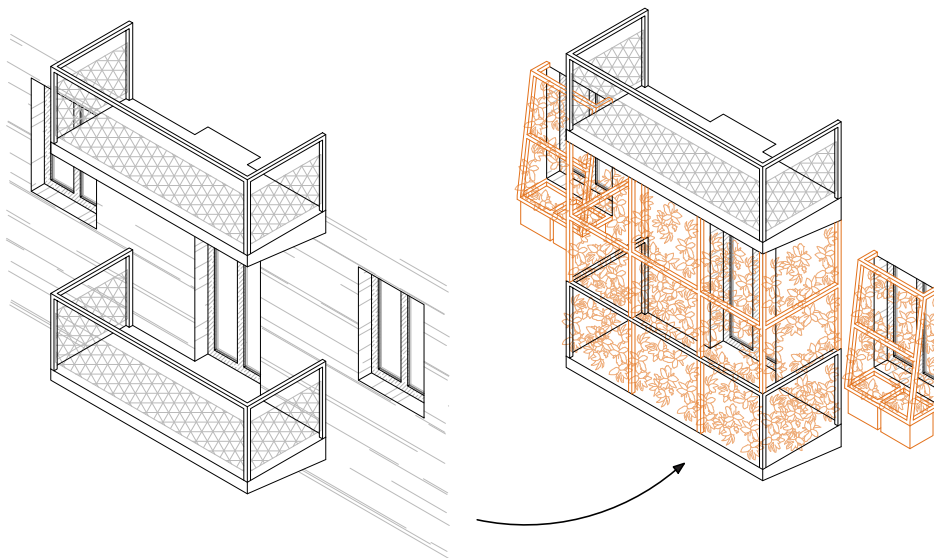
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

### SENZA NESSUN AGGETTO

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
600	146	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	261	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	399	225	89.04	0%	7	8	2	2	4	4
900	397	269	75.18	0%	102	122	29	35	53	63
1000	486	280	68.74	0%	176	212	50	60	92	111
1100	577	258	65.92	0%	235	283	67	81	123	147
1200	507	313	62.96	0%	230	277	66	79	121	144
1300	416	302	63.34	0%	187	224	53	64	98	118
1400	377	224	67.51	0%	144	173	41	49	76	91
1500	288	155	71.88	0%	90	107	26	31	47	56
1600	147	115	76.71	0%	34	41	10	12	18	21
1700	30	66	88.86	0%	1	1	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>					1205	1446	345	414	632	763

## 3.18 I RAMPICANTI

**descrizione:**

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene nella sua mutabilità e quindi si modifica nella forma o nelle funzioni in base alle stagioni.

Tale schermatura verde protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

Il rampicante essendo un oscurante mutevole risponde meglio alle dinamiche naturali del tempo meteorologico rispetto al sistema oscuranti fissi. Infatti risponde in maniera automatica alla temperatura media e non ai raggi solari. Alcuni problemi, però, sono la lenta crescita, le limitate altezze e la possibilità che le malattie potrebbero danneggiarle. Posizionata sui balconi essendo distanziata dall'apertura essa può causare ingressi indesiderati del sole quando i suoi raggi sono lontani dalla perpendicolare con l'apertura stessa. In questo caso l'oscurante dovrà posizionarsi anche sui lati. Oscurare con la vegetazione è uno dei sistemi più significativi in quanto la sua funzione schermante, dovuta dalle foglie, non segue il percorso del sole ma bensì la temperatura.

Uno dei problemi delle piante è, però, il fatto che anche in nella stagione fredda esse oscurano, alcune in piccola parte altre in parti significative, l'edificio.

**Riferimento:**

Oscurare con la vegetazione trova la sua miglior posizione negli orientamenti est ovest e sud-est e sud-ovest. Porta benefici anche nell'orientamento a sud.

Nel contesto milanese la vegetazione può essere facilmente posizionati inserendo dei tralicci nel perimetro dei balconi, mentre per le finestre si dovrà creare una griglia apposita esterna.

*Il riferimento a fianco rappresenta un sistema oscurante tramite rampicanti utilizzato dagli architetti Ana Rascovsky, Irene Joselevich e Billy Gutraich nel loro edificio de Viviendas Vilela a Buenos Aires.*

**INTERVENTI SEMPLICI**

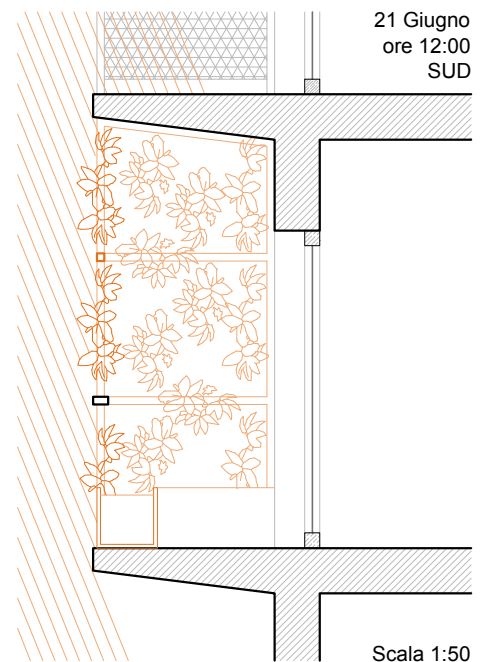
L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA MUTABILITA'

**Il corso dell'anno:** ○ ● ○

Protegge dal sole estivo e mitiga la temperatura dell'aria in ingresso nella stagione calda. Nella stagione fresca ostacola parzialmente i raggi solari utili al riscaldamento.

**Orientamento utile:** ○ ● ○

Ovest | | Est  
Sud

**Guadagno energetico:**

Il guadagno energetico ottenuto grazie alla piantumazione di specie vegetali dipende dal tipo di specie piantumata, dalla potatura e dalla maturità di quest'ultima.

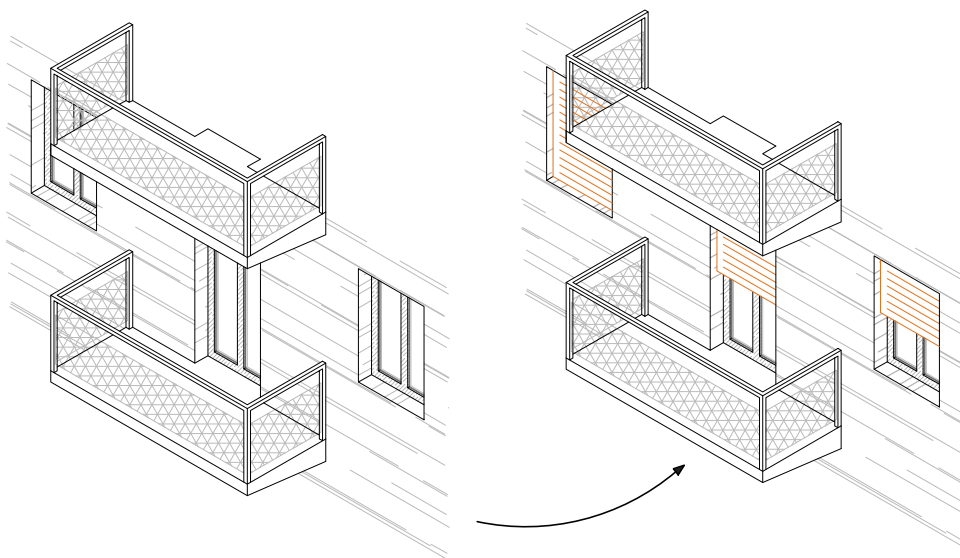
La trasmissione può diminuire dell'80% in estate e del 20% in inverno. Sfortunatamente per molte specie di vegetali la trasmissione in inverno può diminuire anche del 40%.

Fonte: *"Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects"* di Lechner & Norbert.





# 3.19 LE PERSIANE AVVOLGIBILI



**Descrizione:**

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica parzialmente l'aspetto dell'edificio. Interviene nella sua mutabilità e quindi si modifica nella forma o nelle funzioni in base alle stagioni.

Tale schermatura verticale protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

Le persiane avvolgibili essendo un oscurante mobile rispondono meglio alle dinamiche naturali del tempo meteorologico rispetto agli oscuranti fissi infatti gli oscuranti fissi rispondono alla posizione del sole e non alla temperatura (gli angoli del sole e la temperatura non vanno di pari passo, sfasano da uno a due mesi). Uno dei grandi difetti delle persiane avvolgibili è che nell'oscurare i raggi del sole esterni bloccano anche la visuale esterna.

Questo sistema di schermatura si presta molto bene nell'adattamento al corso dell'anno in quanto l'oscurante scompare completamente quando si vuole ottenere guadagno dai raggi solari.

Le persiane avvolgibili vengono usate in tutti gli orientamenti, soprattutto per la sua caratteristica di mettere in sicurezza nelle ore notturne l'edificio. In termini energetici l'oscurante trova maggior guadagno negli orientamenti est ed ovest, buono nell'orientamento sud.

**Riferimento:**



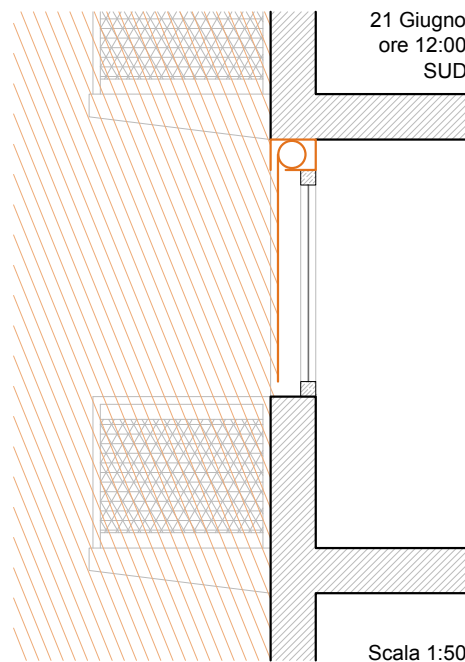
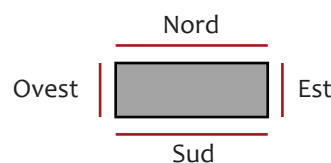
Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi. Esistono anche sistemi di installazioni esterne che non necessitano di alcuna demolizione di parti dell'edificio. Si è stimato che il guadagno energetico varia in base all'utilizzo della schermatura.

*Il riferimento a fianco rappresenta un sistema di persiane avvolgibili esterne inserito in un contesto di una riqualificazione, installato infatti all'esterno dell'edificio.*

**Il corso dell'anno:** ○ ● ○

Nella stagione calda blocca i raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni, se correttamente utilizzato, non crea alcun ostacolo.

**Orientamento utile:** ○ ● ○



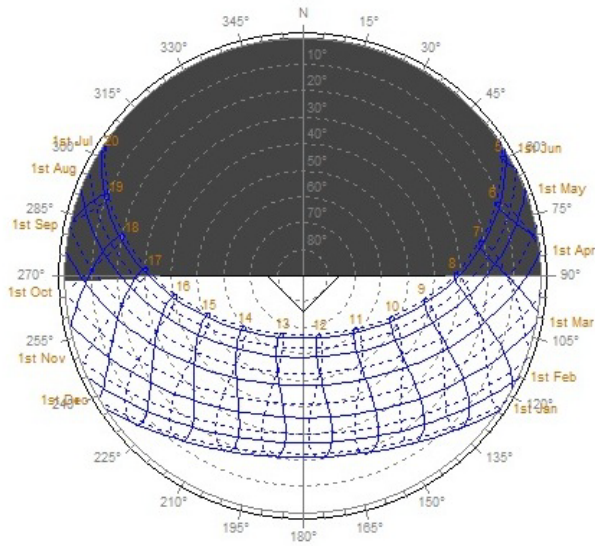
**Guadagno energetico:**

Grazie al programma Ecotect si è calcolato la riduzione giornaliera massima e minima nel giorno più caldo e nel giorno più freddo dell'anno, ponendo l'oscurante mobile come oscurante fisso durante l'intera giornata.

SUD	Riduz. media giornal. %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media effat. Wh/m2
17 Gen.	0	0	87
06 Ago.	75	892	313



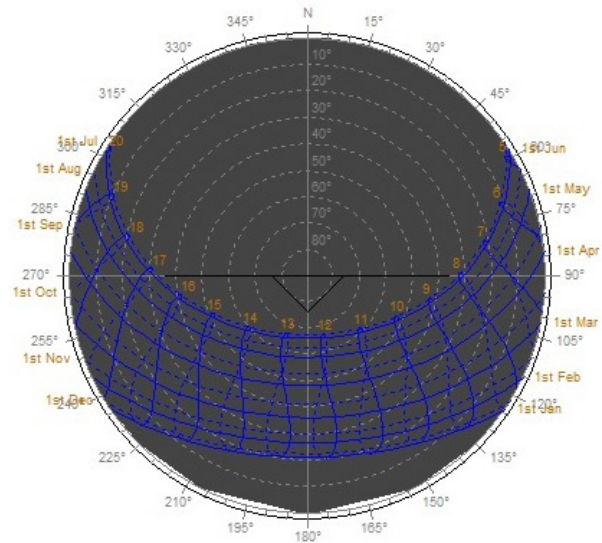
# Oscuramento



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0.0°



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0.0°

# Dati oscuramento

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 17th January

### PERSIANA AVVOLGIBILE

MASSIMA ESPOSIZIONE

Situazione al giorno più freddo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
900	67	19600%	46.50	0%	46	55	13	16	24	29
1000	37	24600%	41.28	0%	28	33	8	10	15	17
1100	19	26400%	31.54	0%	16	19	5	6	8	10
1200	2	20900%	23.95	0%	2	2	1	1	1	1
<b>TOTALS</b>					92	110	26	32	48	58

SUD	Riduz. media giornal.	Riduz. media mensile	Radiaz. incidente. media effet.
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
17 Gen.	0	0	92
06 Ago.	71	768	437

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 93 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

### PERSIANA AVVOLGIBILE

MASSIMO OSCURAMENTO

Situazione al giorno più caldo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
600	14600%	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	26100%	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	39900%	225	89.04	62%	3	3	1	1	1	2
900	39700%	269	75.18	54%	47	56	13	16	24	29
1000	48600%	280	68.74	54%	81	97	23	28	42	51
1100	57700%	258	65.92	54%	108	130	31	37	57	68
1200	50700%	313	62.96	58%	96	115	27	33	50	60
1300	416	302	63.34	83%	31	37	9	11	16	20
1400	377	224	67.51	75%	36	43	10	12	19	23
1500	288	155	71.88	71%	26	31	7	9	14	16
1600	147	115	76.71	71%	10	12	3	3	5	6
1700	30	66	88.86	71%	0	0	0	0	0	0
<b>TOTALS</b>					437	525	125	150	229	275

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

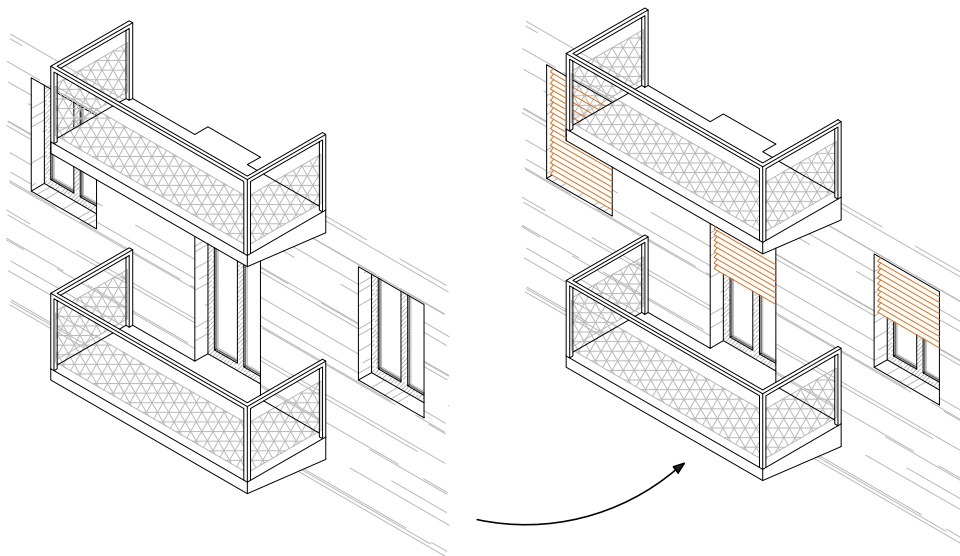
Date: 6th August

### SENZA NESSUN AGGETTO

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
600	146	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	261	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	399	225	89.04	0%	7	8	2	2	4	4
900	397	269	75.18	0%	102	122	29	35	53	53
1000	486	280	68.74	0%	176	212	50	60	92	92
1100	577	258	65.92	0%	235	283	67	81	123	123
1200	507	313	62.96	0%	230	277	66	79	121	121
1300	416	302	63.34	0%	187	224	53	64	98	98
1400	377	224	67.51	0%	144	173	41	49	76	76
1500	288	155	71.88	0%	90	107	26	31	47	47
1600	147	115	76.71	0%	34	41	10	12	18	18
1700	30	66	88.86	0%	1	1	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>					1205	1446	345	414	632	632



# 3.20 LE VENEZIANE ORIENTABILI



Il corso dell'anno: ○ ● ○

Nella stagione calda blocca i raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni, se correttamente orientato, crea un ostacolo trascurabile.

Orientamento utile: ○ ● ○



**Descrizione:**

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica parzialmente l'aspetto dell'edificio. Interviene nella sua mutabilità e quindi si modifica nella forma o nelle funzioni in base alle stagioni.

Tale schermatura verticale protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

Le veneziane avvolgibili essendo oscuranti mobili rispondono meglio alle dinamiche naturali del tempo meteorologico rispetto agli oscuranti fissi infatti gli oscuranti fissi rispondono alla posizione del sole e non alla temperatura (gli angoli del sole e la temperatura non vanno di pari passo, sfasano da uno a due mesi).

Questo sistema di schermatura si presta molto bene nell'adattamento al corso dell'anno in quanto l'oscurante scompare completamente quando si vuole ottenere guadagno dai raggi solari.

Le veneziane orientabili vengono usati in tutti gli orientamenti. In termini energetici l'oscurante trova maggior guadagno negli orientamenti est ed ovest, un buon guadagno lo ottengono anche nell'orientamento sud.

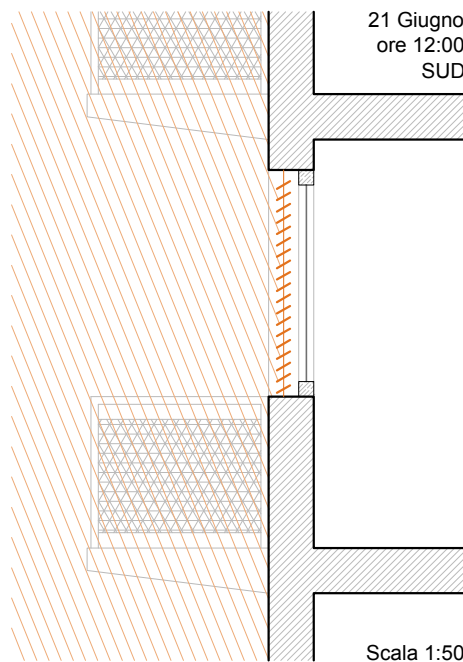
Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi. Esistono anche sistemi di installazioni esterne che non necessitano di alcuna demolizione di parti dell'edificio.

**Riferimento:**



Si è stimato che il guadagno energetico varia in base all'utilizzo della schermatura, quindi, è soggettivo in base al livello di consapevolezza di chi lo utilizza. Inoltre i criteri comuni di utilizzo di un oscurante non sono solo prettamente energetici ma anche, ad esempio, visivi, per la visuale verso l'esterno, o estetici.

*Il riferimento a fianco rappresenta un sistema di veneziane orientabili avvolgibili esterne installato all'esterno di un edificio.*



**Guadagno energetico:**

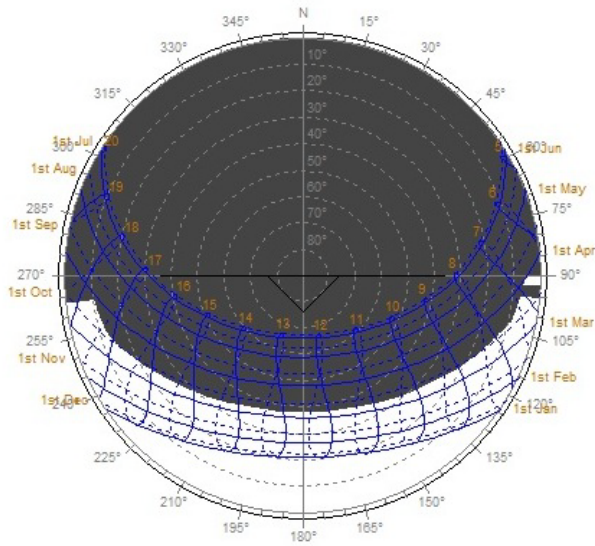
Grazie al programma Ecotect si è calcolato la riduzione giornaliera massima e minima nel giorno più caldo e nel giorno più freddo dell'anno, ponendo l'oscurante mobile come oscurante fisso durante l'intera giornata.

SUD	Riduz. media giornal. %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media eff. Wh/m2
17 Gen.	4	4	88
06 Ago.	75	892	313





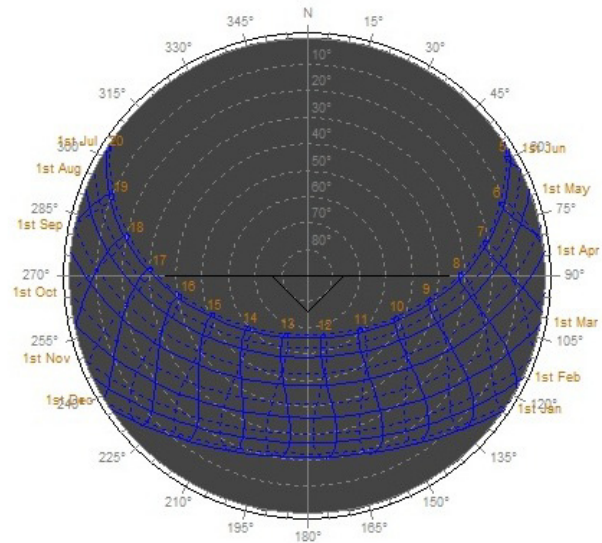
# Oscuramento



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°

# Dati oscuramento

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 17th January

### LA VENEZIANA

MASSIMA ESPOSIZIONE

Sitazione al giorno più freddo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
900	67	19600%	46.50	4%	44	53	13	15	23	28
1000	37	24600%	41.28	4%	27	32	8	9	14	17
1100	19	26400%	31.54	4%	16	19	4	5	8	10
1200	2	20900%	23.95	4%	2	2	1	1	1	1
<b>TOTALS</b>					88	106	25	30	46	55

SUD	Riduz. media giornal.	Riduz. media mensile	Ridiaz. incidente. media effet.
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
17 Gen.	4	4	88
06 Ago.	75	892	313

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 93 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

### LA VENEZIANA

MASSIMO OSCURAMENTO

Sitazione al giorno più caldo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
600	14600%	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	26100%	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	39900%	225	89.43	54%	2	2	1	1	1	1
900	39700%	269	77.88	58%	35	42	10	12	18	22
1000	48600%	280	70.73	58%	67	81	19	23	35	42
1100	57700%	258	68.28	83%	36	44	10	12	19	23
1200	50700%	313	64.53	58%	92	110	26	31	48	58
1300	416	302	64.53	83%	30	36	9	10	16	19
1400	377	224	67.05	83%	25	30	7	9	13	16
1500	288	155	71.34	83%	16	19	4	5	8	10
1600	147	115	75.52	75%	9	11	3	3	5	6
1700	30	66	86.56	70%	1	1	0	0	0	0
<b>TOTALS</b>					313	375	89	107	164	197

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

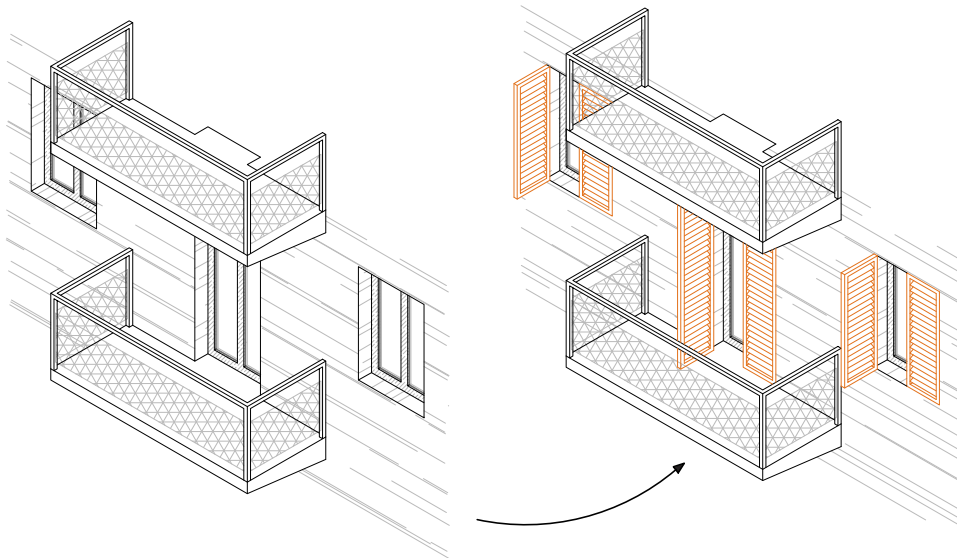
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

### SENZA NESSUN AGGETTO

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
					(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
600	146	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	261	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	399	225	89.04	0%	7	8	2	2	4	4
900	397	269	75.18	0%	102	122	29	35	53	63
1000	486	280	68.74	0%	176	212	50	60	92	110
1100	577	258	65.92	0%	235	283	67	81	123	148
1200	507	313	62.96	0%	230	277	66	79	121	145
1300	416	302	63.34	0%	187	224	53	64	98	118
1400	377	224	67.51	0%	144	173	41	49	76	91
1500	288	155	71.88	0%	90	107	26	31	47	57
1600	147	115	76.71	0%	34	41	10	12	18	22
1700	30	66	88.86	0%	1	1	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>					1205	1446	345	414	632	763

# 3.21 LE PERSIANE A BATTENTE ESTERNE



**Descrizione:**

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica parzialmente l'aspetto dell'edificio. Interviene nella sua mutabilità e quindi si modifica nella forma o nelle funzioni in base alle stagioni.

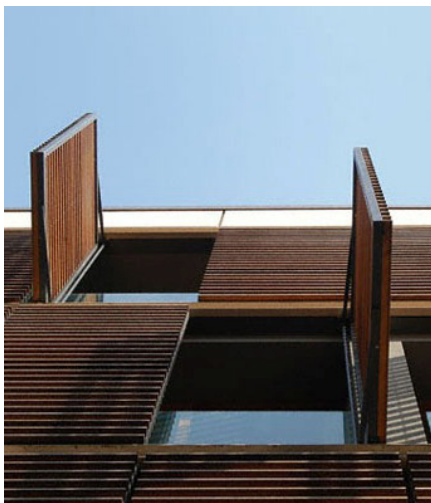
Tale schermatura orizzontale protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

Le persiane a battente essendo sistemi oscuranti mobili rispondono meglio alle dinamiche naturali del tempo meteorologico rispetto agli oscuranti fissi infatti gli oscuranti fissi rispondono alla posizione del sole e non alla temperatura (gli angoli del sole e la temperatura non vanno di pari passo, sfasano da uno a due mesi). Uno dei difetti delle persiane a battente è che nell'oscurare i raggi del sole esterni bloccano anche la visuale esterna.

Questo sistema di schermatura si presta molto bene nell'adattamento al corso dell'anno in quanto l'oscurante scompare completamente quando si vuole ottenere guadagno dai raggi solari.

Le persiane avvolgibili vengono usate in tutti gli orientamenti, soprattutto per la sua caratteristica di mettere in sicurezza nelle ore notturne l'edificio. In termini energetici l'oscurante trova maggior guadagno negli orientamenti est ed ovest, buono nell'orientamento sud.

**Riferimento:**



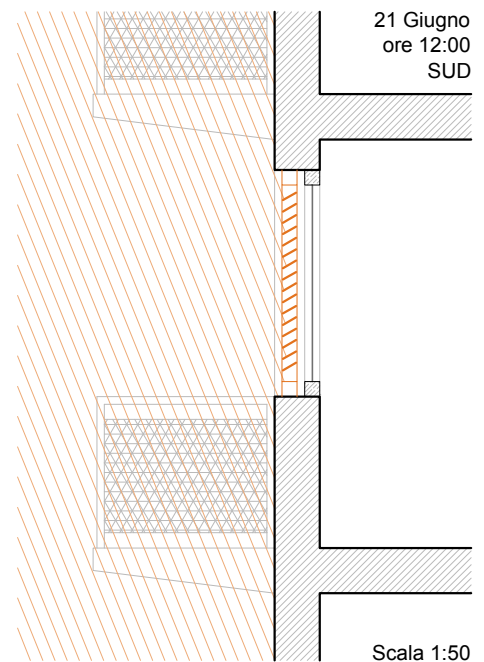
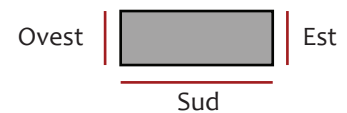
Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi. Si è stimato che il guadagno energetico varia in base all'utilizzo della schermatura, quindi, è soggettivo in base al livello di consapevolezza di chi lo utilizza. Inoltre i criteri comuni di utilizzo di un oscurante non sono solo prettamente energetici ma anche, ad esempio, visivi, per la visuale verso l'esterno, o estetici.

*Il riferimento a fianco rappresenta un sistema di persiane ad anta esterne inserito in un contesto di una riqualificazione.*

**Il corso dell'anno:** ○ ● ○

Nella stagione calda blocca i bassi raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni, se correttamente orientato, crea un ostacolo trascurabile.

**Orientamento utile:** ○ ● ○



**Guadagno energetico:**

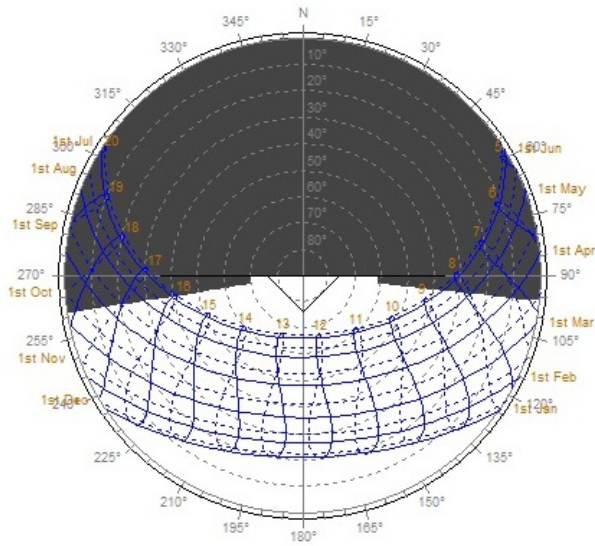
Grazie al programma Ecotect si è calcolato la riduzione giornaliera massima e minima nel giorno più caldo e nel giorno più freddo dell'anno, ponendo l'oscurante mobile come oscurante fisso durante l'intera giornata.

SUD	Riduz. media giornal. %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media eff. Wh/m2
17 Gen.	28	25	65
06 Ago.	71	768	437





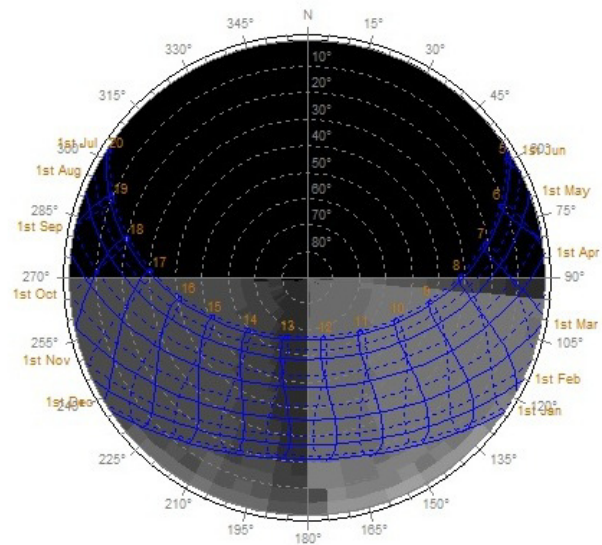
# Oscuramento



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0.0°



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0.0°

# Dati oscuramento

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 17th January

### PERSIANA ESTERNA

MASSIMA ESPOSIZIONE

Sitazione al giorno più freddo dell'anno

HOUR	BEAM		DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT (W/m2)		ABSORBED (W/m2)		TRANSMITTED (W/m2)	
	(W/m2)	(W/m2)				W	W	W	W	W	W
900	67	19600%	46.50	29%	33	39	9	11	17	21	
1000	37	24600%	41.28	29%	20	24	6	7	10	12	
1100	19	26400%	31.54	29%	11	14	3	4	6	7	
1200	2	20900%	23.95	25%	1	2	0	0	1	1	
TOTALS					65	78	19	22	34	41	

SUD	Riduz. media giornal.	Riduz. media mensile	Radiaz. incidente. media effet.
	%	Wh/m²	Wh/m²
17 Gen.	28	25	65
06 Ago.	71	768	437

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 93 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

### PERSIANA ESTERNA

MASSIMO OSCURAMENTO

Sitazione al giorno più caldo dell'anno

HOUR	BEAM		DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT (W/m2)		ABSORBED (W/m2)		TRANSMITTED (W/m2)	
	(W/m2)	(W/m2)				W	W	W	W	W	W
600	14600%	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0	
700	26100%	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0	
800	39900%	225	89.04	62%	3	3	1	1	1	2	
900	39700%	269	75.18	54%	47	56	13	16	24	29	
1000	48600%	280	68.74	54%	81	97	23	28	42	51	
1100	57700%	258	65.92	54%	108	130	31	37	57	68	
1200	50700%	313	62.96	58%	96	115	27	33	50	60	
1300	416	302	63.34	83%	31	37	9	11	16	20	
1400	377	224	67.51	75%	36	43	10	12	19	23	
1500	288	155	71.88	71%	26	31	7	9	14	16	
1600	147	115	76.71	71%	10	12	3	3	5	6	
1700	30	66	88.86	71%	0	0	0	0	0	0	
TOTALS		437	525		125	150	229	275			

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

### SENZA NESSUN AGGETTO

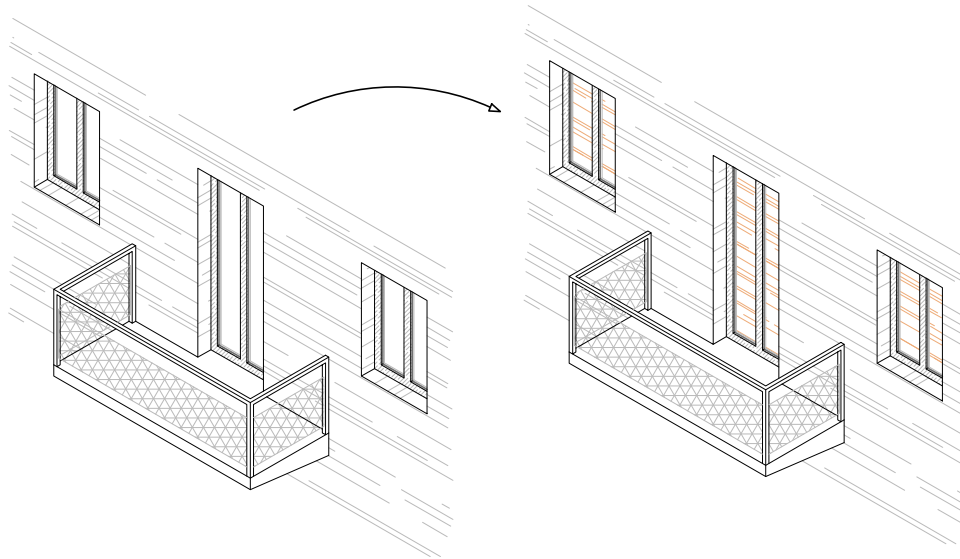
HOUR	BEAM		DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT (W/m2)		ABSORBED (W/m2)		TRANSMITTED (W/m2)	
	(W/m2)	(W/m2)				W	W	W	W	W	W
600	146	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0	
700	261	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0	
800	399	225	89.04	0%	7	8	2	2	4	4	
900	397	269	75.18	0%	102	122	29	35	53	53	
1000	486	280	68.74	0%	176	212	50	60	92	92	
1100	577	258	65.92	0%	235	283	67	81	123	123	
1200	507	313	62.96	0%	230	277	66	79	121	121	
1300	416	302	63.34	0%	187	224	53	64	98	98	
1400	377	224	67.51	0%	144	173	41	49	76	76	
1500	288	155	71.88	0%	90	107	26	31	47	47	
1600	147	115	76.71	0%	34	41	10	12	18	18	
1700	30	66	88.86	0%	1	1	0	0	0	0	
TOTAL					1205	1446	345	414	632	632	

# 3.22 LE TENDE INTERNE



## INTERVENTI SEMPLICI

L'INTERNO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA NEL LATO INTERNO



Il corso dell'anno: ○ ● ○

Nella stagione calda blocca i raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni, se correttamente orientato, non crea alcun ostacolo.

Orientamento utile: ● ○ ○



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'interno dell'involucro senza modificare quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Tale schermatura verticale blocca l'ingresso di radiazione solare in eccesso nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

Le tende interne rientrano nel gruppo degli oscuranti interni. Da un punto di vista energetico gli oscuranti esterni sono più efficaci ma gli oscuranti interni sono spesso molto più economici, adattabili e movibili; inoltre contano di ulteriori benefici oltre al controllo solare: privacy, controllo del bagliore, valore estetico...

Di norma servono ad oscurare quando il sole aggira l'oscurante esterno e, dato che bloccano il sole all'interno, molto del calore rimane dentro.

Questo sistema di schermatura si presta molto bene nell'adattamento al corso dell'anno in quanto l'oscurante scompare completamente quando si vuole ottenere guadagno dai raggi solari.

Le tende interne vengono usate in tutti gli orientamenti, soprattutto per la sua caratteristica di tutelare la privacy dell'utenza. In termini energetici l'oscurante trova maggior guadagno negli orientamenti est ed ovest, buono nell'orientamento sud.

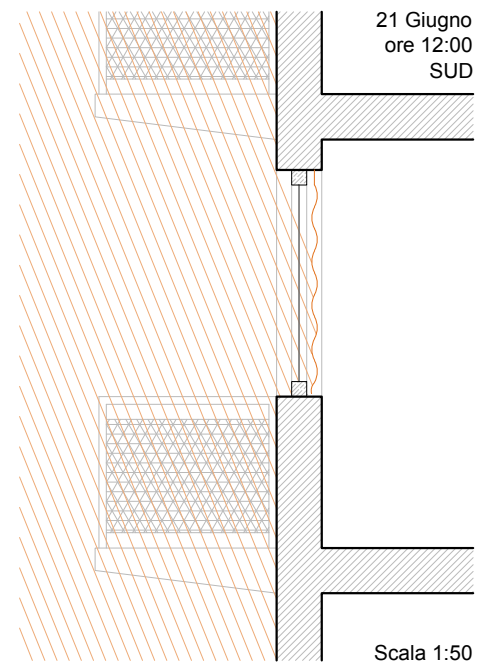
### Riferimento:



Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti interni sono di semplice installazione. Il livello di oscuramento dipende dall'opacità del materiale, molti oscuranti interni vengono usati per il controllo della luminosità e non del calore. Un oscurante interno traslucido permette l'ingresso della luce ma la distribuisce in maniera diffusa, evitando così abbagliamenti diretti.

Si è stimato che il guadagno energetico varia in base all'utilizzo della schermatura.

*Il riferimento a fianco rappresenta un sistema di tende avvolgibili.*



### Guadagno energetico:

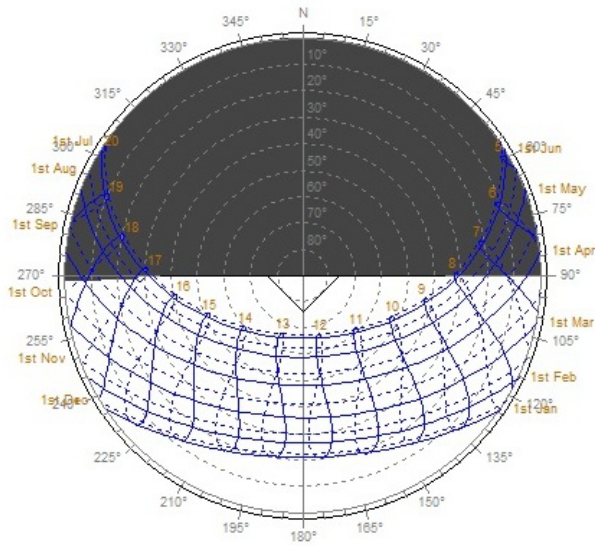
In questi calcoli non viene considerato il calore che rimane dentro l'edificio dato che gli oscuranti interni bloccano appunto il sole all'interno. La tenda viene qui considerata con una opacità del 100%.

SUD	Riduz. media giornal. %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media effet. Wh/m2
17 Gen.	0	0	87
06 Ago.	75	892	313





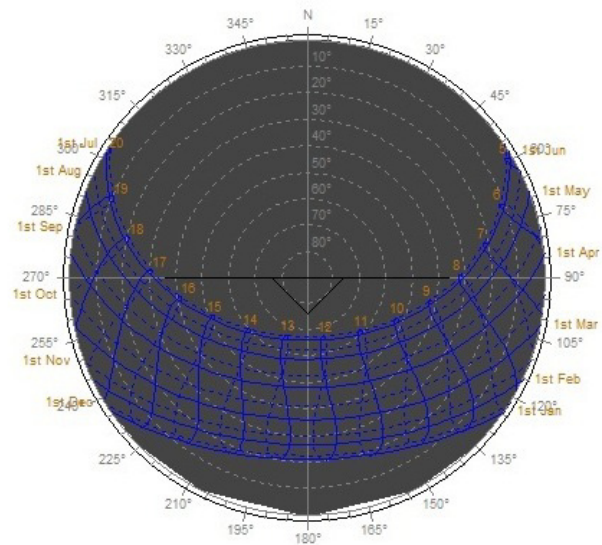
# Oscuramento



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0,0°

# Dati oscuramento

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 17th January

### TENDA MOBILE INTERNA

MASSIMA ESPOSIZIONE

Sitazione al giorno più freddo dell'anno

HOUR	BEAM		DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m2)	(W/m2)				(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
900	67	19600%	46.50	0%	46	55	13	16	24	29	
1000	37	24600%	41.28	0%	28	33	8	10	15	17	
1100	19	26400%	31.54	0%	16	19	5	6	8	10	
1200	2	20900%	23.95	0%	2	2	1	1	1	1	
<b>TOTALS</b>					92	110	26	32	48	58	

SUD	Riduz. media giornal.	Riduz. media mensile	Ridiaz. incidente. media effet.
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
17 Gen.	0	0	92
06 Ago.	71	768	437

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 93 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

### TENDA MOBILE INTERNA

MASSIMO OSCURAMENTO

Sitazione al giorno più caldo dell'anno

HOUR	BEAM		DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m2)	(W/m2)				(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
600	14600%	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0	
700	26100%	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0	
800	39900%	225	89.04	62%	3	3	1	1	1	2	
900	39700%	269	75.18	54%	47	56	13	16	24	29	
1000	48600%	280	68.74	54%	81	97	23	28	42	51	
1100	57700%	258	65.92	54%	108	130	31	37	57	68	
1200	50700%	313	62.96	58%	96	115	27	33	50	60	
1300	416	302	63.34	83%	31	37	9	11	16	20	
1400	377	224	67.51	75%	36	43	10	12	19	23	
1500	288	155	71.88	71%	26	31	7	9	14	16	
1600	147	115	76.71	71%	10	12	3	3	5	6	
1700	30	66	88.86	71%	0	0	0	0	0	0	
<b>TOTALS</b>		437	525		125	150	229	275			

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

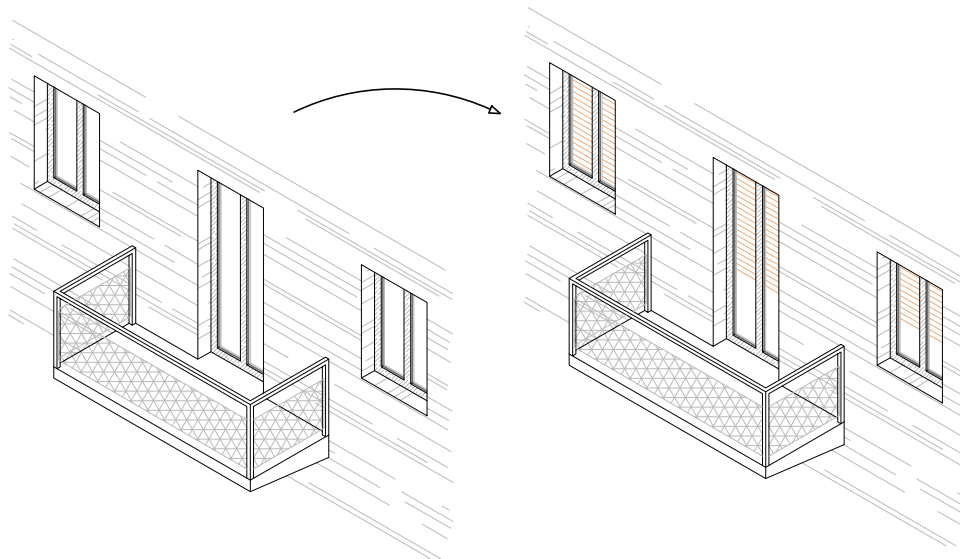
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

### SENZA NESSUN AGGETTO

HOUR	BEAM		DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	(W/m2)	(W/m2)				(W/m2)	W	(W/m2)	W	(W/m2)	W
600	146	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0	
700	261	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0	
800	399	225	89.04	0%	7	8	2	2	4	4	
900	397	269	75.18	0%	102	122	29	35	53	53	
1000	486	280	68.74	0%	176	212	50	60	92	92	
1100	577	258	65.92	0%	235	283	67	81	123	123	
1200	507	313	62.96	0%	230	277	66	79	121	121	
1300	416	302	63.34	0%	187	224	53	64	98	98	
1400	377	224	67.51	0%	144	173	41	49	76	76	
1500	288	155	71.88	0%	90	107	26	31	47	47	
1600	147	115	76.71	0%	34	41	10	12	18	18	
1700	30	66	88.86	0%	1	1	0	0	0	0	
<b>TOTAL</b>		1205	1446		345	414	632				

# 3.23 LE VENEZIANE INTERNE



**descrizione:**

Tale tecnica di intervento viene applicata all'interno dell'involucro senza modificare quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Tale schermatura verticale blocca l'ingresso di radiazione solare in eccesso nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort. E' simile alle veneziane avvolgibili esterne e come esse possono essere orientate secondo un'orientazione ottimale.

Le veneziane orientabili interne rientrano nel gruppo degli oscuranti interni. Da un punto di vista energetico gli oscuranti esterni sono più efficaci ma gli oscuranti interni sono spesso molto più economici, adattabili e mobili; inoltre contano di ulteriori benefici oltre al controllo solare: privacy, controllo del bagliore, valore estetico...

Di norma servono ad oscurare quando il sole aggira l'oscurante esterno e, dato che bloccano il sole all'interno, molto del calore rimane dentro.

Questo sistema di schermatura si presta molto bene nell'adattamento al corso dell'anno in quanto le lamelle vengono orientate in base al livello di illuminazione e l'oscurante scompare completamente quando si vuole ottenere guadagno dai raggi solari.

**Riferimento:**



Le veneziane interne vengono usate in tutti gli orientamenti colpiti dal sole, soprattutto per la sua caratteristica di tutelare la privacy dell'utenza. In termini energetici l'oscurante trova maggior guadagno negli orientamenti est ed ovest, buono nell'orientamento sud.

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti interni sono di semplice installazione. Il livello di oscuramento dipende dall'opacità del materiale, molti oscuranti interni vengono usati per il controllo della luminosità e non del calore.

Si è stimato che il guadagno energetico varia in base all'utilizzo della schermatura.

*A fianco un sistema di veneziane orientabili avvolgibili interne.*

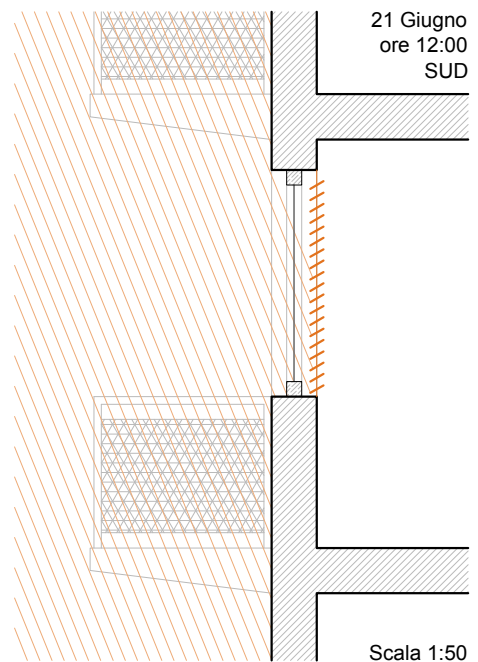
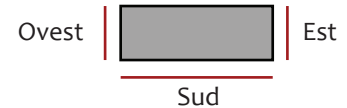
**INTERVENTI SEMPLICI**

L'INTERNO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA NEL LATO INTERNO

**Il corso dell'anno:** ○ ● ○

Nella stagione calda blocca i raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni, se correttamente orientato, crea un ostacolo trascurabile.

**Orientamento utile:** ○ ● ○



**Guadagno energetico:**

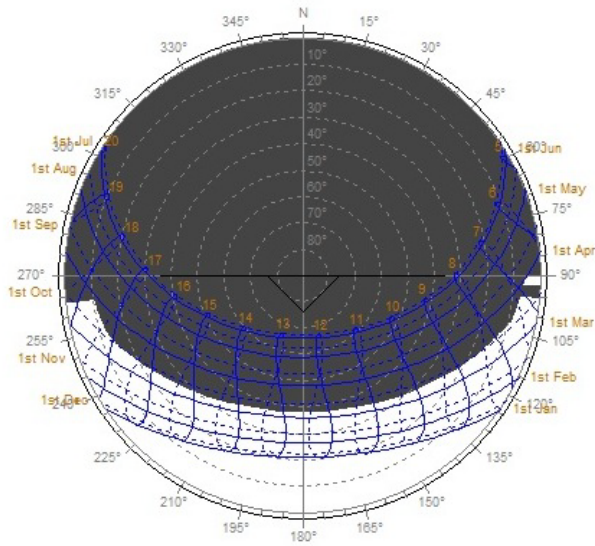
In questi calcoli non viene considerato il calore che rimane dentro l'edificio dato che gli oscuranti interni bloccano appunto il sole all'interno. Le veneziane interne risulteranno quindi uguali a quelle esterne.

SUD	Riduz. media giornal. %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media effet. Wh/m2
17 Gen.	4	4	88
06 Ago.	75	892	313





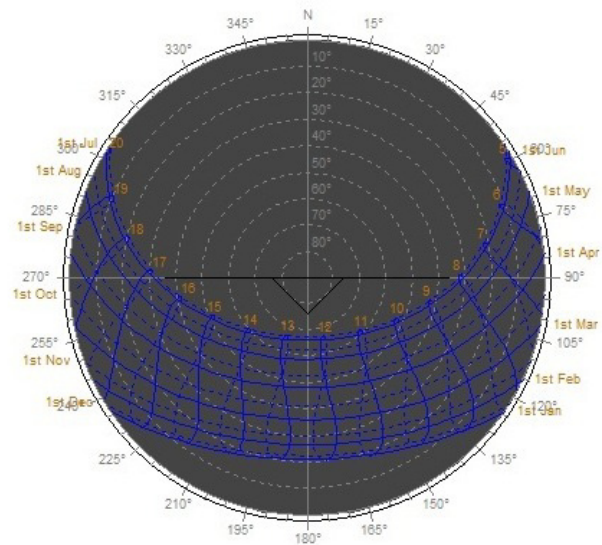
# Oscuramento



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0.0°



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0.0°

# Dati oscuramento

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)  
Date: 17th January

VENEZIANA INTERNA  
MASSIMA ESPOSIZIONE

Sitazione al giorno più freddo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT (W/m2)		ABSORBED (W/m2)		TRANSMITTED (W/m2)	
					W	W	W	W	W	W
900	67	19600%	46.50	4%	44	53	13	15	23	28
1000	37	24600%	41.28	4%	27	32	8	9	14	17
1100	19	26400%	31.54	4%	16	19	4	5	8	10
1200	2	20900%	23.95	4%	2	2	1	1	1	1
<b>TOTALS</b>					88	106	25	30	46	55

SUD	Riduz. media giornal.	Riduz. media mensile	Radiaz. incidente. media effet.
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
17 Gen.	4	4	88
06 Ago.	75	892	313

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 93 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)  
Date: 6th August

VENEZIANA INTERNA  
MASSIMO OSCURAMENTO

Sitazione al giorno più caldo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT (W/m2)		ABSORBED (W/m2)		TRANSMITTED (W/m2)	
					W	W	W	W	W	W
600	14600%	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	26100%	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	39900%	225	89.43	54%	2	2	1	1	1	1
900	39700%	269	77.88	58%	35	42	10	12	18	22
1000	48600%	280	70.73	58%	67	81	19	23	35	42
1100	57700%	258	68.28	83%	36	44	10	12	19	23
1200	50700%	313	64.53	58%	92	110	26	31	48	58
1300	416	302	64.53	83%	30	36	9	10	16	19
1400	377	224	67.05	83%	25	30	7	9	13	16
1500	288	155	71.34	83%	16	19	4	5	8	10
1600	147	115	75.52	75%	9	11	3	3	5	6
1700	30	66	86.56	70%	1	1	0	0	0	0
<b>TOTALS</b>					313	375	89	107	164	197

HOURLY SOLAR EXPOSURE  
Milano, Italy (Direct Only)  
Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)  
Date: 6th August

SENZA NESSUN AGGETTO

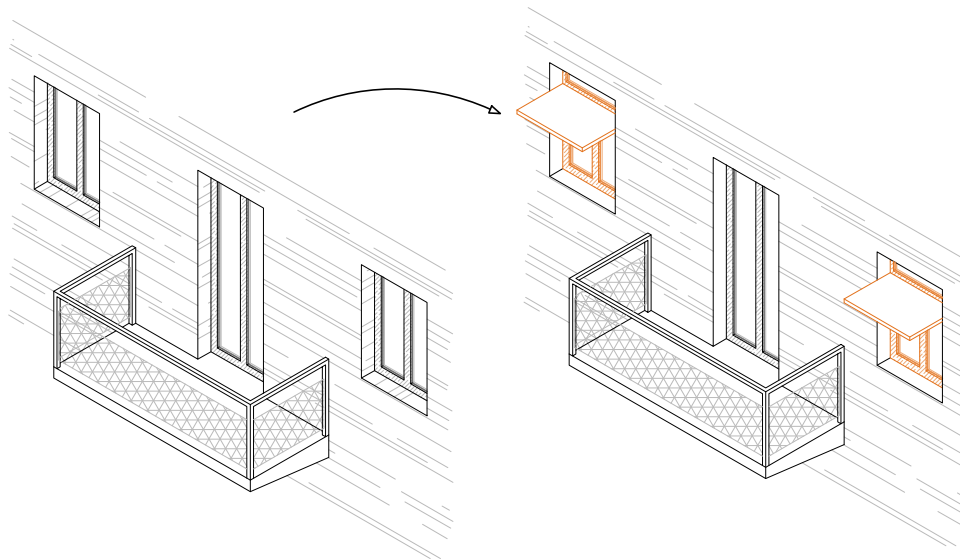
HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT (W/m2)		ABSORBED (W/m2)		TRANSMITTED (W/m2)	
					W	W	W	W	W	W
600	146	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	261	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	399	225	89.04	0%	7	8	2	2	4	4
900	397	269	75.18	0%	102	122	29	35	53	53
1000	486	280	68.74	0%	176	212	50	60	92	92
1100	577	258	65.92	0%	235	283	67	81	123	123
1200	507	313	62.96	0%	230	277	66	79	121	121
1300	416	302	63.34	0%	187	224	53	64	98	98
1400	377	224	67.51	0%	144	173	41	49	76	76
1500	288	155	71.88	0%	90	107	26	31	47	47
1600	147	115	76.71	0%	34	41	10	12	18	18
1700	30	66	88.86	0%	1	1	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>					1205	1446	345	414	632	632

# 3.24 L'AGGETTO ORIZZONTALE INTERNO



## INTERVENTI SEMPLICI

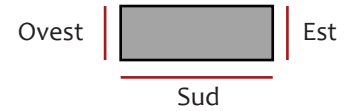
L'INTERNO DELL'EDIFICIO:  
- LA TRASPARENZA NEL LATO INTERNO



Il corso dell'anno: ○ ● ○

Nella stagione calda blocca gli alti raggi solari indesiderati. Nelle altre stagioni crea un ostacolo trascurabile.

Orientamento utile: ○ ● ○



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata sia all'esterno dell'involucro che all'interno e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

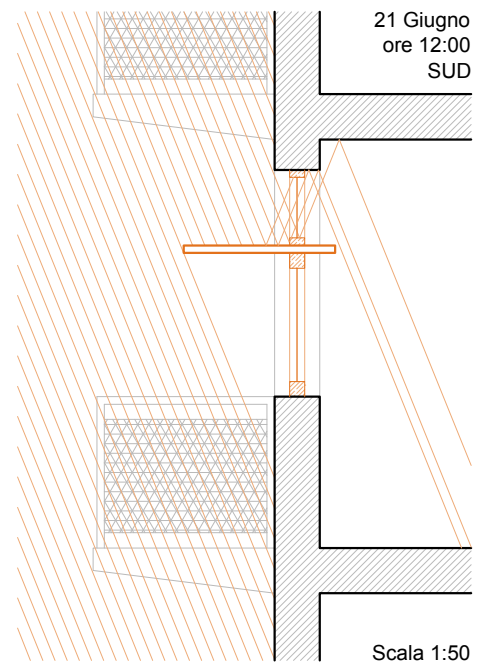
Tale schermatura orizzontale protegge l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.

Il pannello, per metà interno e per metà esterno, concilia perfettamente il blocco della radiazione diretta indesiderata con il mantenimento di un livello di illuminazione alto e ben distribuito.

Questo sistema di schermatura rimane per tutto il corso dell'anno. Ostruisce completamente il sole alto estivo e permette al sole basso invernale di entrare.

Comporta grandi vantaggi nella stagione estiva a fronte di una minima oscurazione nella stagione invernale.

Avendo come fattore principale di calcolo l'altezza del sole l'aggetto orizzontale trova la sua posizione ottimale sul lato sud, dove il sole è più alto nel cielo in estate. Spesso però questo sistema viene utilizzato anche negli orientamenti ad est, sud-est, sud-ovest ed ovest, soprattutto per quanto riguarda la sua caratteristica di diffusione della luce diurna.



### Riferimento:



Nel contesto milanese il progetto dell'aggetto, e quindi il valore della sua estensione, è stato effettuato utilizzando un angolo di schermatura di 56°. Ciò ci permette, nella parte inferiore dell'apertura, di oscurare completamente i raggi del sole del mezzogiorno dal 21 di Aprile al 21 di Agosto.

Nelle riqualificazioni edilizie gli oscuranti esterni sono di facile installazione se la facciata non presenta vincoli normativi.

*Il riferimento a fianco rappresenta un esempio di realizzazione di un aggetto interno che non modifica il serramento esistente.*

### Guadagno energetico:

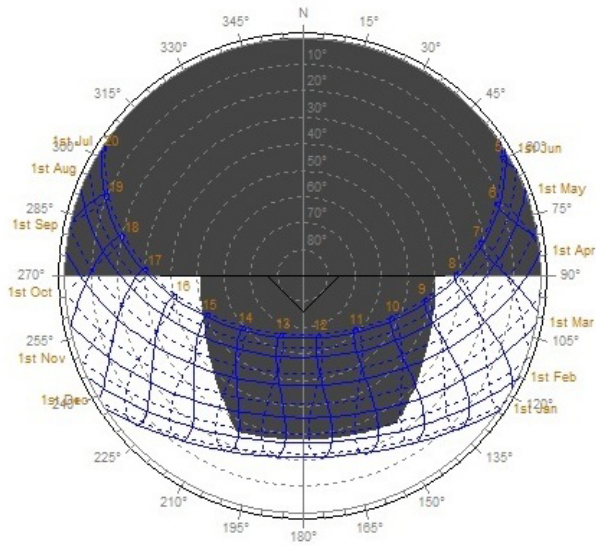
Grazie al programma Ecotect si è calcolato la riduzione giornaliera massima e minima nel giorno più caldo e nel giorno più freddo dell'anno, ponendo l'oscurante mobile come oscurante fisso durante l'intera giornata.

SUD	Riduz. media giornal. %	Riduz. media mensile Wh/m2	Radiaz. incidente. media eff. Wh/m2
17 Gen.	13	12	84
06 Ago.	41	423	782





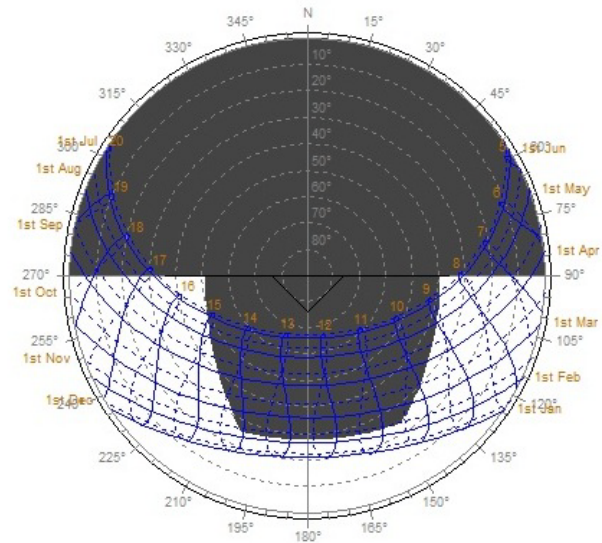
# Oscuramento



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0.0°



## Equidistant Projection

Location: 45.4°, 9.3°

Orientation: -180.0°, 0.0°

# Dati oscuramento

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 17th January

### AGGETTO ORIZZONTALE INTERNO

MASSIMA ESPOSIZIONE

Sitazione al giorno più freddo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT (W/m2)		ABSORBED (W/m2)		TRANSMITTED (W/m2)	
					W	W	W	W	W	W
900	67	19600%	46.50	4%	44	53	13	15	23	28
1000	37	24600%	41.28	12%	24	29	7	8	13	15
1100	19	26400%	31.54	17%	13	16	4	5	7	8
1200	2	20900%	23.95	17%	2	2	0	1	1	1
<b>TOTALS</b>					<b>84</b>	<b>100</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>44</b>	<b>53</b>

SUD	Riduz. media giornal.	Riduz. media mensile	Ridiaz. incidente. media effett.
	%	Wh/m <sup>2</sup>	Wh/m <sup>2</sup>
17 Gen.	13	12	84
06 Ago.	41	423	782

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

Date: 6th August

### AGGETTO ORIZZONTALE INTERNO

MASSIMO OSCURAMENTO

Sitazione al giorno più caldo dell'anno

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT (W/m2)		ABSORBED (W/m2)		TRANSMITTED (W/m2)	
					W	W	W	W	W	W
600	14600%	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	26100%	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	39900%	225	89.04	12%	6	7	2	2	3	4
900	39700%	269	75.18	17%	85	102	24	29	44	53
1000	48600%	280	68.74	25%	132	159	38	45	69	83
1100	57700%	258	65.92	25%	177	212	50	61	93	111
1200	50700%	313	62.96	42%	134	161	38	46	70	85
1300	416	302	63.34	50%	93	112	27	32	49	59
1400	377	224	67.51	50%	72	87	21	25	38	45
1500	288	155	71.88	38%	56	67	16	19	29	35
1600	147	115	76.71	21%	27	32	8	9	14	17
1700	30	66	88.86	17%	0	1	0	0	0	0
<b>TOTALS</b>					<b>782</b>	<b>939</b>	<b>224</b>	<b>268</b>	<b>410</b>	<b>492</b>

### HOURLY SOLAR EXPOSURE

Milano, Italy (Direct Only)

Object: 94 (1.200 m2) (Azi: -180.00°, Alt: 0.00°)

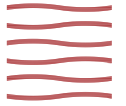
Date: 6th August

### SENZA NESSUN AGGETTO

HOUR	BEAM (W/m2)	DIFFUSE (W/m2)	SUN ANGLE	SOLAR SHADE	INCIDENT (W/m2)		ABSORBED (W/m2)		TRANSMITTED (W/m2)	
					W	W	W	W	W	W
600	146	124	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
700	261	173	>90.00	100%	0	0	0	0	0	0
800	399	225	89.04	0%	7	8	2	2	4	4
900	397	269	75.18	0%	102	122	29	35	53	63
1000	486	280	68.74	0%	176	212	50	60	92	111
1100	577	258	65.92	0%	235	283	67	81	123	147
1200	507	313	62.96	0%	230	277	66	79	121	145
1300	416	302	63.34	0%	187	224	53	64	98	118
1400	377	224	67.51	0%	144	173	41	49	76	91
1500	288	155	71.88	0%	90	107	26	31	47	56
1600	147	115	76.71	0%	34	41	10	12	18	21
1700	30	66	88.86	0%	1	1	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>					<b>1205</b>	<b>1446</b>	<b>345</b>	<b>414</b>	<b>632</b>	<b>763</b>



# 4 | CAPITOLO: RAFFRESCARE PASSIVAMENTE



La situazione estiva è schematicamente medesima a quella invernale. Nel periodo freddo, per riscaldare l'edificio, la strategia ottimale di progettazione è:

“conservazione del calore - sistemi solari passivi - riscaldamento meccanico”

nel periodo caldo sarà quindi

“colori chiari e ombreggiatura - raffrescamento passivo - raffrescamento meccanico”

Il primo passo fa affidamento a tutte quelle tecniche per allontanare i raggi solari ed il calore dall'edificio per minimizzare il guadagno di calore nell'edificio. Sono inclusi tutti gli oscuramenti (citati nel capitolo precedente), l'uso corretto dell'orientamento, dei colori, della vegetazione, dell'isolamento e del controllo dei guadagni interni all'edificio.

Le tecniche utili al raffrescamento passivo, analizzate in questo capitolo, servono il secondo step che consiste nell'abbassare la temperatura ed avvicinarla a quella di comfort.

Il terzo passo è l'uso di sistemi meccanici che utilizzano energia fornita da utenze esterne (tra cui le fonti fossili) che servono, solo, a fornire la quantità di comfort termico che non hanno fornito i primi due livelli.

Inutile ricordare che più i sistemi passivi forniranno energia e benessere all'edificio minore sarà il consumo energetico dell'impianto.

Per quanto sia possibile i sistemi di raffrescamento passivi utilizzano le leggi della natura, l'energia della natura e i dissipatori di calore. Sistemi che consumano una quantità di energia molto bassa, come pompe o ventilatori, vengono qui accettati e inclusi nelle tecniche bioclimatiche. Tali sistemi sono detti ibridi.

Per creare un ambiente dotato di un corretto livello di comfort noi possiamo raffrescare l'edificio (portando il calore in eccesso fuori dall'edificio) o alzare la zona di comfort (creando un raffrescamento apparente, aumentando la velocità dell'aria).

## *I campi di intervento presi in esame:*

In ogni capitolo vengono presi in esame l'involucro dell'edificio, l'interno dell'edificio e i sistemi impiantistici in quanto sono i soli a poter raggruppare tecniche idonee alle riqualificazioni edilizie.

Ogni gruppo sarà poi costituito da sottogruppi o “ambiti di applicazione” che potranno presentarsi o meno in un capitolo in base alla presenza o meno di tecniche riferite ad esso.

Gli ambiti di applicazione che troviamo in questo capitolo sono:

Campo di intervento: l'involucro dell'edificio

- Le aperture: si riferisce alla permeabilità del suo involucro all'aria che garantisce così un buon rinnovo dell'aria. Dipende sia dalla superficie perforata che da altri fattori quali le dimensioni e le aperture delle finestre.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: l'aggetto verticale (scheda 4.1), creare massa interna sul soffitto (scheda 4.14), sistema Barra-Costantini (scheda 4.15).

- L'isolamento: si riferisce alla resistenza dell'involucro dell'edificio al passaggio del calore per conduzione.

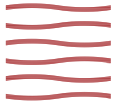
Fanno parte di questo ambito di applicazione: il cappotto esterno (scheda 4.2), finestre ad alte prestazioni termiche (scheda 4.2), le barriere radianti (scheda 4.3), il sistema Barra-Costantini (scheda 4.2), le pareti ventilate (scheda 4.16).

- La superficie dell'involucro: si riferisce al colore superficiale dell'involucro, alla sua liscenza o tersura e al suo tipo di finitura superficiale. È legato al suo fattore di trattenere o respingere la luce o il calore.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: il colore scuro dell'edificio (scheda 4.5), la texture dell'edificio (scheda 4.6).

- La mutabilità: qui vengono analizzate le possibilità che ha l'involucro di cambiare le proprie caratteristiche.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: il sistema Barra-Costantini (scheda 4.2), le pareti ventilate (scheda 4.16).



Campo di intervento: l'interno dell'edificio

- La massa nell'edificio: è una qualità legata al tipo di elementi e tecnologie costruttive dell'involucro, il suo effetto energetico può essere generalmente associato al concetto di massa termica che crea uno smorzamento delle variazioni climatiche esterne all'interno dell'edificio.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: sostituzione degli strati di pavimentazione (scheda 4.7), creare massa interna sul soffitto (scheda 4.14).

- L'isolamento interno: si riferisce alla resistenza dell'involucro dell'edificio al passaggio del calore per conduzione.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: il cappotto interno (scheda 4.8), creare massa interna sul soffitto (scheda 4.14).

- La distribuzione interna: si riferisce alla modalità in cui vengono organizzati e messi in relazione i diversi spazi che compongono l'edificio.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: la posizione dei vani (scheda 4.9).

Campo di intervento: i sistemi impiantistici

- Gli impianti bioclimatici: ne fanno parte tutti quei sistemi nei quali la captazione, l'accumulo e la cessione sono separati e indipendenti dall'ambiente interno.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: umidificare l'aria in ingresso (scheda 4.12), il sistema Barra-Costantini (scheda 4.2).

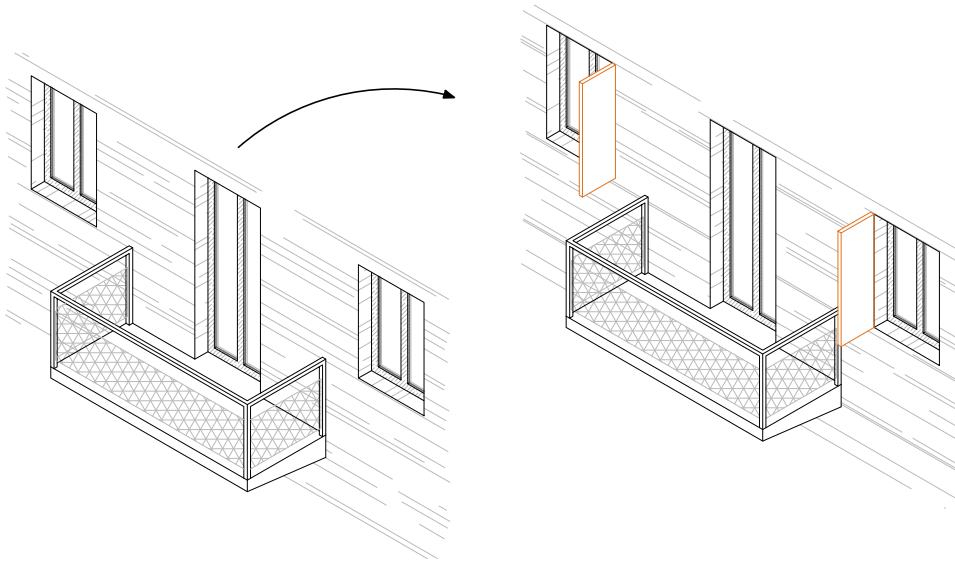
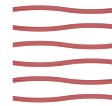
- Gli impianti ibridi: un impianto è detto ibrido quando utilizza apparecchi elettrici semplici, quali pompe o ventilatori, che utilizzano poca energia.

Fanno parte di questo ambito di applicazione: i ventilatori (scheda 4.10), raffrescamento evaporativo meccanico (scheda 4.11), essicatori per deumidificare (scheda 4.13).

Alcune tecniche vengono segnate più volte perchè presentano la caratteristica di trovare luogo in più ambiti di applicazione



## 4.1 L'AGGETTO VERTICALE



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulle aperture dell'edificio e si riferisce alla permeabilità dell'involucro all'aria.

Questo sistema ha lo scopo di favorire la circolazione dell'aria all'interno dell'edificio per procurare, grazie al movimento dell'aria, un effetto raffrescante sul corpo umano. Il più semplice ed immediato di questi sistemi è la ventilazione incrociata, che consiste nel favorire il movimento d'aria collocando le aperture in due facciate contrapposte di uno stesso ambiente, ma ciò dipende da caratteristiche costruttive di una abitazione che non sono sempre controllabili in caso di riqualificazione.

Tale tecnica, invece, sfrutta le sporgenze verticali per forzare il passaggio e la circolazione dell'aria all'interno dell'edificio, per l'effetto di differenza di pressione.

Se ben progettato tale aggetto nella stagione contrapposta non porterà una diminuzione del guadagno solare, soprattutto se si utilizzeranno aggetti mobili.

I sistemi che generano movimenti d'aria dipendono direttamente dalla direzione dei venti che non è di facile previsione in un ambiente cittadino, in ogni caso tale tecnica potrà essere utilizzata in tutti gli orientamenti.

Gli aggetti verticali possono aumentare la ventilazione attraverso le finestre poste sullo stesso lato dell'edificio cambiando la distribuzione della pressione. Ogni finestra dovrà avere un aggetto e dovrà essere posizionato su lati opposti e non sugli stessi. Lavorano meglio se la direzione del vento ha un angolo di 45° con il muro.

Un aggetto verticale potrà essere semplicemente composto da una serranda a battente (vedi immagine a sinistra), oppure dallo stesso elemento finestrato (vedi immagine a destra), ciò rende tale tecnica di semplice realizzazione.

Nelle mezze stagioni può ritardare l'accensione dell'impianto di condizionamento.

*Il riferimento a fianco rappresenta un sistema di persiane ad ante esterne.*

### Riferimento:



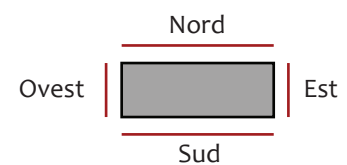
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LE APERTURE

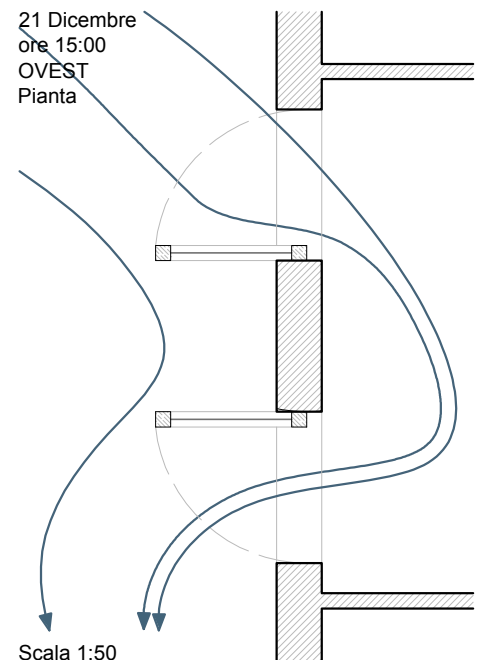
Il corso dell'anno: ○ ● ○

In estate regola i flussi d'aria e schermo l'edificio. Nella stagione opposta, se ben progettato, non modifica il guadagno energetico dell'edificio.

Orientamento utile: ● ○ ○



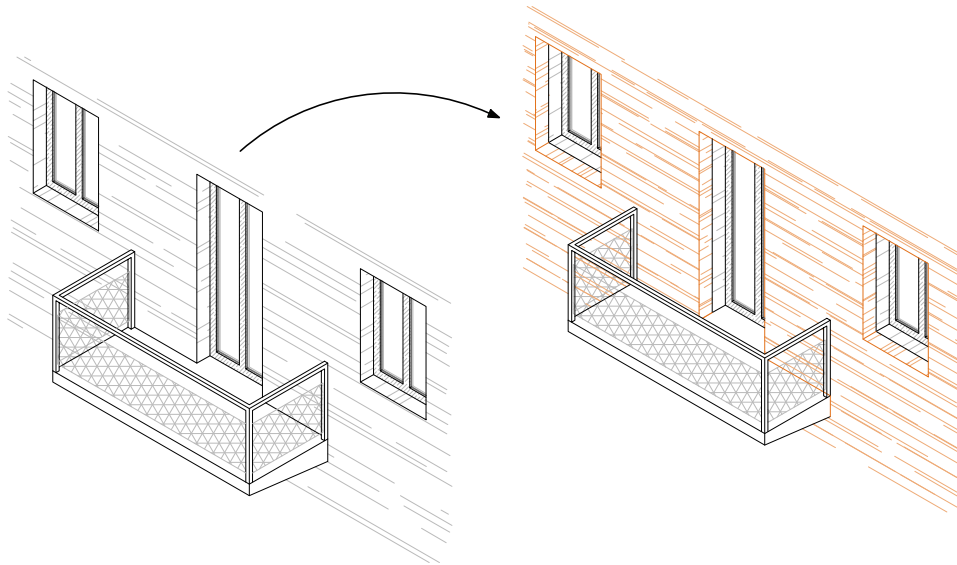
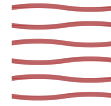
21 Dicembre  
ore 15:00  
OVEST  
Pianta



### Guadagno energetico:

La ventilazione incrociata è uno dei sistemi più semplici di raffrescamento estivo. La qualità di tale strategia è in diretta relazione con l'orientamento, la situazione dell'intorno e la direzione e la qualità dei venti.

## 4.2 IL CAPPOTTO ESTERNO



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla quantità e sul tipo di isolamento esterno.

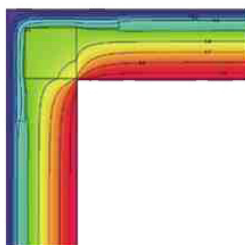
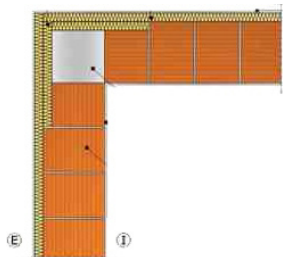
Il cappotto esterno agisce direttamente sulla resistenza dell'involucro dell'edificio al passaggio del calore per conduzione che si produce quando esiste una differenza tra la temperatura dell'aria esterna e quella dell'aria interna. In un edificio molto isolato lo scambio energetico interno-esterno è ridotto e quindi si limita l'ingresso del calore estivo esterno con una diminuzione del consumo energetico dell'impianto, viene considerato in tale periodo quindi solo se si possiede un impianto di climatizzazione.

Questo sistema è utile in tutto il corso dell'anno, impedisce al calore invernale prodotto dall'impianto di fuoriuscire per convezione attraverso le pareti e quindi si avranno meno dispersioni in tale periodo.

Questa tecnica è idonea in tutti gli orientamenti. Specifico per ogni orientamento dovrà essere il tipo e la quantità dell'isolante, è raccomandabile aumentarlo negli orientamenti in cui le condizioni esterne sono più estreme.

Tale tecnica trova la sua massima efficacia se applicata a tutto l'immobile e non solo ad un singolo appartamento. Essa consiste nell'applicare alle pareti dei pannelli isolanti con appositi sistemi di fissaggio come colle o tasselli a formare uno strato unico e continuo su tutto l'edificio.

### Riferimento:



La trasmittanza termica della parete può variare da 1,05 W/m<sup>2</sup>k per una parete non isolata a 0,28 W/m<sup>2</sup>k per la stessa parete con 10 cm di isolamento (*dati isoreflex*).

Per la sua semplicità esecutiva, la coibentazione tramite cappotto è utilizzata nella quasi totalità delle ristrutturazioni, in quanto consente l'esecuzione dei lavori senza che si renda necessario il rilascio dell'immobile da parte degli occupanti.

*Immagine del comportamento di una parete con isolamento a cappotto.*

*In alto: configurazione geometrica del nodo costruttivo.*

*In basso: risultato dell'analisi termica.*

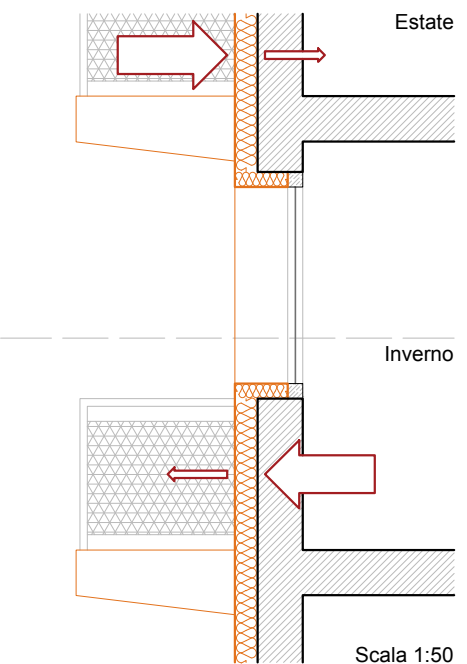
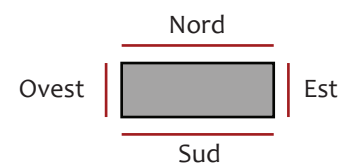
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- L'ISOLAMENTO

*Il corso dell'anno:* ● ○ ○

Tale tecnica permette di avere poche dispersioni di calore durante il periodo freddo e poco ingresso di calore esterno durante il periodo più caldo.

*Orientamento utile:* ● ○ ○



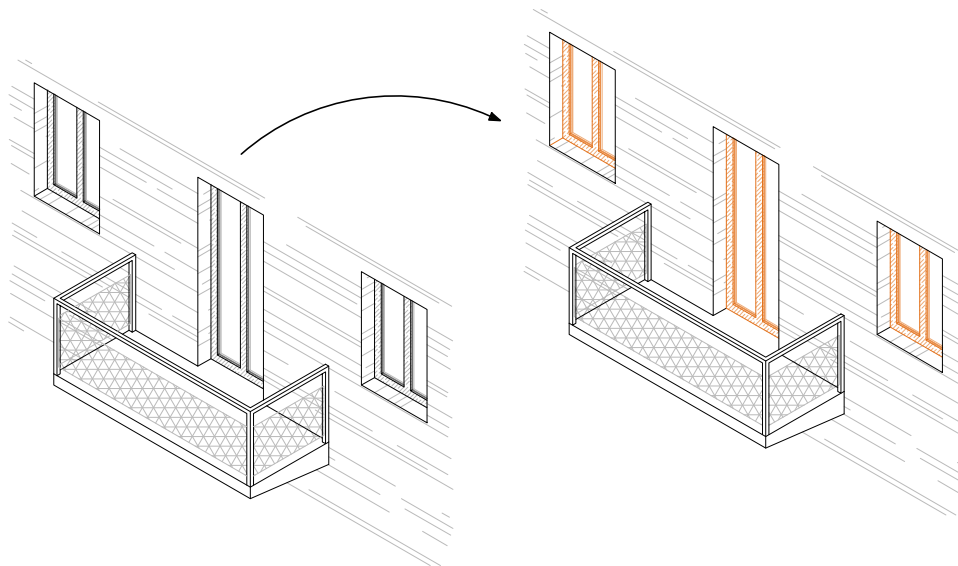
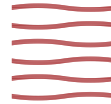
Scala 1:50

### Guadagno energetico:

Schede tecniche di produttori specializzati in tale tecnologia citano per un comune cappotto in base al materiale e allo spessore utilizzato questi dati:

Parere non isolata:  
energia dispersa: da 164 kWh x m<sup>2</sup>/anno  
5 cm di materiale isolante:  
energia dispersa: da 43 a 51 kWh x m<sup>2</sup>/anno  
energia risparmiata: da 113 a 121 kWh x m<sup>2</sup>/anno  
8 cm di materiale isolante:  
energia dispersa: da 30 a 36 kWh x m<sup>2</sup>/anno  
energia risparmiata: da 128 a 134 kWh x m<sup>2</sup>/anno  
12 cm di materiale isolante:  
energia dispersa: da 22 a 26 kWh x m<sup>2</sup>/anno  
energia risparmiata: da 138 a 142 kWh x m<sup>2</sup>/anno

## 4.3 | FINESTRE AD ALTE PRESTAZIONI TERMICHE



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica parzialmente l'aspetto degli elementi finestrati. Interviene sulla quantità e sul tipo di isolamento esterno.

Tale tecnica agisce direttamente sulla resistenza dell'involucro dell'edificio al passaggio del calore per conduzione che si produce quando esiste una differenza tra la temperatura dell'aria esterna e quella dell'aria interna. In un edificio molto isolato lo scambio energetico interno-esterno è ridotto e quindi si limita l'ingresso del calore estivo esterno con una diminuzione del consumo energetico dell'impianto.

Il serramento ad alte prestazioni è fondamentale specialmente se le parti vetrate sono di metratura importante: tutta la superficie trasparente non può pregiudicare il comfort quando le temperature esterne scendono.

Questo sistema è utile in tutto il corso dell'anno, impedisce al calore invernale prodotto dall'impianto di fuoriuscire per convezione attraverso le pareti e quindi si avranno poche dispersioni in tale periodo.

Questa tecnica è idonea in tutti gli orientamenti. Specifico per ogni orientamento dovrà essere il tipo e la qualità del serramento.

Tale tecnica si può facilmente applicare alla singola unità immobiliare e consiste nella

sostituzione completa di tutti i serramenti dell'unità immobiliare con serramenti a prestazioni termiche elevate.

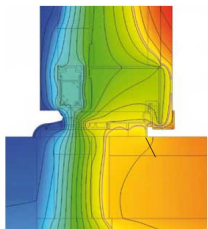
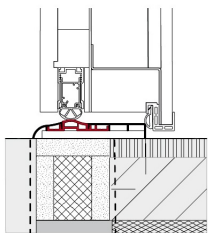
La trasmittanza termica di un serramento a vetro singolo è di circa  $5,9 \text{ W/m}^2\text{k}$ , per un doppio vetro 4-15-4 è di  $2,7 \text{ W/m}^2\text{k}$  mentre per una finestra performante triplovetro la trasmittanza termica può arrivare anche a  $0,8 \text{ W/m}^2\text{k}$ .

La sua semplicità esecutiva e gli attuali obblighi di legge rendono tale tecnica una prassi nelle riqualificazioni.

*Immagine del comportamento di un serramento performante.*

*In alto: configurazione geometrica dell'elemento.*

*In basso: risultato dell'analisi termica.*



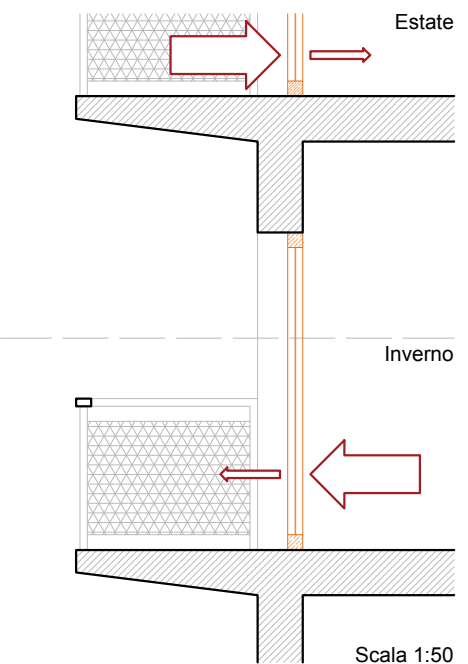
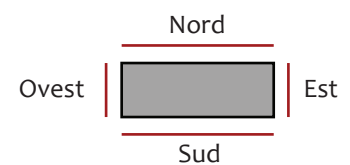
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- L'ISOLAMENTO

Il corso dell'anno: ● ○ ○

Tale tecnica permette di avere poche dispersioni di calore durante il periodo freddo e poco ingresso di calore esterno durante il periodo più caldo.

Orientamento utile: ● ○ ○



Scala 1:50

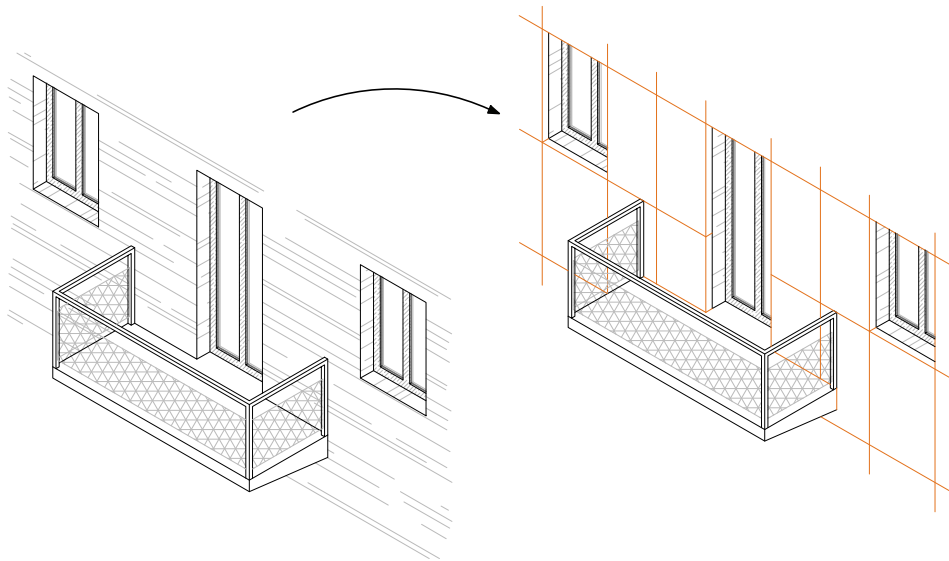
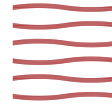
### Guadagno energetico:

Il guadagno energetico è direttamente collegato al tipo di finestre installate e al tipo di isolamento complessivo dell'edificio.

Schede tecniche di produttori specializzati in tale tecnologia citano per la sostituzione di tutti i serramenti una guadagno energetico annuale fino al 40%.



## 4.4 LE BARRIERE RADIANTI



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento può essere applicata sia all'esterno dell'involucro che all'interno dell'edificio e può modificare parzialmente l'aspetto esteriore. Interviene sulla quantità e sul tipo di isolamento.

La barriera radiante ha come effetto la forte diminuzione di calore irradiato all'isolante tradizionale, fenomeno che contribuisce in modo determinante alla riduzione del calore trasmesso all'interno della struttura durante la stagione calda. Essa viene installata in un intercapedine d'aria e serve a ridurre il calore trasmesso per radiazione tra una superficie radiante calda, lo strato esterno, e una superficie assorbente, l'isolante convenzionale dell'involucro fino al 95%.

Tale tecnica ha un'efficacia dimostrata nei sottotetti aerati, ma ciò non esclude buone performance anche su pareti ventilate esterne o contropareti interne.

Nella stagione fredda l'effetto radiante può essere ribaltato e, tale tecnica, può contribuire a mantenere all'interno dell'ambiente domestico il calore prodotto dall'impianto.

La barriera radiante può essere utilizzata in ogni orientamento anche se mantiene la sua efficacia massima negli orientamenti colpiti direttamente dal sole.

Tale tecnica viene applicata di norma esternamente tramite parete ventilata o

internamente tramite controparete. Nel primo caso trova la sua massima efficacia se applicata a tutto l'immobile e non solo ad un singolo appartamento.

Le barriere radianti sono costituite da un sottile foglio di un materiale ad alta riflessività, normalmente alluminio, applicato ad una, o entrambe, le superfici di un supporto.

Studi di ultima generazione hanno dimostrato l'efficacia della barriera radiante anche senza intercapedine d'aria. Ciò semplifica molto i tempi e i modi di installazione del prodotto.

A sinistra un'immagine di una barriera radiante applicata ad una struttura in legno.



### Riferimento:

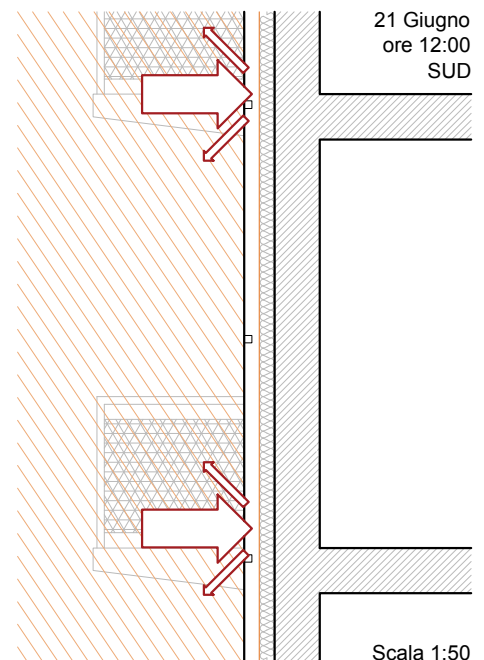
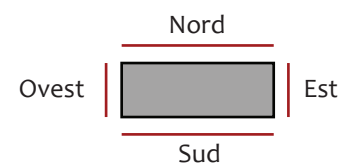
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- L'ISOLAMENTO

Il corso dell'anno: ● ○ ○

Tale tecnica permette di diminuire l'ingresso di calore esterno durante il periodo più caldo e contribuisce nella stagione calda a trattenere il calore all'interno.

Orientamento utile: ● ○ ○

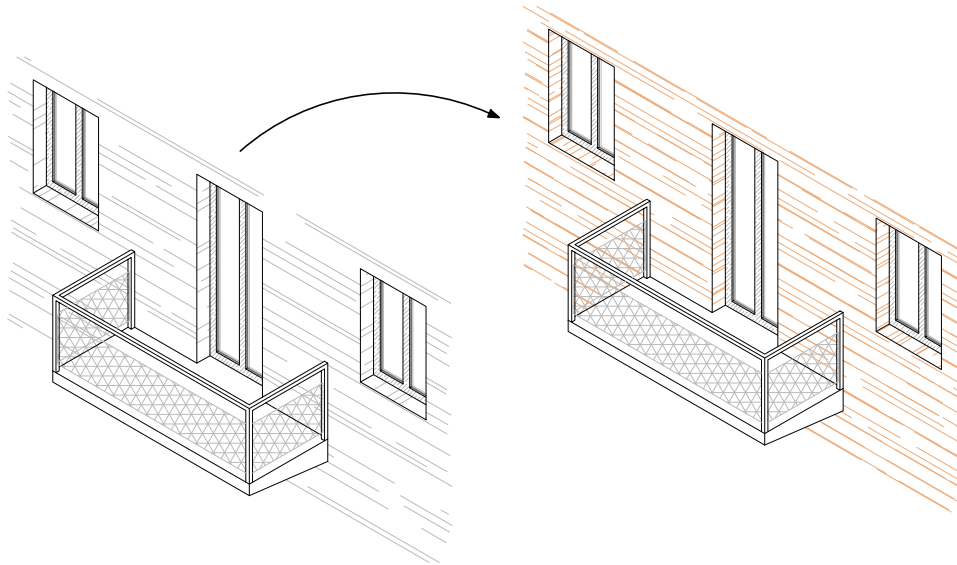
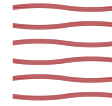


### Guadagno energetico:

Sono disponibili studi sull'efficacia delle Barriere Radianti (secondo Fairey P. "Effects of Infrared Radiation Barriers on the Effective Thermal Resistance of Buildings Envelopes" e Melody I., "Radiant Barriers: a question and answer primer"). Questi studi mostrano che le barriere radianti permettono di ridurre considerevolmente i consumi legati ai sistemi di condizionamento. I risultati mostrano riduzioni nel calore entrante dalle coperture dotate di questo sistema di fattori che variano dal 15% fino a più del 40%.



## 4.5 IL COLORE CHIARO DELL'EDIFICIO



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla qualità e sul tipo di rifinitura dell'involucro esterno.

Questa tecnica definisce il comportamento dell'involucro rispetto alla riflessione di energia ricevuta per irraggiamento. Il colore delle superfici edilizie è strettamente legato, infatti, al comportamento fisico-energetico del materiale e del componente architettonico, risultando fondamentale nella determinazione dei coefficienti di assorbimento e di riflessione che caratterizzano il materiale stesso, in particolare, è possibile definire, ad esempio, la quantità di energia solare incidente assorbita da una parete esterna, attraverso la scelta delle sue caratteristiche cromatiche. Tale quantità energetica assorbita sarà poi trasmessa agli ambienti indoor con modalità e tempi che sono in funzione della resistenza termica della parete e della sua trasmittanza, ed andrà ad incrementare il carico termico degli ambienti stessi determinando specifici apporti energetici. Più il colore è chiaro e più è elevato il suo coefficiente di riflessione

Questo sistema però è controproducente nella stagione fredda quando invece si necessita del calore del sole.

Questa tecnica è idonea in tutti gli orientamenti colpiti dai raggi solari diretti e non.

### Riferimento:



Il colore ha un ruolo centrale nella progettazione: le tonalità chiare esposte a sud possono diminuire anche di 20-40°C le temperature medie radianti raggiunte dai colori scuri. I colori chiari, infatti, riflettono grandi quantità di radiazione solare, evitando guadagni solari incontrollati. Al contrario i colori scuri assorbono e ri-emettono una grande quantità di radiazione solare (visibile ed energetica), provocando un aumento della temperatura superficiale dei corpi e il surriscaldamento delle zone d'aria più prossime.

L'immagine a sinistra rappresenta una tipica casa greca, si noti che a latitudini più calde, corrisponde un colore medio degli edifici più chiaro.

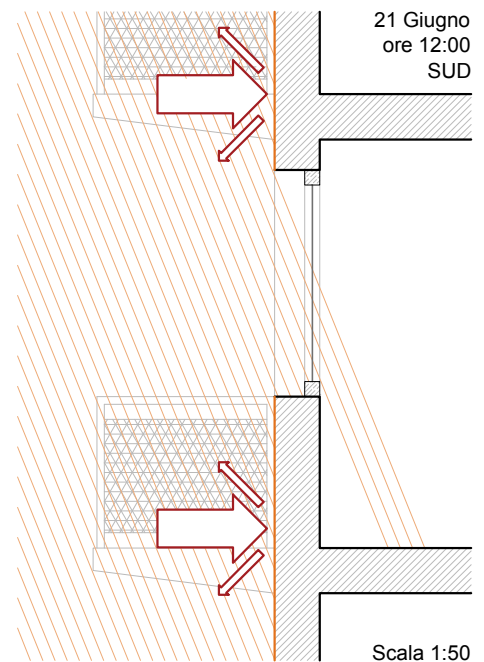
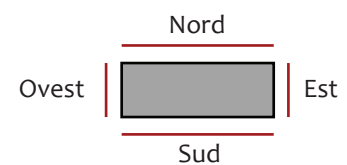
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA SUPERFICIE DELL'INVOLUCRO

Il corso dell'anno: ○ ○ ●

Il colore chiaro riflette la luce solare, in quanto tale è molto utile in estate ma è controproducente nella stagione fredda, che predilige invece i colori scuri.

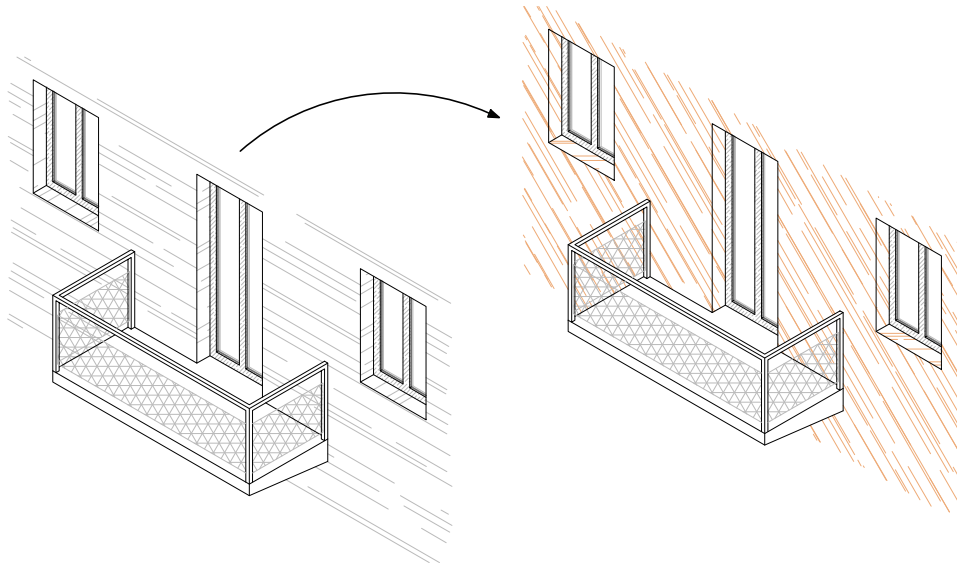
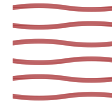
Orientamento utile: ● ○ ○



### Guadagno energetico:

Non si sono trovati studi che, preso un edificio come esempio, abbiano calcolato i guadagni e le perdite termiche in relazione al cambio di colore delle superfici esterne opache.

## 4.6 LA TEXTURE DELL'EDIFICIO



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla qualità e sul tipo di rifinitura dell'involucro esterno.

Questa tecnica si riferisce fondamentalmente agli elementi opachi esterni dell'involucro e definisce il loro comportamento rispetto all'assorbimento superficiale e quindi al trasferimento di energia ricevuta tramite scambio convettivo. In particolare il termine texture si riferisce al tipo di finitura superficiale di piccole dimensioni. I gradi di texture si stabiliscono mediante la valutazione della rugosità superficiale in mm.

Questo sistema può risultare controproducente nella stagione in cui si necessita di guadagno solare.

Questa tecnica è idonea in tutti gli orientamenti colpiti dai raggi solari diretti e non.

Tale tecnica trova la sua massima efficacia se applicata a tutto l'immobile e non solo ad un singolo appartamento.

Ha molte caratteristiche positive rivolte ai campi dell'acustica e dell'illuminazione. L'effetto climatico dovuto all'esistenza di una maggiore o minore rugosità dell'involucro edilizio è di scarsa rilevanza. Un involucro con elevata rugosità superficiale favorisce, in maniera comunque poco significativa, lo scambio convettivo tra la superficie e l'aria. Una finitura superficiale liscia riduce quindi gli scambi termici tra l'interno e l'esterno, migliorando la qualità dell'isolamento dell'involucro.

### Riferimento:



L'immagine rappresenta un edificio con una finitura superficiale liscia.

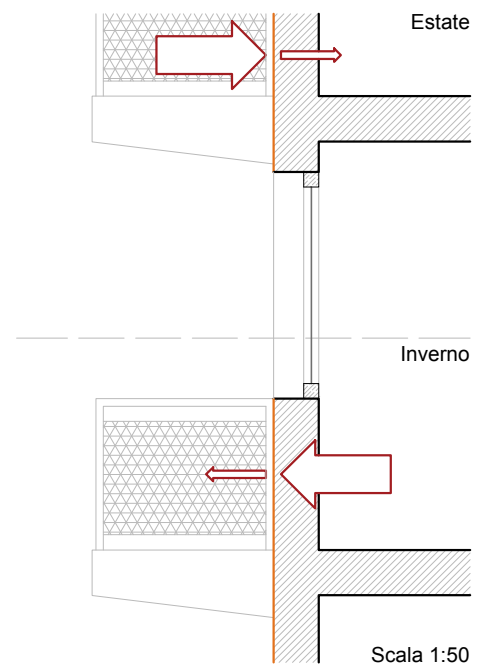
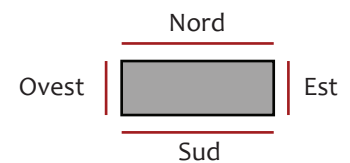
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:  
- LA SUPERFICIE DELL'INVOLUCRO

Il corso dell'anno: ● ○ ○

Tale tecnica riduce, in maniera poco significativa, le dispersioni di calore durante il periodo freddo e l'ingresso di calore esterno durante il periodo più caldo.

Orientamento utile: ● ○ ○

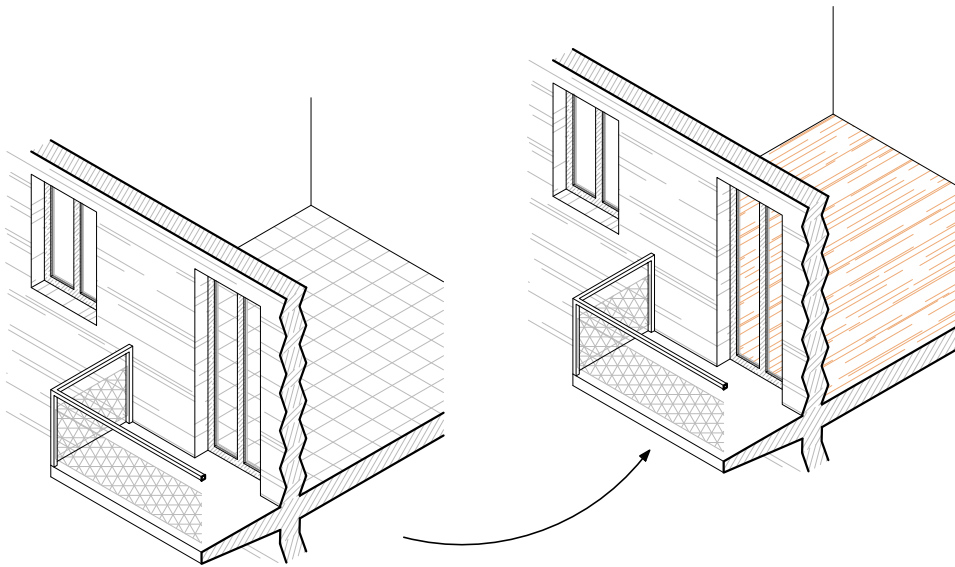
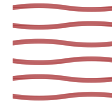


Scala 1:50

### Guadagno energetico:

Non si sono trovati studi che, preso un edificio come esempio, abbiano calcolato i guadagni e le perdite termiche in relazione al cambio di finitura delle superfici esterne opache.

## 4.7 SOSTITUZIONE DEGLI STRATI DI PAVIMENTAZIONE



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'interno dell'edificio senza modificarne l'aspetto esteriore. Interviene sui sistemi ad accumulo, in questo caso interni, grazie all'utilizzo della massa.

Si tratta di immettere materiali di grande capacità termica all'interno dell'edificio. Questi materiali, grazie alla loro caratteristica di inerzia termica immagazzinano il fresco della notte e lo ripartiscono nel tempo e nel modo più idoneo. Questa tecnica non produce quindi un guadagno energetico diretto, ma distribuiscono l'energia nei momenti in cui se ne ha meno bisogno in momenti più idonei. Il suo funzionamento rende tale tecnica adatta a mitigare gli effetti delle oscillazioni della temperatura esterna grazie alle brezze della sera.

L'inerzia termica del materiale anche se con modalità differenti trova utilizzo durante tutto il corso dell'anno. Infatti nella stagione diametralmente opposta non sarà più il fresco delle brezze della sera ad essere immagazzinato ma bensì i raggi solari diurni.

Questa tecnica utilizzando le brezze della sera può essere applicata in qualsiasi orientamento dove è presente un'apertura.

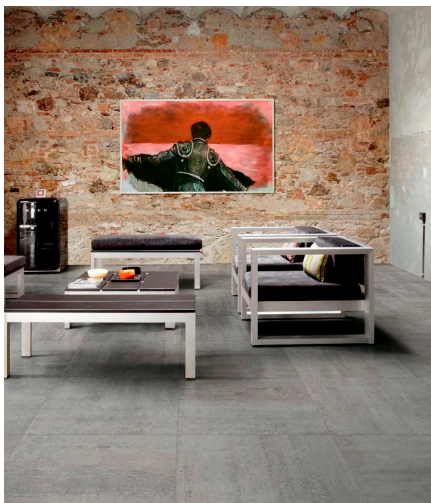
Necessita di mantenere le aperture aperte durante la notte e più il flusso d'aria viene spostato sul pavimento più l'effetto migliora. Il pavimento in questione dovrà essere costituito da materiali da costruzione "pesanti", primo tra tutti il calcestruzzo, ed essere ripartiti in superfici di poco spessore in modo da migliorare l'effetto nei cicli di tempo corti giorno-notte.

Sostituirlo quindi con un strato di cemento - di spessore minimo 10 cm - può presentarsi come un'ottima scelta di riqualificazione edilizia.

Questa tecnica trova in lombardia una buona potenzialità perché il materiale posato immagazzina il fresco delle brezze serali durante la notte per ripartirlo di giorno quando se ne ha maggior bisogno.

*Immagine di un pavimento in cemento.*

### Riferimento:



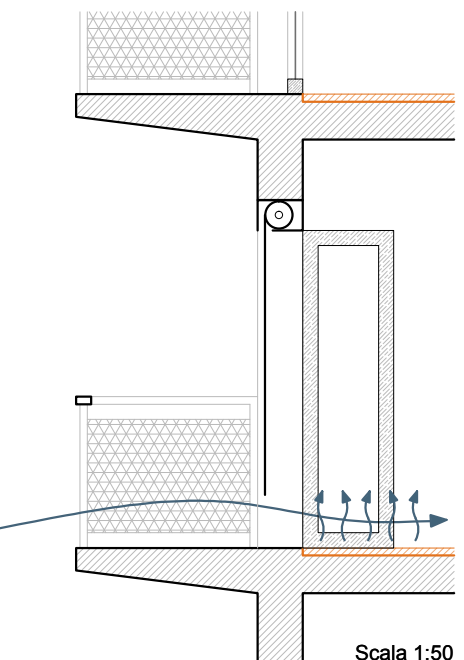
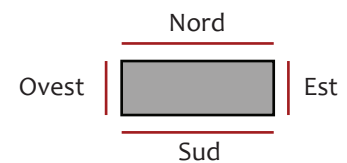
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INTERNO DELL'EDIFICIO:  
- LA MASSA INTERNA

Il corso dell'anno: ● ○ ○

La massa può essere utilizzata sia per accumulare il fresco della sera nella stagione calda sia per immagazzinare il calore diurno nella stagione fredda.

Orientamento utile: ● ○ ○



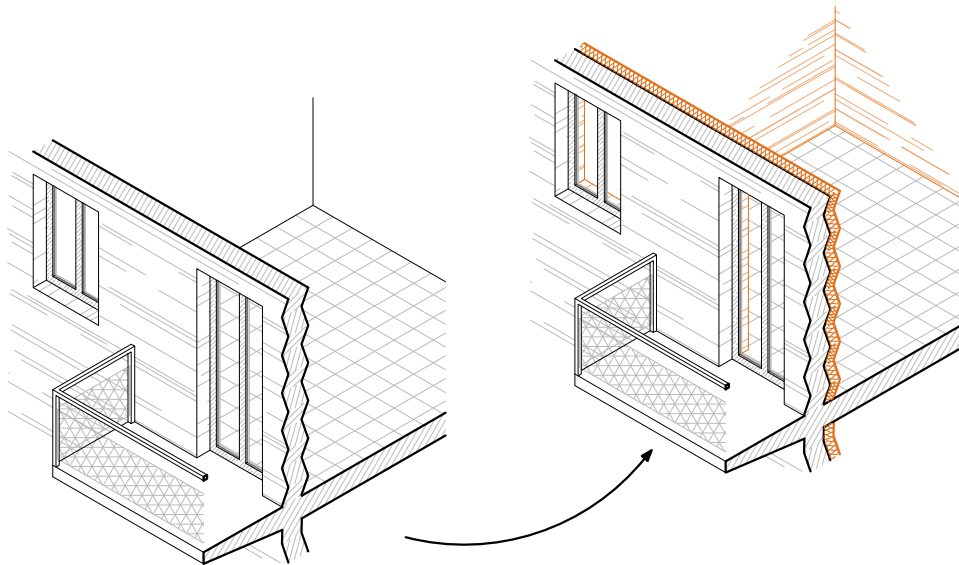
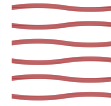
### Guadagno energetico:

Come citato, tale tecnica non produce direttamente un guadagno energetico. Il guadagno energetico è dovuto al guadagno diretto del sole in ingresso. Questa tecnica sposta l'energia del sole dal giorno alla sera o alla notte.

L'energia del sole viene quindi spostata da momenti temporali dove l'edificio viene poco utilizzato a momenti in cui l'edificio viene maggiormente utilizzato.



## 4.8 IL CAPPOTTO INTERNO



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'interno dell'edificio senza modificarne l'aspetto esteriore. Interviene sulla quantità e sul tipo di isolamento interno.

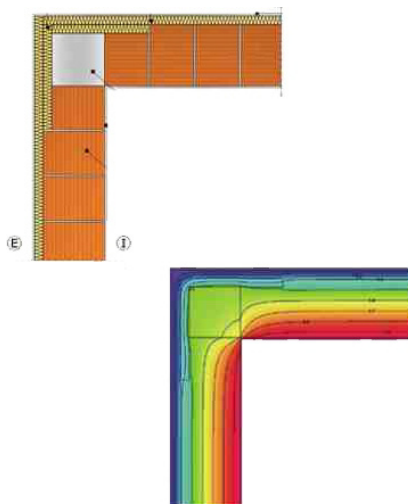
Il cappotto interno agisce direttamente sulla resistenza dell'involucro dell'edificio al passaggio del calore per conduzione che si produce quando esiste una differenza tra la temperatura dell'aria esterna e quella dell'aria interna. In un edificio molto isolato lo scambio energetico interno-esterno è ridotto e quindi si limita l'ingresso del calore estivo esterno con una diminuzione del consumo energetico dell'impianto, viene considerato in tale periodo quindi solo se si possiede un impianto di climatizzazione.

Questo sistema è utile in tutto il corso dell'anno, impedisce al calore invernale prodotto dall'impianto di fuoriuscire per convezione attraverso le pareti e quindi si avranno meno dispersioni in tale periodo.

Questa tecnica è idonea in tutti gli orientamenti. Specifico per ogni orientamento dovrà essere il tipo e la quantità dell'isolante, è raccomandabile aumentarlo negli orientamenti in cui le condizioni esterne sono più estreme.

La tecnica consiste nell'applicare alle pareti dei pannelli isolanti con appositi sistemi di fissaggio come colle o tasselli oppure nel creare una controparete anche con pannelli accoppiati di isolante e pannelli rigidi (come cartongesso, OSB, sughero...).

### Riferimento:



La trasmittanza termica della parete può variare da 1,05 W/m<sup>2</sup>k per una parete non isolata a 0,28 W/m<sup>2</sup>k per la stessa parete con 10 cm di isolamento.

Meno efficace di un cappotto esterno questa tecnica trova molte qualità positive come la facilità di applicazione e manutenzione, la possibilità di mantenere immutata la facciata esterna e il costo ridotto.

*Immagine del comportamento di una parete con isolamento a cappotto.  
In alto: configurazione geometrica del nodo costruttivo.  
In basso: risultato dell'analisi termica.*

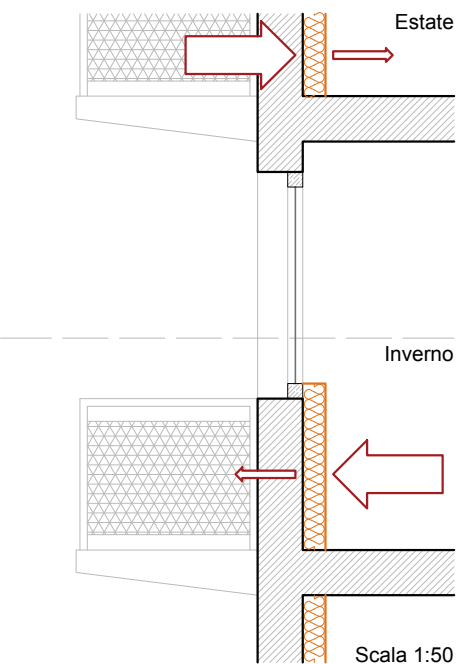
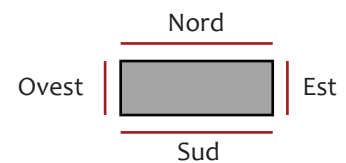
### INTERVENTI SEMPLICI

L'INTERNO DELL'EDIFICIO:  
- L'ISOLAMENTO INTERNO

*Il corso dell'anno:* ● ○ ○

Tale tecnica permette di avere poche dispersioni di calore durante il periodo freddo e poco ingresso di calore esterno durante il periodo più caldo.

*Orientamento utile:* ● ○ ○



Scala 1:50

### Guadagno energetico:

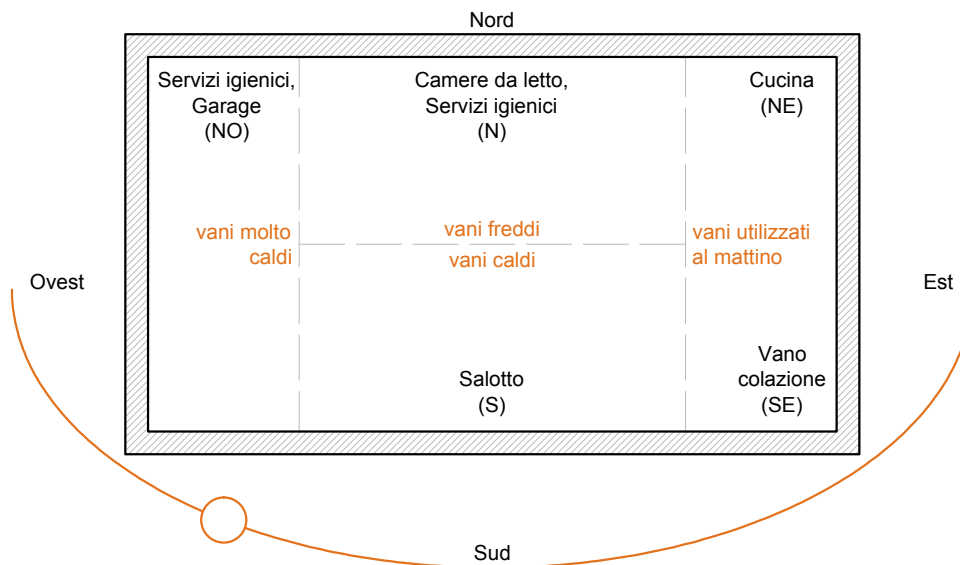
Schede tecniche di produttori specializzati in tale tecnologia citano per un comune cappotto interno guadagni medi complessivi un bolletta del 10%, a fronte di un guadagno complessivo del 40% di un cappotto esterno.



## 4.9 LA POSIZIONE DEI VANI

### INTERVENTI SEMPLICI

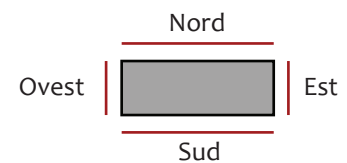
L'INTERNO DELL'EDIFICIO:  
- LA DISTRIBUZIONE INTERNA



Il corso dell'anno: ○ ● ○

In una programmazione ben dettagliata delle parti di un edificio l'orientamento dei vani può trarre vantaggi in tutto l'arco dell'anno.

Orientamento utile: ● ○ ○



### Descrizione:

La distribuzione interna non interviene sulla facciata dell'edificio e non ne modifica quindi l'aspetto esteriore.

Anche se non di semplice applicazione, come invece possono essere le altre tecniche, una corretta posizione dei vani, oltre che ad un miglior benessere può offrire anche risparmi energetici. Tale tecnica viene applicata solo all'interno dell'edificio, la facciata esterna rimane immutata. Rientra nel campo della distribuzione interna quindi agisce qualitativamente sulla corretta progettazione degli ambienti abitativi.

Il corretto posizionamento dei vani, per essere ben progettato, dovrà analizzare la forma esistente dell'appartamento e gli orientamenti che essa ha a disposizione. Possiamo dire che tale tecnica, nella sua applicazione, dipenda caso per caso.

In una programmazione ben dettagliata delle parti di un edificio il corretto orientamento dei vani può portare vantaggi in tutto l'arco dell'anno anche se generalmente occorre considerare che, in questo clima, durante l'estate le condizioni ambientali desiderate risultano invertite rispetto a quelle invernali.

Tale tecnica si applica a tutta l'abitazione e quindi comprende tutti i suoi orientamenti.

Dal punto di vista climatico è importante che:

Gli spazi principali - quelli che richiedono il maggior controllo delle condizioni di comfort ambientale che, in genere, sono quelli destinati a una permanenza continua di persone al loro interno, come le zone di soggiorno, camere da letto, sale da pranzo e così via - siano orientati a sud, sud-est o sud-ovest, in quanto questo permette l'accumulo di energia radiante in inverno senza il pericolo di un sovrariscaldamento estivo.

Gli spazi secondari - quelli che permettono una certa flessibilità delle condizioni ambientali, generalmente ad uso discontinuo come i corridoi - possono essere utilizzati come barriera di protezione verso gli orientamenti meno favorevoli, proteggendo quelli principali dalle condizioni esterne.

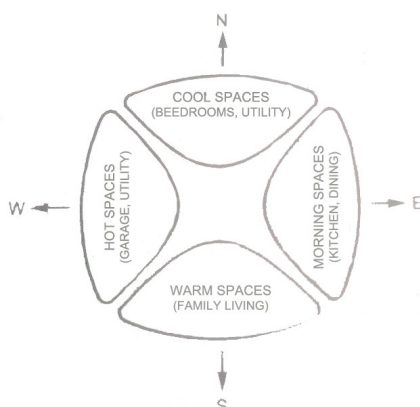
Gli spazi indipendenti - e cioè quelli che hanno caratteristiche ambientali proprie, quelli non ambientalmente integrati con il resto dell'edificio, ad esempio la cucina se non svolge anche il ruolo di sala da pranzo - possono essere distribuiti con una certa libertà, sempre considerando la loro funzione, evitando per quanto possibile gli orientamenti meno favorevoli, che potrebbero renderne difficile l'uso.

Nel territorio di Milano una soluzione pratica può essere:

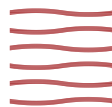
- Il soggiorno e i vani principali vanno posizionati a sud per ricevere i raggi solari.
- Il vano cucina è ottimamente posizionato a nord-est perché necessita di poco calore.
- Il vano per la colazione vuole locarsi a sud-est per ricevere la luce del mattino.
- I servizi e i garage si localizzano a nord-ovest per tamponare il freddo invernale e il caldo estivo.
- Le camere da letto vanno posizionate a nord perché vengono usate molto poco durante il giorno.

A fianco: orientamento ottimale invernale secondo libro "Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects" di Lechner & Norbert.

### Riferimento:



# 4.10 I VENTILATORI



## INTERVENTI SEMPLICI

GLI IMPIANTI:

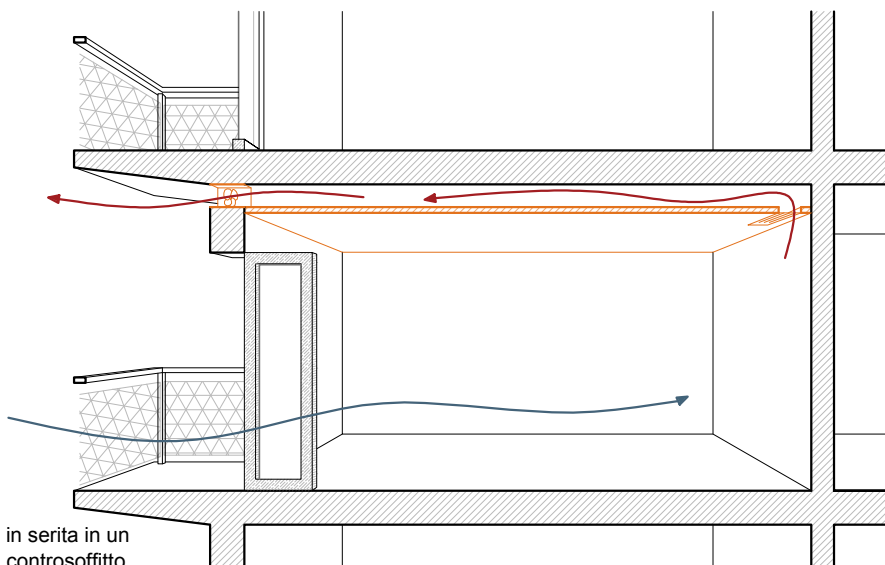
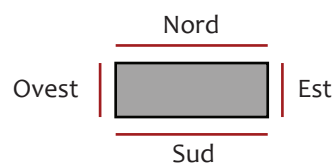
- GLI IMPIANTI IBRIDI

Il corso dell'anno:



Essendo un sistema meccanico esso lo si può accendere quando se ne ritiene necessario e sopegnerlo quando non se ne ha più bisogno.

Orientamento utile:



Ventola in serita in un cavedia controsoffitto

### Descrizione:

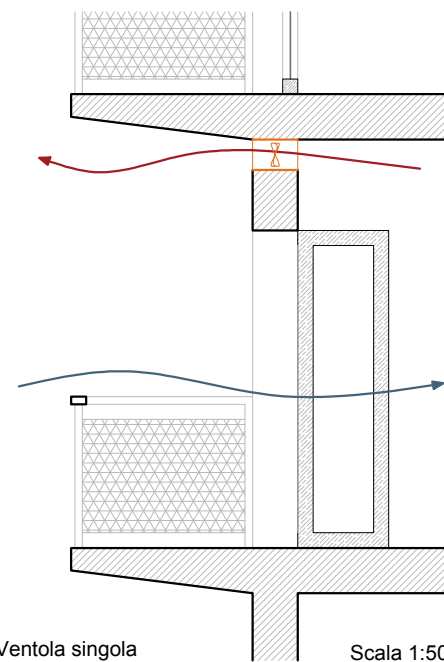
Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica in minima parte l'aspetto della facciata. Interviene con funzione impiantistica nell'edificio.

Questo tipo di sistema impiantistico non è un sistema passivo. Quando vengono usate solo pompe o ventilatori e non vi è la presenza di macchine frigorifere i sistemi sono detti ibridi.

Tale tecnica viene utilizzata in tutti quei casi dove il vento locale non è abbastanza per soddisfare i requisiti di comfort, possono essere utilizzati quindi piccoli ventilatori per raggiungere la quantità necessaria di movimenti d'aria.

Hanno tre metodi di utilizzo. Il primo è quello di espellere l'aria calda, umida e inquinata dall'edificio e far entrare l'aria esterna, sia per raffrescare le persone che per raffrescare l'edificio di notte. Il secondo è quello di far circolare l'aria interna quando l'aria interna è più fresca di quella esterna. Il terzo è quello di far circolare di notte l'aria fredda esterna sulla la massa interna (laddove siano previsti materiali ad elevata inerzia termica) raffrescandola (vedi schede 3.7 e 3.14)

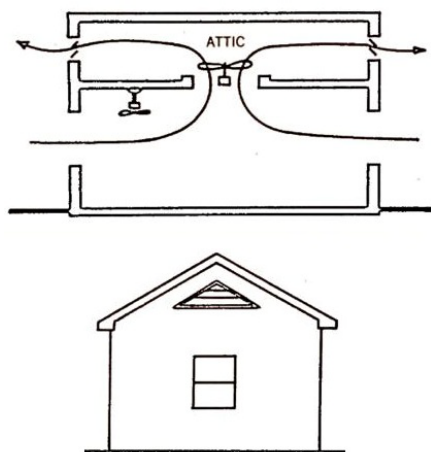
Nella stagione fredda i ventilatori non hanno utilità, verranno quindi spenti o rimossi. In tale stagione per mantenere il comfort sarà utile inserire un isolamento nell'apertura di pertinenza della ventola.



Ventola singola

Scala 1:50

### Riferimento:



Questa tecnica utilizzando mezzi meccanici per muovere l'aria potrà essere applicata in qualsiasi orientamento.

Il ventilatore, in uno schema ben studiato che estrae aria esausta richiamando aria pulita dalle aperture potrà essere inserito a parete (vedi immagine a destra) o inserito in un sistema di controsoffittature o canalizzazioni (vedi immagine sopra) che risolvono in parte anche il problema acustico.

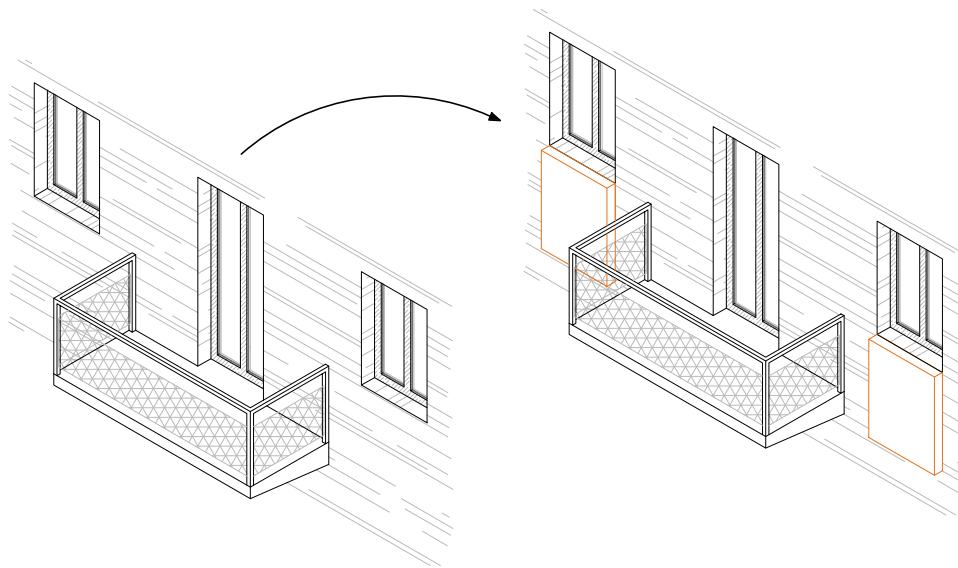
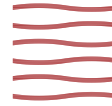
A fianco: schema ottimale di utilizzo dei ventilatori secondo libro "Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects" di Lechner & Norbert.

### Guadagno energetico:

Subentrando fattori psicologici ed individuali è difficile, per questa tecnica offrire dati che si possano riferire ad ogni tipo di utenza.

E' stato stimato che, il ventilatore, essendo un sistema ibrido consuma energia, e ne assorbe una potenza di circa 700 watt (W).

## 4.11 RAFFRESCAMENTO EVAPORATIVO MECCANICO



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica l'aspetto della facciata. Interviene con funzione impiantistica nell'edificio.

Questo tipo di sistema impiantistico non è un sistema passivo. Quando vengono usate solo pompe o ventilatori e non vi è la presenza di macchine frigorifere i sistemi sono detti ibridi.

Il principio di tale tecnologia è semplice e si basa su un principio naturale per raffreddare l'aria: l'aria passa attraverso speciali filtri bagnati d'acqua, cede parte del suo calore durante il processo di evaporazione dell'acqua ed abbassa la sua temperatura. Questo raffreddamento è tanto più sensibile quanta più acqua è in grado l'aria di fare evaporare per raggiungere la saturazione e quindi quanto più quest'ultima è secca inizialmente.

L'acqua evapora in una presa d'aria, l'aria aspirata non sarà quindi solo raffrescata ma anche umidificata, ciò permette alla temperatura scendere ma alza il tasso di umidità. Ciò rende tale tecnica non appropriata in quei momenti dove l'umidità è elevata.

Questo sistema raffresca l'aria utilizzando lo scorrere dell'acqua. Nella stagione fredda non trova utilità.

### Riferimento:



Questa tecnica utilizzando mezzi meccanici per muovere l'aria potrà essere applicata in qualsiasi orientamento.

Utilizza apparecchi elettrici (swamp cooler), semplici, che utilizzano poca energia.

Un ventilatore viene usato per portare l'aria dentro l'edificio per mezzo di uno schermo bagnato.

Per mantenere il comfort serve un ingente ricambio d'aria (circa 20 vol/h).

*Nell'immagine a fianco si nota l'acqua nebulizzata utilizzata da molti padiglioni all'expo di Siviglia per raffrescare gli ambienti esterni.*

### INTERVENTI SEMPLICI

GLI IMPIANTI:

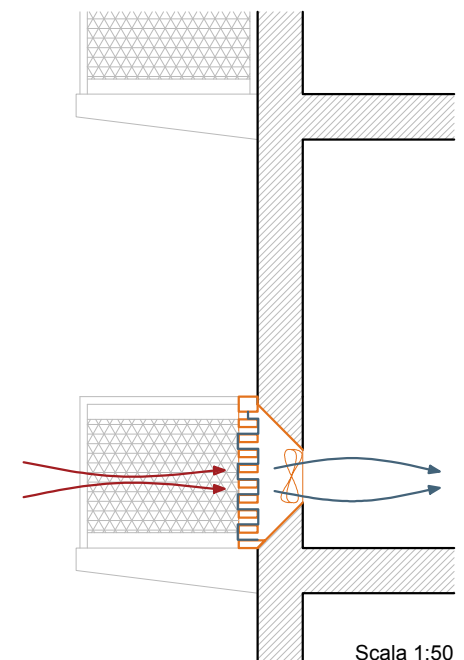
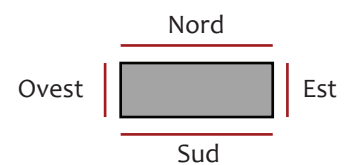
- GLI IMPIANTI IBRIDI

Il corso dell'anno:



Il sistema è utile solo nel periodo invernale. Tale tecnica non trova funzione nella stagione calda.

Orientamento utile:



### Guadagno energetico:

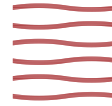
L'effetto di raffreddamento ottenibile non può essere paragonato ad un sistema di condizionamento "tradizionale" ottenuto per mezzo di macchinari.

Il raffreddamento più o meno spinto infatti dipende in buona parte:

- dalle condizioni di temperatura e U.R. dell'aria esterna;
- dal grado di saturazione ottenibile dalla macchina di raffreddamento utilizzata. Maggiore è la capacità di saturazione, maggiore sarà il raffreddamento dell'aria in uscita dall'apparecchio verso il locale.



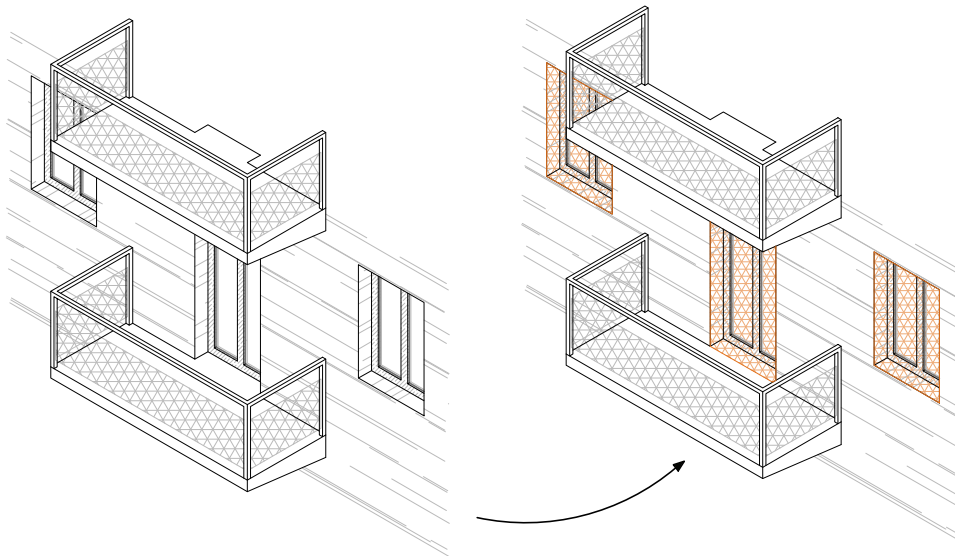
## 4.12 UMIDIFICARE L'ARIA IN INGRESSO



### INTERVENTI SEMPLICI

GLI IMPIANTI:

- GLI IMPIANTI BIOCLIMATICI

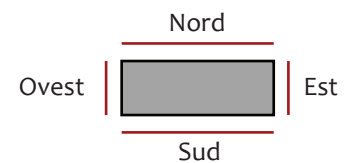


Il corso dell'anno:



Il sistema è utile solo nel periodo invernale. Tale tecnica non trova funzione nella stagione calda.

Orientamento utile:



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica l'aspetto della facciata. Interviene con funzione impiantistica nell'edificio.

Questo tipo di sistema impiantistico può essere usato sia come sistema passivo che non come tale. Quando vengono usate solo pompe o ventilatori e non vi è la presenza di macchine frigorifere i sistemi sono detti ibridi.

Il principio di tale tecnologia è lo stesso del raffreddamento evaporativo meccanico e si basa su un principio naturale per raffreddare l'aria: l'aria passa attraverso speciali filtri bagnati d'acqua, cede parte del suo calore durante il processo di evaporazione dell'acqua ed abbassa la sua temperatura. Questo raffreddamento è tanto più sensibile quanta più acqua è in grado l'aria di fare evaporare per raggiungere la saturazione e quindi quanto più quest'ultima è secca inizialmente.

L'aria quindi verrà umidificata, ciò permette alla temperatura di scendere ma alza il tasso di umidità. Ciò rende tale tecnica non appropriata in quei momenti dove l'umidità è elevata.

Questo sistema raffresca l'aria utilizzando lo scorrere dell'acqua. Nella stagione fredda non trova utilità.

Questa tecnica utilizzando mezzi meccanici per muovere l'aria potrà essere applicata in qualsiasi orientamento.

### Riferimento:

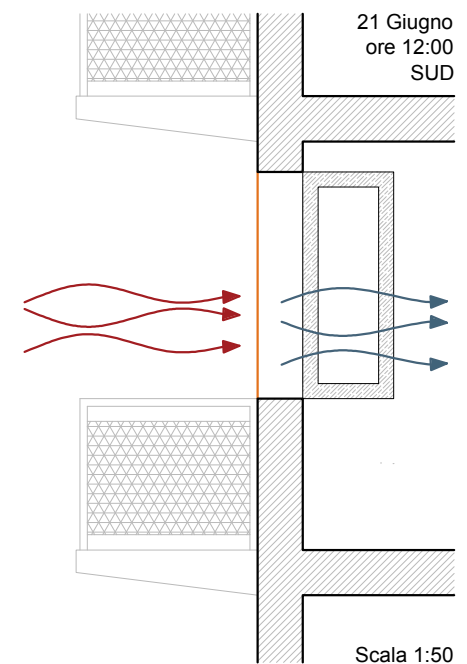


Si può presentare come sistema passivo quando tale tecnica è composta semplicemente da una rete umidificata posizionata all'ingresso delle brezze.

Diventa ibrido quando vengono utilizzati ventilatori per il tiraggio dell'aria o quando l'umidificazione dei teli o delle reti avviene attraverso mezzi meccanici.

Per mantenere il comfort serve un ingente ricambio d'aria (circa 20 vol/h).

L'immagine rappresenta una parete interamente coperta d'acqua utilizzata per rinfrescare un ambiente interno.

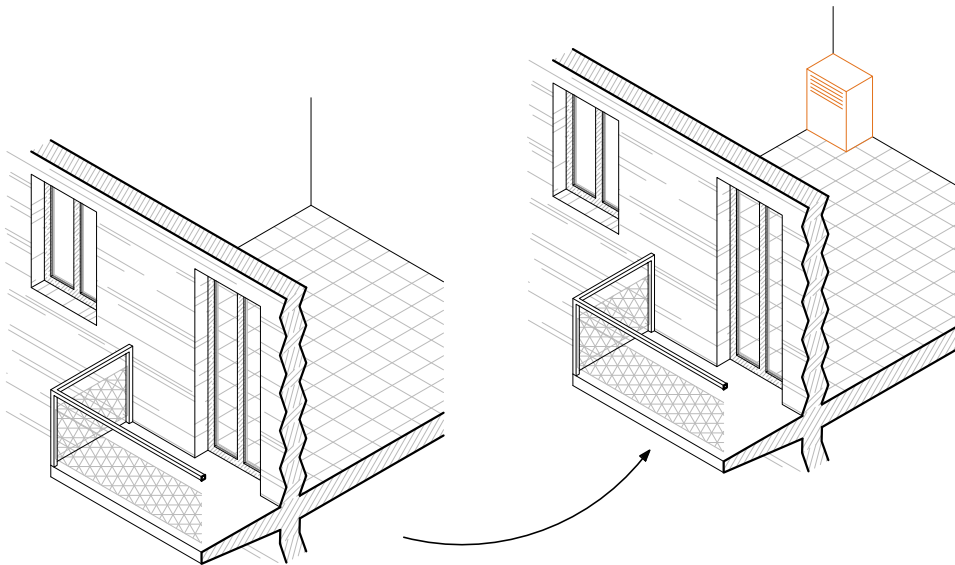
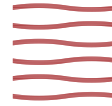


### Guadagno energetico:

Subentrando fattori psicologici ed individuali è difficile, per questa tecnica offrire dati che si possano riferire ad ogni tipo di utenza.



## 4.13 | ESSICCATORI PER DEUMIDIFICARE



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'interno dell'edificio senza modificare l'aspetto dell'involucro. Interviene con funzione impiantistica nell'edificio.

Questo tipo di sistema impiantistico non è un sistema passivo. Quando vengono usate solo pompe o ventilatori e non vi è la presenza di macchine frigorifere i sistemi sono detti ibridi.

Tale tecnica trova la sua collocazione solo dove l'umidità è elevata e supera i livelli di comfort. In tali ambienti deumidificare l'aria nel periodo caldo è molto desiderabile per raggiungere un corretto livello di benessere interno.

L'aria tramite il deumidificatore viene raffreddata sotto la temperatura di rugiada e l'acqua sarà condensata fuori dall'aria.

Nella stagione fredda i deumidificatori potranno essere comunque usati se l'umidità è eccessiva, oppure verranno spenti o rimossi.

Questa tecnica utilizzando mezzi meccanici per muovere l'aria potrà essere applicata in qualsiasi orientamento.

Un certo numero di sostanze chimiche, come gel di silice, zeolite naturale, allumina attiva, e cloruro di calcio, sono in grado di assorbire grandi quantità di vapore acqueo dall'aria. Tuttavia, ci sono due serie difficoltà con l'uso di questi materiali. In primo

luogo, quando il vapore acqueo viene assorbito e trasformato in acqua, il calore viene ceduto. Questo è lo stesso calore che prima è stato richiesto per vaporizzare l'acqua (calore di vaporizzazione), quindi, se un essiccatore è collocato in una stanza, riscalda l'aria che de-umidifica (cioè l'essiccante converte il calore latente in calore sensibile). In alcuni casi per raggiungere un corretto comfort termico si dovrà pertanto, con altri processi, abbassare la temperatura dell'aria. Il secondo problema dell'uso di un essiccatore è che il materiale appena si satura con acqua arresta la deumidificazione. L'essiccante dovrà poi essere rigenerato facendo bollire l'acqua.

A sinistra immagine di un deumidificatore.

### Riferimento:



### INTERVENTI SEMPLICI

GLI IMPIANTI:

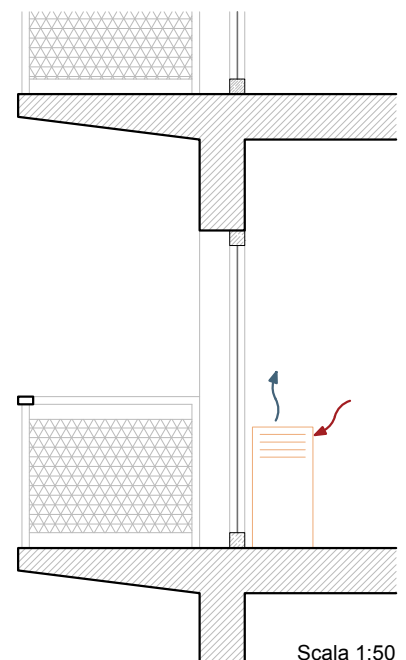
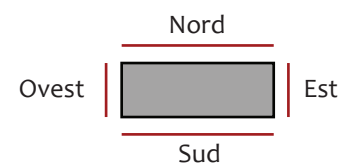
- GLI IMPIANTI IBRIDI

Il corso dell'anno:



Nel periodo caldo la sua funzione è sia di deumidificazione che di raffreddamento. Nel periodo freddo avrà solo la funzione di deumidificazione.

Orientamento utile:



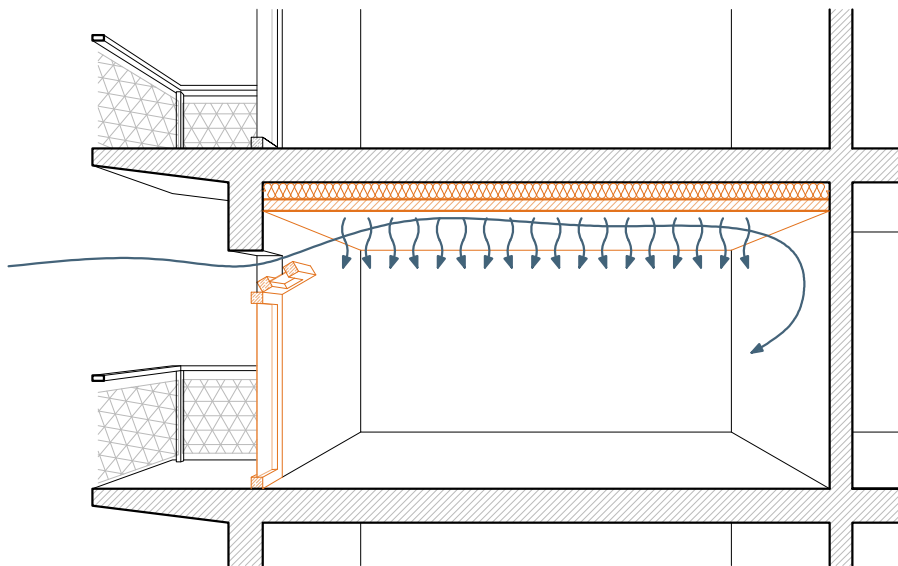
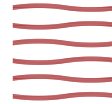
Scala 1:50

### Guadagno energetico:

Subentrando fattori psicologici ed individuali è difficile, per questa tecnica offrire dati che si possano riferire ad ogni tipo di utenza.

In tale situazione subentrano anche fattori di umidità preesistenti che subiscono la soggettività del luogo preso come oggetto di studio.

## 4.14 CREARE MASSA INTERNA SUL SOFFITTO



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento comprende in se tematiche sia interne che esterne. Interviene sulla trasparenza dell'involucro, sulle sue proprietà isolanti interne e sui sistemi ad accumulo interni che utilizzano materiali dotati di inerzia termica.

I sistemi di accumulo interni sono formati da materiali di grande capacità termica collocati all'interno dell'edificio. Questi materiali, grazie alla loro caratteristica di inerzia termica stabilizzano la temperatura nel tempo immagazzinando il fresco della notte e distribuendolo durante l'arco della giornata successiva.

Tale tecnica, anche se con modalità differenti, trova utilizzo durante tutto il corso dell'anno. Infatti nella stagione diametralmente opposta dotando l'apertura di un sistema di lamelle a frangisole che riportano a soffitto i raggi solari non sarà più il fresco delle brezze della sera ad essere immagazzinato ma bensì i raggi solari diurni (vedi immagine a destra) che verranno ripartiti durante la sera e la notte.

Questa tecnica utilizzando le brezze della sera può essere applicata in qualsiasi orientamento dove è presente un'apertura.

Gli elementi finestrati dovranno essere dotati di sistemi di apertura che indirizzando l'aria sul soffitto mantenendo in sicurezza l'ambiente abitativo.

Il controsoffitto dovrà essere costituito da pannelli costituiti da materiali da costruzione "pesanti" ed essere ripartiti in superfici di poco spessore in modo da migliorare l'effetto nei cicli di tempo corti giorno-notte. In commercio esistono svariati tipi di pannelli in cemento e simili. Per un ottimo guadagno termico lo spessore del materiale pesante dovrà essere quanto più vicino ai 10 cm di spessore.

Lo strato di isolamento dovrà separare lo strato massivo con il solaio superiore per evitare la dispersione del calore.

Lo strato di isolamento dovrà separare lo strato massivo con il solaio superiore per evitare la dispersione del calore.

Limite di tale tecnica è l'altezza del vano che dovrà essere superiore a 2,7 m.

A sinistra: Finestra con apertura superiore a vasistas.



### INTERVENTI MULTIPLI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:

- LE APERTURE

L'INTERNO DELL'EDIFICIO:

- LA MASSA INTERNA

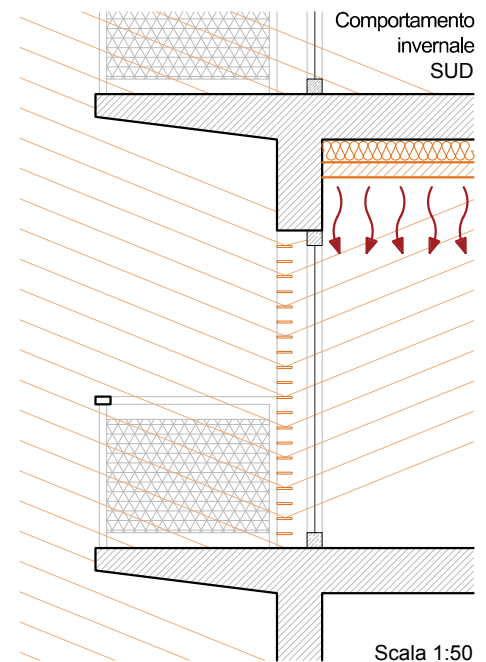
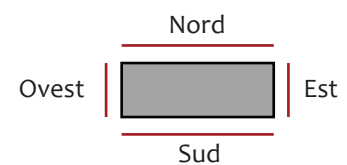
- L'ISOLAMENTO INTERNO

Il corso dell'anno:



La massa può essere utilizzata sia per accumulare il fresco della sera nella stagione calda sia per immagazzinare il calore diurno nella stagione fredda.

Orientamento utile:

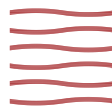


### Guadagno energetico:

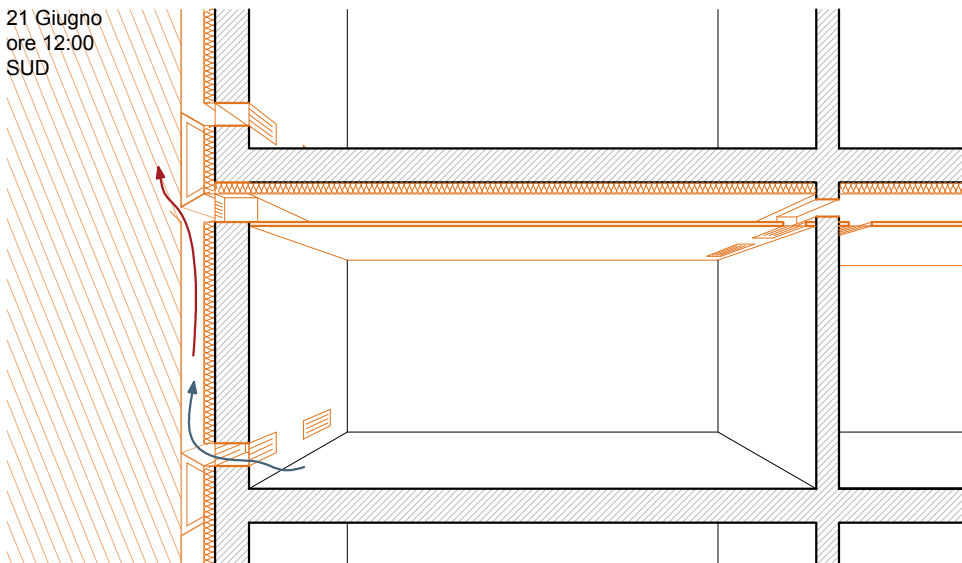
Questa tecnica non produce un guadagno energetico diretto, ma distribuiscono l'energia dai momenti in cui se ne ha meno bisogno a momenti più idonei. Il suo funzionamento rende tale tecnica adatta a mitigare gli effetti delle oscillazioni della temperatura esterna grazie alle brezze della sera.

L'energia della notte viene quindi spostata da momenti temporali dove l'edificio viene poco utilizzato a momenti in cui l'edificio viene maggiormente utilizzato.

## 4.15 IL SISTEMA BARRA-COSTANTINI



21 Giugno  
ore 12:00  
SUD



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento comprende in se tematiche sia interne che esterne. Interviene sulle aperture dell'involucro esterno e sulle sue proprietà isolanti.

Ha la funzione di captare l'energia solare e di trasferirla all'ambiente interno per convezione sotto forma di calore. E' un sistema formato da un vetro esterno applicato ad una parete che crea un'intercapedine che funge da collettore ad aria. Quest'ultima è collegata superiormente a dei canali che percorrono il solaio e che svolgono le funzioni di distribuzione, di accumulo e di corpo scaldante.

In estate l'aria che si scalda nel camino solare, anziché essere immessa nei canali del solaio, viene scaricata all'esterno aprendo apposite valvole (a farfalla) alla sommità dello stesso, il suo moto richiama aria dal basso contribuendo alla ventilazione degli ambienti interni (vedi immagine a destra).

Sul lato nord tale tecnica non porterà i benefici portati dal sole e, il solo guadagno termico dovuto all'incremento di isolamento non giustifica i costi di tale tecnologia.

La parete esterna è costituita da un vetro esterno applicato ad una parete, tra la parete e l'intercapedine è collocato dell'isolante, ed all'interno dell'intercapedine è collocata una lastra metallica scura che svolge la funzione di assorbitore. L'assorbitore scalda l'aria dell'intercapedine prelevata dai vani, questa sale e percorre

i canali nel solaio ed esce da apposite bocchette negli ambienti interni.

La termocircolazione dell'aria è sempre naturale, e le perdite di carico nell'intercapedine e nei canali del soffitto pongono un limite alla profondità del corpo di fabbrica a circa sette metri.

Ad evitare l'inversione della circolazione dell'aria di notte o nei periodi di scarsa insolazione provvedono le valvole di non ritorno (membrane in plastica) disposte sulle bocchette di mandata alla base del camino solare.

Limite di tale tecnica è l'altezza del vano che dovrà essere superiore a 2,7 m.

L'immagine rappresenta un edificio servito dal sistema Barra-Costantini.

### Riferimento:



### INTERVENTI MULTIPLI

L'INTERNO DELL'EDIFICIO:

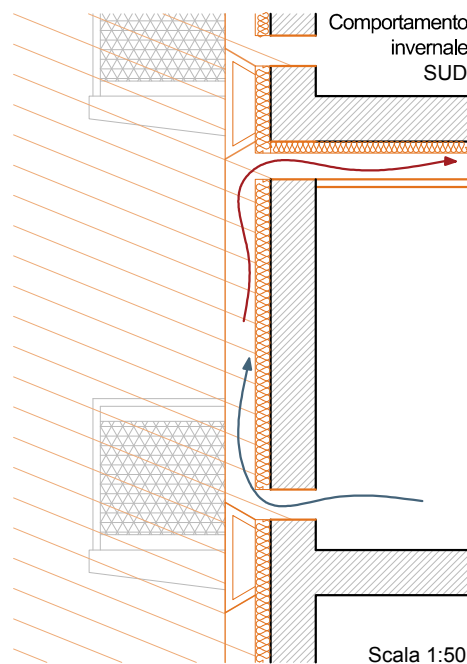
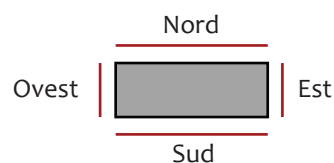
- LE APERTURE
- L'ISOLAMENTO
- LA MUTABILITA'
- GLI IMPIANTI BIOCLIMATICI

Il corso dell'anno:



D'inverno l'aria viene riscaldata e immessa nell'edificio mentre in estate l'aria calda viene espulsa. Ciò richiama aria dai vani aumentando la ventilazione di quest'ultimi.

Orientamento utile:



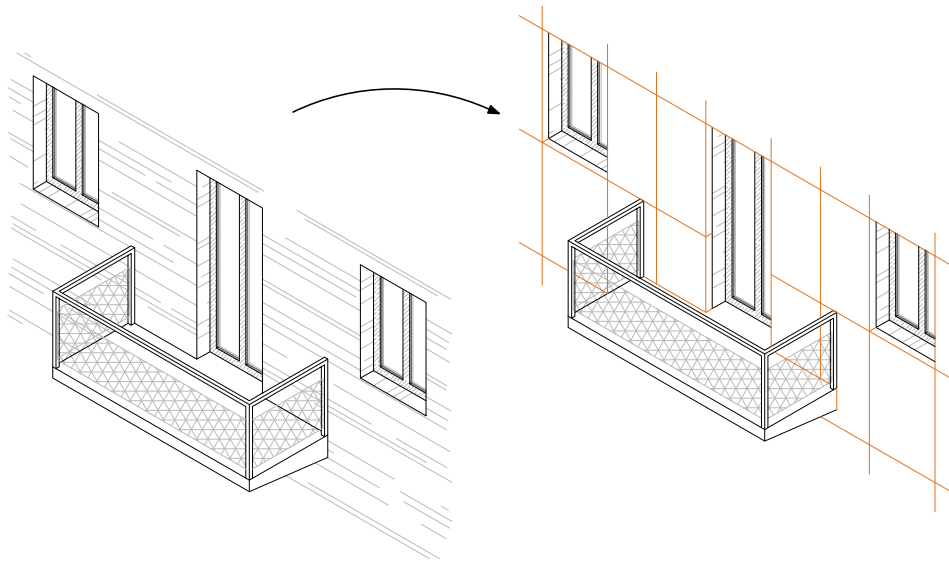
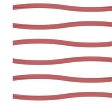
Scala 1:50

### Guadagno energetico:

Non si sono riusciti a reperire, per questa tecnica, dati certi ed attendibili sul guadagno energetico che essa può apportare ad un edificio situato alla nostra latitudine e nel nostro clima.



## 4.16 LE PARETI VENTILATE



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento comprende in se tematiche esterne che modificano l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla mutabilità delle funzioni dell'involucro esterno e sulle sue proprietà isolanti.

Il sistema di facciata a parete ventilata è una tecnologia di rivestimento esterno degli edifici utile per incrementare le caratteristiche dell'isolamento termico e acustico e per risolvere le problematiche della protezione dall'umidità e dagli agenti atmosferici. Grazie alla struttura multistrato da cui è costituita, la facciata ventilata attiva un processo continuo di ventilazione naturale lungo la facciata eliminando l'umidità in eccesso e fornendo un contributo fondamentale al raffrescamento estivo.

Nel periodo freddo un edificio molto isolato riduce lo scambio energetico interno-esterno quindi si avranno poche dispersioni di calore.

Tale tecnica si adatta molto bene a tutti gli orientamenti.

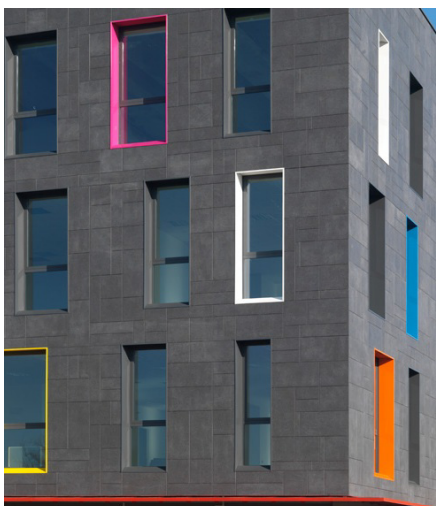
Dal punto di vista tecnologico, il sistema si compone di tre strati tecnici interconnessi: uno strato isolante applicato alla parete perimetrale, normalmente costituito da pannelli semirigidi incollati al paramento murario e fissati con tasselli; un'intercapedine ventilata, di 2-4 cm, (all'interno di una struttura che ha la funzione di "portare" il rivestimento esterno), aperta alla base e alla sommità della facciata, che

permette la ventilazione dell'isolante; un rivestimento esterno, costituito da diversi materiali quali lastre di vario tipo, doghe, lamiere lavorate, intonaco armato, materiali lapidei o cementizi.

Le caratteristiche costruttive del sistema determinano un elevato grado di leggerezza, durabilità e riduzione dei costi, che rendono la parete ventilata una soluzione ideale per la riqualificazione delle murature perimetrali di edifici preesistenti, grazie anche alla facilità di manutenzione, determinata dalla natura modulare della sottostruttura.

L'immagine rappresenta un edificio dotato di parete ventilata.

### Riferimento:



### INTERVENTI MULTIPLI

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO:

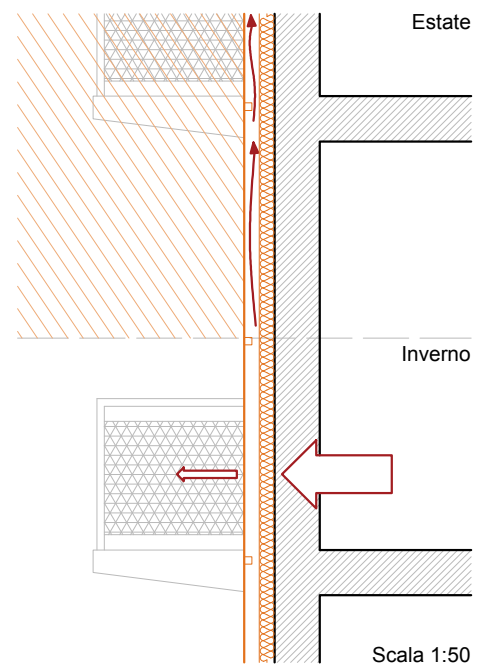
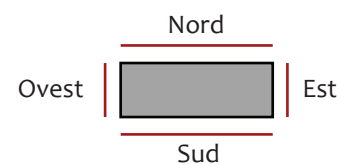
- L'ISOLAMENTO
- LA MUTABILITA'

Il corso dell'anno:



Nel periodo caldo porta l'aria verso l'esterno tramite effetto camino raffrescando l'edificio. Nel periodo freddo l'isolamento aumenta le proprietà termiche dell'edificio.

Orientamento utile:



### Guadagno energetico:

Non si sono riusciti a reperire, per questa tecnica, dati certi ed attendibili sul guadagno energetico che essa può apportare ad un edificio situato alla nostra latitudine e nel nostro clima.







# 5 | CAPITOLO: NUOVE IDEE

Nell'analisi delle tecniche bioclimatiche, adatte a soddisfare criteri di riqualificazione edilizia, si è notato che molte sono le carenze che questo ambito possiede e che rendono meno presente, nei dibattiti attuali di architettura, il campo della bioclimatica.

Vengono qui catalogati degli spunti di riflessione di miglioramento del tema, che si possono dividere in:

- Miglioramento della flessibilità e dell'adattamento agli usi e costumi attuali.
- Prolungamento del loro utilizzo fino a comprendere l'intero arco dell'anno.
- Avvicinamento agli standard energetici scientifici attuali e agli strumenti che regolano la certificazione edilizia.
- Portare calore sul lato nord meno colpito dal sole.
- Climatizzazione estiva senza l'utilizzo di impianti ibridi.

## 1) *Miglioramento della flessibilità e dell'adattamento agli usi e costumi attuali.*

Si è verificato che nell'apportare miglioramenti agli edifici esistenti, poche sono le tecniche flessibili e poco invasive. Ciò è una caratteristica non solo dell'architettura bioclimatica ma dell'edilizia in generale.

Oltre a qualche tecnica composta da semplici oggetti da applicare all'esterno delle facciate le tecniche così denominate "flessibili" sono: le pellicole basso-emissive sui vetri, il vetro riflettente e il vetro oscurato; il colore scuro dell'edificio, il colore del materiale massivo interno, il colore del materiale non massivo interno e il colore scuro dell'edificio; le tende interne e le veneziane interne; ed in ultimo l'uso di essicatori per deumidificare.

Poche sono anche le tecniche che tengono conto delle abitudini dell'utenza e del modo di utilizzo dell'abitazione.

Seguendo questi ragionamenti una mia proposta è stata quella di utilizzare gli arredi come accumulatore di calore, questo perchè prima di tutto mi offriva la massima flessibilità, in quanto arredi, di essere posizionati, spostati ed utilizzati in base alle esigenze dell'utenza. L'inerzia termica collabora molto con i dati raccolti che indicano come le abitazioni in questi ultimi anni siano sempre più vuote di giorno ed utilizzate alla sera in quanto al mattino le utenze lascino l'abitazione per motivi di lavoro e/o di studio.

## 2) *Prolungamento del loro utilizzo fino a comprendere l'intero arco dell'anno.*

Da un'analisi effettuata sulle schede redatte si è notato che solo il 39% delle tecniche portano effetti positivi in tutto il corso dell'anno (la percentuale scende a 23% se l'edificio non è dotato di sistemi di climatizzazione estiva). L'architettura bioclimatica in questo ambito necessita di maggiori tecniche che, anche solo tramite piccoli accorgimenti, possono trovare la loro funzione in entrambe le stagioni.

Una mia proposta in questa direzione sono l'utilizzo degli schermi riflettenti che hanno funzione sia di riflettere calore all'interno dell'edificio quando il guadagno solare è richiesto sia di respingere i raggi solari quando essi siano indesiderati.

## 3) *Avvicinamento agli standard energetici scientifici attuali e agli strumenti che regolano la certificazione edilizia.*

Poche sono le tecniche di architettura bioclimatica che rientrano nei calcoli delle certificazioni energetiche, con questa dichiarazione non si vuole creare forzatamente una accoppiata a livello legislativo ma sarebbe utile lo sviluppo di un maggior numero di tecniche bioclimatiche che aiutino il buon risultato di una certificazione.

E' noto che in una certificazione energetica gli ambiti di calcolo per l'impianto sono: la potenza fornita dalla radiazione solare, la potenza fornita dalle fonti di calore interne all'edificio (persone, lampade, macchine, ...), la potenza uscente trasmessa attraverso l'involucro edilizio e la potenza uscente veicolata dal flusso d'aria di ventilazione.

Negli ambiti del controllo solare e dell'isolamento dell'edificio le tecniche bioclimatiche ne fanno da padrona.

La nuova sfida a cui stiamo già ora prendendo parte è inerente la potenza uscente veicolata dal flusso d'aria di ventilazione. A causa di tale dato che, risolto il problema dell'isolamento e dell'esposizione solare, diventa il più rilevante per ottenere un buon punteggio in certificazione, le tecnologie si sono evolute tutte nella direzione di impianti di recupero del calore e poche sono le sperimentazioni verso un recupero di calore con tecniche bioclimatiche.

Una mia proposta verrà rappresentata nel seguito del capitolo.

#### *4) Portare calore sul lato nord meno colpito dal sole.*

Di facile comprensione è il fatto che la quasi totalità delle tecniche bioclimatiche per il riscaldamento degli edifici sfrutti il sole come fonte primaria di energia. La progettazione col senno di questa importantissima fonte viene però, nelle nuove costruzioni, affrontata dalle prime tecniche, in primis l'orientamento dell'edificio e, appunto, l'esposizione solare. Infatti in una corretta progettazione bioclimatica il fattore solare viene affrontato subito con la forma dell'edificio.

Nell'ambito delle riqualificazioni le tecniche che sfruttano i raggi solari diretti potranno essere applicate solo nei versanti sud, est, ovest, ma non a nord che rimane penalizzato dalla situazione.

Non solo il lato nord, in un ambiente cittadino, qualsiasi lato si potrà trovare oscurato per gran parte della giornata a causa della presenza di edifici limitrofi o di altre ostruzioni.

Vengono, nelle pagine seguenti fornite tre proposte per risolvere il problema.

Due sono i metodi individuati per risolverlo, portare il calore nei vani a nord attraverso l'edificio utilizzando appositi canali o conduttori di calore, oppure portare i raggi solari a nord attraverso appositi sistemi simili a dei camini solari che creano uno strato caldo in facciata all'edificio.

#### *5) Climatizzazione estiva senza l'utilizzo di impianti ibridi.*

E' solo da pochi anni che gli impianti di climatizzazione estiva si stanno facendo strada già nella progettazione della nuova costruzione.

Infatti, attualmente, la climatizzazione estiva viene generalmente realizzata per mezzo di climatizzatori cioè macchine che consentono di raffrescare gli ambienti nella stagione estiva ed in alcuni casi riscaldarli nella stagione invernale attraverso l'utilizzo di pompe di calore, oppure con sistemi di raffrescamento dell'aria che utilizzano Unità di Trattamento Aria (UTA) in cui l'aria è raffreddata (o eventualmente riscaldata) all'interno di una batteria nel cui interno circola il gas refrigerante.

Manca all'architettura bioclimatica consistenti ed efficaci tecniche per il condizionamento degli edifici, da utilizzare nel campo delle riqualificazioni edilizie.

Le soluzioni attuali più innovative rimangono soluzioni ibride come le nuove tecniche, in via di sviluppo, che raffrescano l'edificio utilizzando l'energia solare.

Negli ultimi anni, infatti, diverse attività di ricerca e sviluppo hanno studiato processi innovativi per il condizionamento degli edifici basati su tecnologie che utilizzano l'energia solare (solar cooling). L'impiego dell'energia solare nella stagione estiva per il condizionamento dell'aria costituisce una soluzione tecnica molto interessante dal punto di vista energetico, vista la coincidenza del picco di domanda elettrica con il periodo di massima disponibilità di energia solare.

Attualmente esistono diverse componenti tecnologiche per la realizzazione di sistemi di raffrescamento solare, tuttavia non esiste ancora una soluzione tecnologica integrata di facile applicazione, con il risultato che gli impianti di questo tipo sono ancora per lo più di tipo sperimentale e come tali molto costosi e poco competitivi.



# 5.1 | SFRUTTARE L'ARREDO INTERNO



Quest'anno, 2013-2014, in un periodo calcolato dal 10 ottobre al 31 aprile, periodo in cui le temperature esterne scendono sotto la linea di comfort (*dati ENEA*) abbiamo avuto 135 giorni lavorativi su 203.

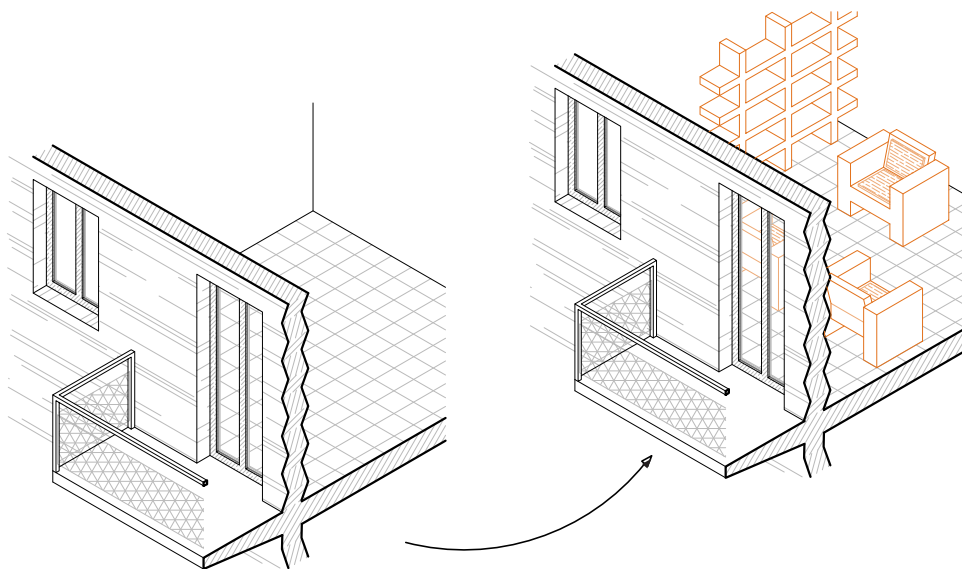
Dall'ultimo censimento ISTAT (*Dati estratti il 26 giu 2014, 09h59 UTC, daCensPop*) risulta che in Lombardia il 32% delle famiglie (1.330.332), e quindi delle abitazioni, è composta da un solo componente; il 28,92% delle famiglie (1.202.294), e quindi delle abitazioni, è composta da due componenti; il 20,06% delle famiglie (833.966), e quindi delle abitazioni, è composta da tre componenti; mentre il restante 19,02% delle famiglie è composta da quattro o più componenti. Nella provincia di Milano le percentuali cambiano in: 35,82% il numero di famiglie ad un componente, 29,34% il numero di famiglie composta da due componenti, 18,42% il numero di famiglie composta da tre componenti ed il restante 16,42% composta da quattro o più componenti.

Se analizziamo il caso di Milano si deduce che il 65,16% delle abitazioni familiari (895.235) sono presumibilmente composte da lavoratori, che non sono presenti nelle proprie abitazioni in quei 135 giorni lavorativi. Le restanti unità abitative presentano comunque alte percentuali di ore durante il giorno dove l'abitazione non viene abitata.

L'utente abitativo medio risiederà nell'abitazione nelle prime ore mattutine e nelle ore serali e notturne per circa il 70% dei giorni (253 giorni lavorativi su 365).

Se consideriamo che in inverno la maggior fonte di energia, in termini bioclimatici, la fornisce il sole si deduce che un'ottima tecnica di risparmio energetico, in questi casi, la otteniamo grazie a sistemi che accumulano energia nelle ore del giorno ripartirla in ore più idonee.

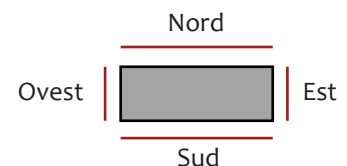
Il sistema più pratico e veloce, nel campo dell'architettura bioclimatica, per smorzare le variazioni climatiche esterne all'interno dell'edificio è lo sfruttamento di una proprietà dei materiali denominata massa termica (*vedi schede 2.11 e 4.7*).



**Il corso dell'anno:** ● ○ ○

La massa può essere utilizzata sia per immagazzinare il calore diurno nella stagione fredda sia per accumulare il fresco della sera nella stagione calda.

**Orientamento utile:** ● ○ ○



Tale tecnica di intervento viene applicata all'interno dell'edificio senza modificarne l'aspetto esteriore.

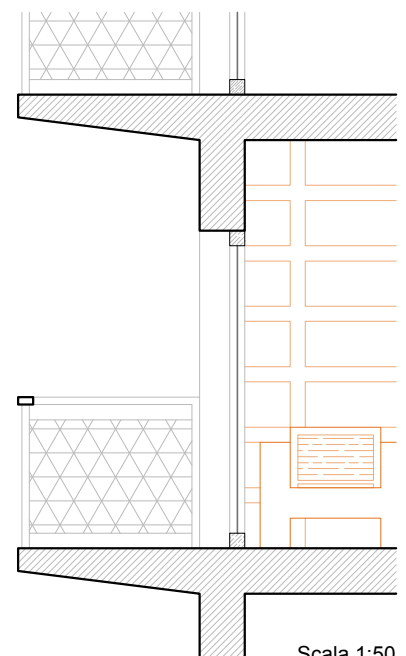
L'effetto "spostamento di energia" dovuto all'inerzia termica consente, quindi, di ritardare l'effetto dei carichi termici esterni dai periodi più caldi a quelli più freddi e di trasmettere la bassa temperatura notturna ai periodi più caldi del giorno.

In generale, si può dire che uno spostamento di fase di 12 ore circa, cioè da giorno alla notte e dalla notte al giorno, darà come risultato un equilibrio termico giornaliero. Tuttavia, poiché il sole riscalda le varie superfici in ore diverse, il problema deve essere studiato in modo dettagliato.

Tale tecnica consiste, quindi, di immettere oggetti di arredo composti da materiali di grande capacità termica all'interno dell'edificio che immagazzinino il calore del sole nelle giornate fredde invernali per ridistribuirlo alla sera e alla notte e il fresco della notte nei mesi caldi per ridistribuirlo durante il mattino o durante l'intera giornata.

Per un ottimo guadagno il materiale massivo dovrà collocarsi a contatto coi raggi del sole diretti in inverno e a contatto con le brezze serali in estate.

Il materiale dovrà essere costituito da materiali da costruzione "pesanti", primo tra tutti il calcestruzzo, ed essere ripartiti in superfici di poco spessore in modo da migliorare l'effetto nei cicli di tempo corti giorno-notte.



Scala 1:50



**Caratteristiche fisico-tecniche dell'inerzia termica:**

Il ciclo interno ritardato rispetto a quello esterno (spostamento di fase) dipende dalla capacità di accumulo termico del materiale, caratterizzata dal calore specifico volumetrico ( $\rho \times c$ , densità per calore specifico). Maggiore è la capacità di accumulo termico, minore è la variazione di temperatura che viene propagata attraverso il materiale. Questo ritardo viene chiamato "inerzia termica" dell'edificio: esso offre la possibilità di accumulare il calore nei momenti in cui la temperatura è più alta e di cederlo quando la temperatura è più bassa. Entrambe le caratteristiche sono presenti nei materiali in misura variabile, a seconda della loro diffusività termica. Questa può essere definita dalla seguente equazione:

$$D = k/\rho \times c$$

dove:

D =diffusività termica (mVs);

k = conduttività termica (W/m °C);

$\rho$  = densità (kg/m<sup>3</sup>);

c = calore specifico (J/kg °C).

I materiali con una grande inerzia termica hanno generalmente un elevato peso specifico e quindi l'effetto è spesso direttamente collegato al loro peso.

La seguente tabella elenca le proprietà dei principali materiali da costruzione in ordine per calore specifico volumetrico:

Materiale	Massa Volumica $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Calore specifico c [KJ/kgK]	Calore specifico volumetrico $\rho \times c$ [KJ/m <sup>3</sup> °C]	Conduttività termica utile di calcolo $\lambda$ [W/mK]	Diffusività termica D [cm <sup>2</sup> /s]	
Acciaio inossidabile	8000	1,99	15920	17	10,68	
Acciaio	7800	1,99	15522	52	33,50	
Polietrafluoroetilene (PTFE)	2200	7	15400	0,24	0,16	
Policarbonato (PC)	1150	6	6900	0,23	0,33	
Acqua: Liquido in quiete 293 k	1000	4,19	4186	0,6	1,43	
Nichel	8800	0,44	3872	65	167,87	
Basalto	2800	1,3	3640	3,50	9,62	
Ghisa	7200	0,50	3600	50	138,89	
Ferro puro	7870	0,45	3542	80	225,89	
Rame	8900	0,39	3427	65	189,70	
Ardesia	2700	1,26	3402	2,00	5,88	
Bronzo	8700	0,38	3306	65	196,61	
Ottone	8400	0,38	3192	80	250,63	
Zinco	7100	0,39	2762	110	398,28	
Celluloide	1350	2	2700	0,35	1,30	
Granito	3000	0,88	2640	4,10	15,53	
Argento	10500	0,24	2510	420	1673,64	
Alluminio	2700	0,89	2403	220	915,52	
A STRUTTURA CHIUSA: Calcestruzzo confezionato con aggregati naturali: Pareti interne/esterne protette	2400	0,92	2208	1,91	8,65	
	Granito	2500	0,88	2200	3,20	14,55
	Polietilene (PE)	950	2,21	2100	0,35	1,67
A STRUTTURA CHIUSA: Calcestruzzo confezionato con aggregati naturali: Pareti interne/esterne protette	2200	0,88	1936	1,48	7,64	
	Marmo	2700	0,7	1890	3,00	15,87
VETRO: Da finestre	2500	0,75	1885	1	5,31	
	Piastrelle	2300	0,80	1829	1,00	5,47
	Bitume	1200	1,47	1764	0,170	0,96
A STRUTTURA CHIUSA: Calcestruzzo confezionato con aggregati naturali: Pareti interne/esterne protette	2000	0,88	1760	1,16	6,59	
	Mattoni pieni, forati, leggeri, mattoni ad alta resistenza meccanica	2000	0,84	1680	0,900	5,36
A STRUTTURA APERTA: Calcestruzzo in genere: Pareti interne/esterne protette	1900	0,88	1672	1,06	6,34	
	Malta di calce o di calce e cemento all'interno/esterno	1800	0,91	1638	1,400	8,55

Materiale	Massa Volumica $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Calore specifico $c$ [KJ/kgK]	Calore specifico volumetrico $\rho \times c$ [KJ/m <sup>3</sup> °C]	Conduttività termica utile di calcolo $\lambda$ [W/mK]	Diffusività termica $D$ [cm <sup>2</sup> /s]
-----------	--------------------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------

A STRUTTURA APERTA:	Calcestruzzo in genere:	Tufo	2300	0,7	1610	1,70	10,56
		Pareti interne/esterne protette	1800	0,88	1584	0,93	5,87
		Fogli di materiale sintetico (vedere materie plastiche)	1100	1,41	1551	0,230	1,48
		Fogli di materiale sintetico (vedere materie plastiche)	1100	1,41	1551	0,230	1,48
	Mattoni pieni, forati, leggeri, mattoni ad alta resistenza meccanica	Pareti interne	1800	0,84	1512	0,720	4,76
A STRUTTURA CHIUSA:	Calcestruzzo di argilla espansa:	Pareti interne protette	1700	0,88	1496	0,75	5,01
A STRUTTURA APERTA:	Calcestruzzo in genere:	Pareti interne/esterne protette	1700	0,88	1496	0,83	5,55
		Piombo	11300	0,13	1458	50	343,01
	MATERIALI SFUSI DA ALTA MASSA VOLUMICA:	Ghiaia grossa senza argilla	1700	0,84	1428	1,200	8,40
	MATERIALI SFUSI DA ALTA MASSA VOLUMICA:	Sabbia secca	1700	0,84	1428	0,600	4,20
		Intonaco di calce e gesso	1400	1,01	1414	0,900	6,36
A STRUTTURA CHIUSA:	Calcestruzzo di argilla espansa:	Pareti interne protette	1600	0,88	1408	0,65	4,62
A STRUTTURA APERTA:	Calcestruzzo in genere:	Pareti interne/esterne protette	1600	0,88	1408	0,73	5,18
		Cartone bitumato interno	1100	1,26	1386	0,23	1,66
	Mattoni pieni, forati, leggeri, mattoni ad alta resistenza meccanica	Pareti interne	1600	0,84	1344	0,590	4,39
		Malta di cemento all'interno/esterno	2000	0,67	1340	1,400	10,45
A STRUTTURA CHIUSA:	Calcestruzzo di argilla espansa:	Pareti interne protette	1500	0,88	1320	0,57	4,32
A STRUTTURA APERTA:	Calcestruzzo in genere:	Pareti interne/esterne protette	1500	0,88	1320	0,65	4,92
		Intonaco di gesso puro	1200	1,09	1308	0,900	6,88
		Carta e cartone interno/esterno	1000	1,26	1260	0,16	1,27
		Cartone bitumato esterno	1000	1,26	1260	0,23	1,83
	MATERIALI SFUSI DA ALTA MASSA VOLUMICA:	Ciottoli e pietre frantumate	1500	0,84	1260	0,700	5,56
A STRUTTURA CHIUSA:	Calcestruzzo di argilla espansa:	Pareti interne protette	1400	0,88	1232	0,50	4,06
A STRUTTURA APERTA:	Calcestruzzo di inerti espansi di origine vulcanica:	Pareti interne/esterne protette	1400	0,88	1232	0,58	4,71
A STRUTTURA APERTA:	Calcestruzzo in genere:	Pareti interne/esterne protette	1400	0,88	1232	0,58	4,71
	Mattoni pieni, forati, leggeri, mattoni ad alta resistenza meccanica	Pareti interne	1400	0,84	1176	0,500	4,25
A STRUTTURA CHIUSA:	Calcestruzzo di argilla espansa:	Pareti interne protette	1300	0,88	1144	0,44	3,85
A STRUTTURA APERTA:	Calcestruzzo in genere:	Pareti interne/esterne protette	1300	0,88	1144	0,52	4,55
		Quercia (flusso perpendicolare alle fibre)	850	1,26	1071	0,220	2,05
		Quercia (flusso parallelo alle fibre)	850	1,26	1071	0,330	3,08
A STRUTTURA CHIUSA:	Calcestruzzo di argilla espansa:	Pareti interne protette	1200	0,88	1056	0,39	3,69
A STRUTTURA APERTA:	Calcestruzzo di inerti espansi di origine vulcanica:	Pareti interne/esterne protette	1200	0,88	1056	0,47	4,45
A STRUTTURA APERTA:	Calcestruzzo in genere:	Pareti interne/esterne protette	1200	0,88	1056	0,47	4,45
		Tufo	1500	0,7	1050	0,63	6,00
		Malte di gesso per intonaci o in pannelli di vario tipo	1200	0,84	1008	0,580	5,75
		Malte di gesso per intonaci o in pannelli senza inerti	1200	0,84	1008	0,350	3,47





# Riferimenti

## Interni pesanti:

Qui come esempio vengono elencati immagini di designer e prodotti di interni formati da materiali pesanti:

Zatara forniture: side table No2



Zatara forniture: low table No1



OSO Industries: Roller Bench



OSO Industries: Rollerstation



Tokyo Skincare Store Design:







Vari:



Altre tipi di massa interna: 1) pavimento in cemento, 2) pavimento in cemento 3) parete in cemento





# Conclusioni

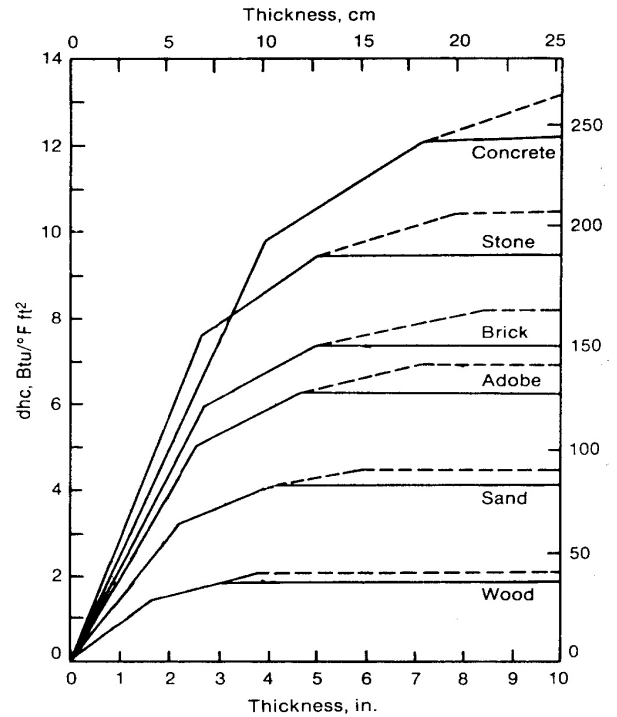
La tecnica degli “interni pesanti” non è di semplice applicazione ma deve tenere conto di un’attenta progettazione.

Il primo fattore da prendere in considerazione è sicuramente il peso del manufatto, si ritiene necessario quindi valutare la resistenza strutturale principalmente dell’elemento solaio e poi dell’intero edificio e verificare che esso sia idoneo a soddisfare determinati carichi.

Controproducente all’idea progettuale di base spesso più un solaio risulta idoneo a supportare carichi eccessivi più risulta massivo, quindi con inerzia termica maggiore degli altri solai, e quindi sono quelli che meno necessitano di tale tecnica.

E’ utile sapere che dopo un determinato spessore i materiali mantengono praticamente costanti i loro valori di inerzia termica quindi non serve progettare blocchi con misure eccessive che caricherebbero il solaio di peso inutile.

Inoltre un materiale molto poco utilizzato ma molto utile in questi casi è l’acqua, che può essere contenuta in vasche trasparenti. Essa assorbe molto velocemente il calore rilasciandolo poi con tempi che variano dal volume d’acqua presente.



## 5.2 | AGGETTO ORIZZONTALE RIFLETTENTE



Uno dei maggiori difetti dell'architettura bioclimatica è che le tecniche che la costituiscono sono settoriali per stagione, il loro utilizzo quindi avviene solo in una determinata stagione e rimane inutilizzata nella stagione opposta se non si presenta addirittura come ostacolo.

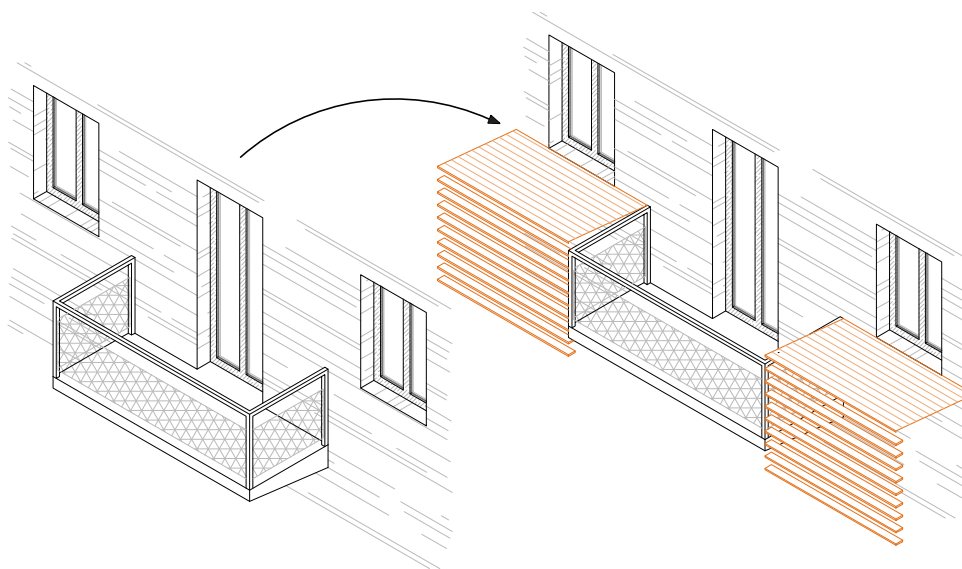
Un esempio sono la quasi totalità delle tecniche inerenti il campo degli oscuranti, sia interni che esterni, che trovano il loro utilizzo durante la stagione calda estiva, dove bloccano i raggi solari indesiderati ed energeticamente dannosi, ma che non trovano alcuna utilità nella stagione invernale.

Una soluzione si è cercata di darla con l'introduzione degli oscuranti mobili, soprattutto quelli, come veneziane, tapparelle, tende da sole..., che hanno la caratteristica di "scompare" quando non trovano utilità; o con l'introduzione di oscuranti che sfruttano la vegetazione e quindi i periodi naturali di comparsa e scomparsa delle foglie.

Questa tecnica che vado a descrivere tenta un semplice accoppiamento di tecniche che vengono utilizzate in periodi opposti.

Le tecniche prese in esame sono:

- schermi riflettenti orizzontali (scheda 2.4) che incrementano il guadagno solare diretto utile per il riscaldamento dei vani ostacolando l'obbligo di usare grandi superfici vetrate. Il grande guadagno degli schermi riflettenti sta nel fatto che essi possono captare una grande quantità di energia radiante senza aumentare la perdita di calore per trasmissione attraverso gli elementi finestrati che rimangono di dimensioni invariate.
- i frangisole appesi ad un aggetto orizzontale (scheda 3.6) che proteggono l'involucro edilizio, le superfici vetrate ed eventualmente altri tipi di aperture dall'eccesso di radiazione solare nella stagione calda evitando così il surriscaldamento dei vani, migliorando le condizioni di comfort.



**Il corso dell'anno:** ● ○ ○

Riflette i raggi solari richiesti invernali dentro l'apertura e scherma nel periodo estivo dove sono indesiderati.

**Orientamento utile:** ○ ● ○

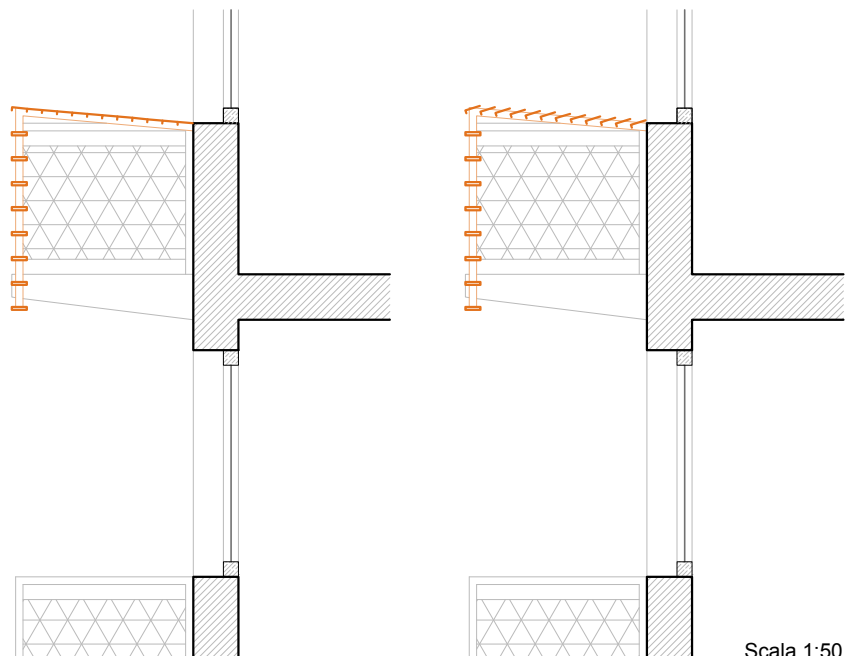


### Descrizione:

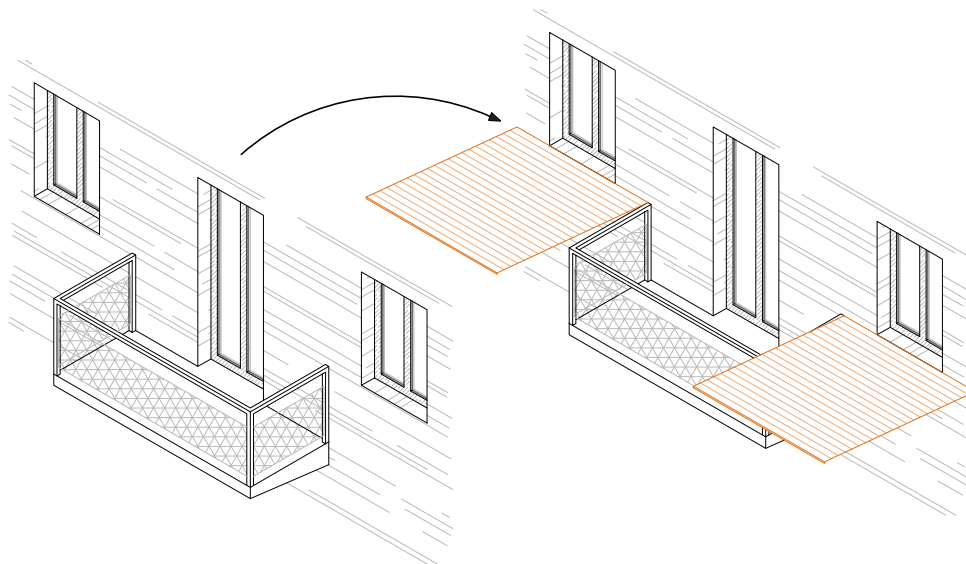
Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

In questa versione proponiamo un aggetto di 1,2 metri (la distanza di un balcone comune) costituito da materiale riflettente. L'angolazione ottimale di tale aggetto è stata calcolata di 5° verso l'apertura. E' costituito da lamelle orientabili che vengono orientate verso l'esterno quando la riflessione dei raggi solari non è più gradita.

Appesi alla sua sommità si trovano dei frangisole fissi che oscurano l'apertura dai raggi del sole indesiderati. Il mezzogiorno è oscurato dal 21 di Aprile al 21 di Agosto.







**Il corso dell'anno:** ● ○ ○

Tale sistema riflettere i raggi solari invernali dentro l'apertura e li scherma nel periodo estivo dove sono indesiderati.

**Orientamento utile:** ○ ● ○

Ovest | | Est

Sud

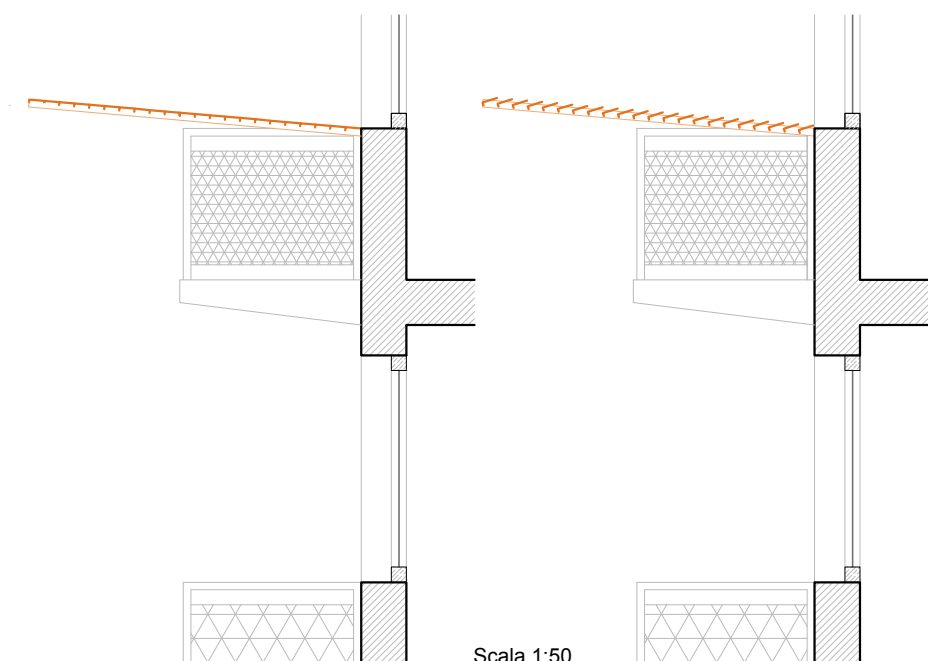
**Descrizione:**

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

In questa versione proponiamo un aggetto di 2,2 metri capace da solo sia di riflettere maggior luce solare del precedente che di soddisfare l'angolo di ombreggiatura previsto di 56° senza l'utilizzo di frangisole appesi all'aggetto.

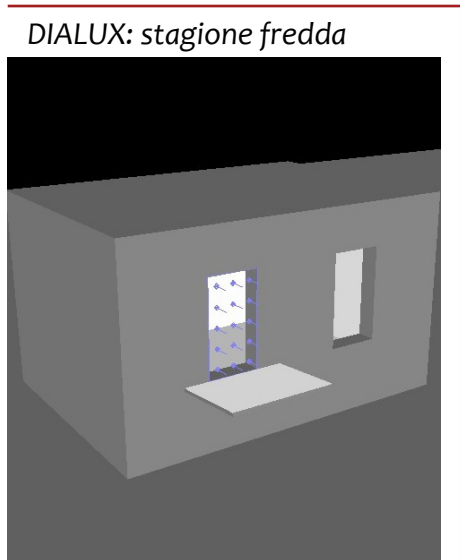
Questa versione è sicuramente migliore della precedente, l'unico svantaggio è l'elevata lunghezza non sempre disponibile in un edificio esistente.

Anchesso è costituito da lamelle orientabili.



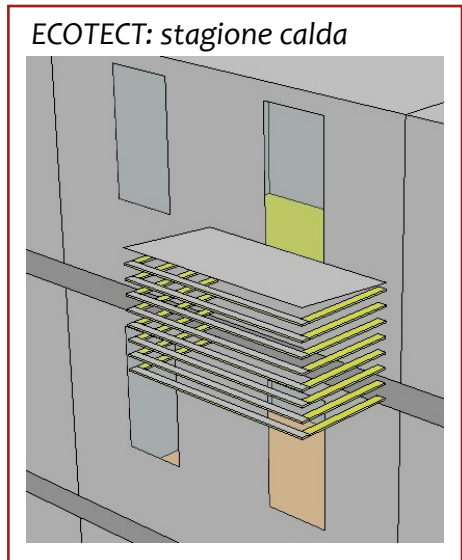
**Metodo di calcolo utilizzato:**

Per capire gli effetti e l'effettiva utilità di tale tecnica si sono utilizzati due metodi di calcolo, uno per il comportamento estivo e uno per il comportamento invernale.



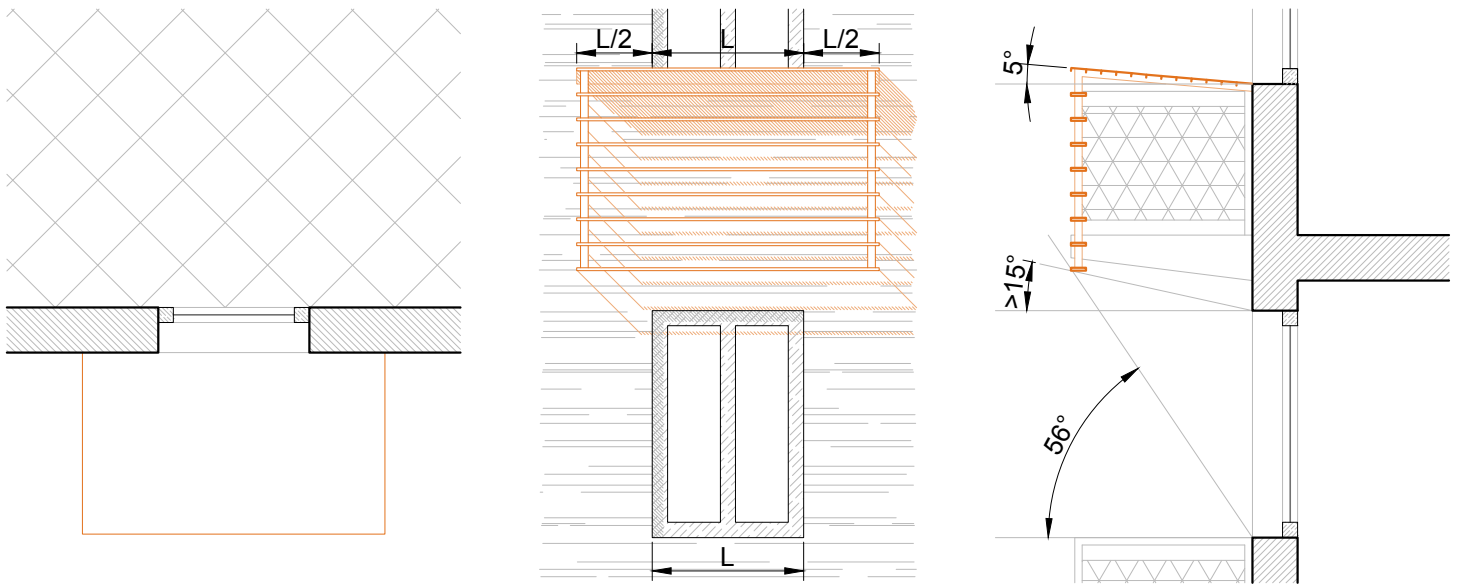
**Comportamento invernale:**  
Per capire gli effetti della riflessione si è utilizzato il programma DIALUX che calcola gli effetti della riflessione luminosa nel campo del visibile. E' grazie allo studio effettuato con questo programma che si è calcolata l'inclinazione ottimale dell'aggetto.

**Comportamento estivo:**  
Per capire gli effetti del comportamento estivo si è utilizzato il programma Ecotect. Grazie a questo programma si sono calcolate le percentuali e i tempi di ombreggiamento dell'apertura sottostante.





# Dimensioni oggetto tipo 1



# Riflessione oggetto tipo 1

Grazie al programma DIALUX si è calcolato il livello di riflessione dell'oggetto.

I dati inseriti sono stati:

- Finestra di dimensioni 80 cm x 150 cm
- Schermo riflettente (90% di riflessione) di dimensioni 240 cm x 120 cm inclinato di 5° verso l'apertura

Il calcolo è stato effettuato nel giorno 21 Dicembre 2013, ultimo solstizio invernale nelle ore 10:00, 12:00 e 15:00.

I risultati ottenuti sono:

- Ore 10:00 aumento della riflessione luminosa del 15,093%
- Ore 12:00 aumento della riflessione luminosa del 15,090%
- Ore 15:00 aumento della riflessione luminosa del 15,087%

ORE 12:00		SENZA AGGETTO			CON AGGETTO			A B C			MEDIA		
	A	B	C		A	B	C		A	B	C		
valori	1	3939	3935	3933	1	4182	4188	4174	1	106	106	106	115,093
in lux	2	3958	3955	3954	2	4319	4328	4310	2	109	109	109	
	3	3976	3973	3971	3	4522	4540	4508	3	114	114	114	
	4	3991	3987	3984	4	4782	4797	4765	4	120	120	120	
	5	3999	3993	3990	5	5049	5045	5037	5	126	126	126	

ORE 10:00		SENZA AGGETTO			CON AGGETTO			A B C			MEDIA		
	A	B	C		A	B	C		A	B	C		
valori	1	2714	2711	2710	1	2881	2885	2876	1	106	106	106	115,090
in lux	2	2727	2725	2724	2	2975	2982	2970	2	109	109	109	
	3	2739	2737	2736	3	3115	3128	3106	3	114	114	114	
	4	2749	2747	2745	4	3294	3305	3283	4	120	120	120	
	5	2755	2751	2749	5	3478	3476	3470	5	126	126	126	

ORE 15:00		SENZA AGGETTO			CON AGGETTO			A B C			MEDIA		
	A	B	C		A	B	C		A	B	C		
valori	1	2395	2392	2391	1	2542	2546	2537	1	106	106	106	115,087
in lux	2	2406	2405	2404	2	2625	2631	2620	2	109	109	109	
	3	2417	2415	2414	3	2749	2760	2741	3	114	114	114	
	4	2426	2423	2422	4	2907	2916	2897	4	120	120	120	
	5	2431	2428	2426	5	3069	3067	3062	5	126	126	126	

Tabella di calcolo dei dati estratti dal programma DIALUX

# Oscuramento oggetto tipo 1

Grazie al programma ECOTECT si è calcolato l'oscuramento durante tutto il periodo dell'anno.

I risultati ottenuti sono stati:

SUD	Riduz. Media mensile %	Riduz. Media mensile Wh/m2	Radiaz. Incidente media effett. Wh/m2
Nov.-Feb.	11	1209	6290
Mar.-Apr.	49	13893	8391
Mag.-Ago.	81	31378	3310
Set.-Ott.	34	11189	12136

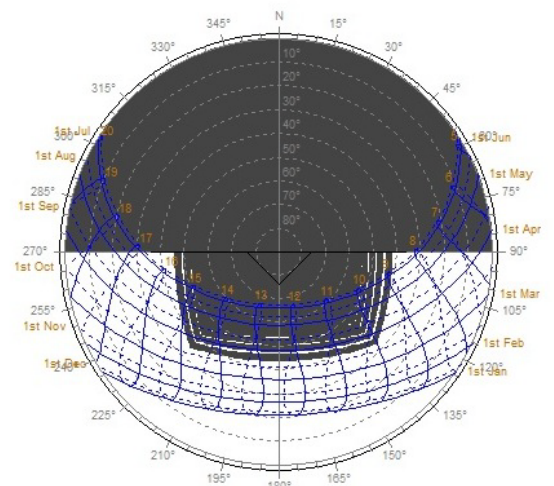
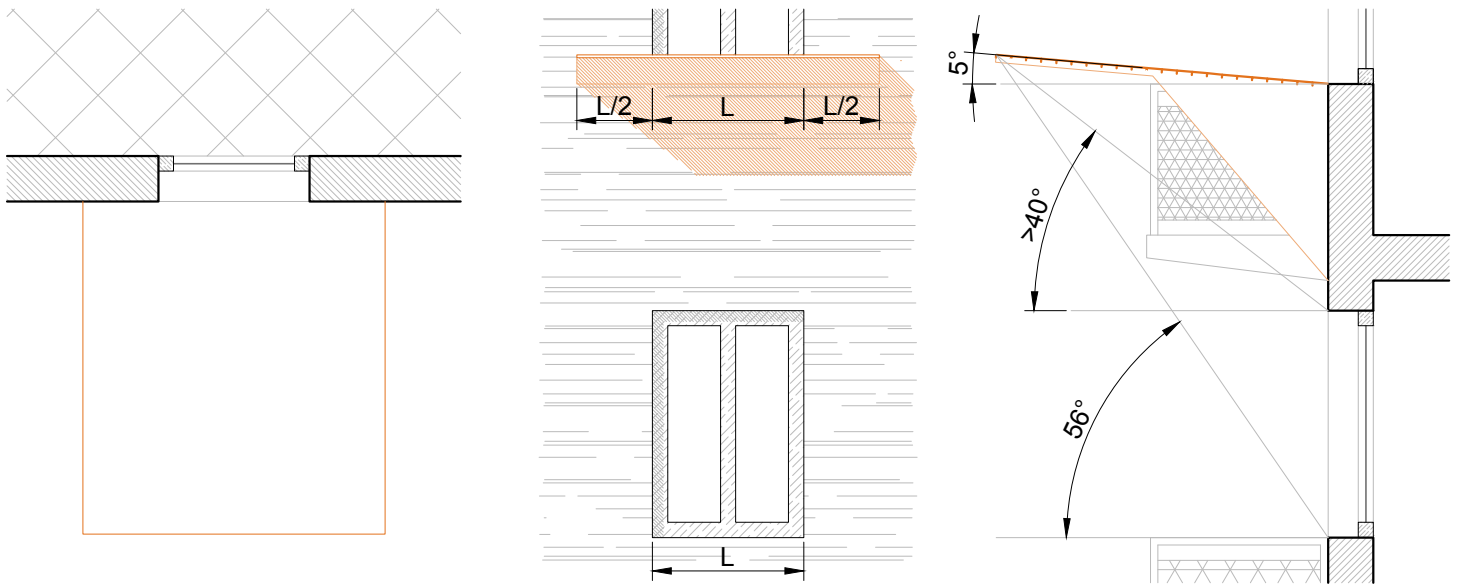


Grafico solare estratto dal programma ECOTECT

# Dimensioni oggetto tipo 2



# Riflessione oggetto tipo 2

Grazie al programma DIALUX si è calcolato il livello di riflessione dell'oggetto.

I dati inseriti sono stati:

- Finestra di dimensioni 80 cm x 150 cm
- Schermo riflettente (90% di riflessione) di dimensioni 240 cm x 120 cm inclinato di 5° verso l'apertura

Il calcolo è stato effettuato nel giorno 21 Dicembre 2013, ultimo solstizio invernale nelle ore 10:00, 12:00 e 15:00.

I risultati ottenuti sono:

- Ore 10:00 aumento della riflessione luminosa del 20,017%
- Ore 12:00 aumento della riflessione luminosa del 20,020%
- Ore 15:00 aumento della riflessione luminosa del 20,010%

ORE 12:00		SENZA AGGETTO			CON AGGETTO			A B C			MEDIA		
valori	in lux	A	B	C	A	B	C	A	B	C			
1	3939	3935	3933	3933	1	4388	4396	4377	1	111	112	111	120,017
2	3958	3955	3954		2	4547	4561	4536	2	115	115	115	
3	3976	3973	3971		3	4733	4753	4714	3	119	120	119	
4	3991	3987	3984		4	4955	4976	4937	4	124	125	124	
5	3999	3993	3990		5	5206	5202	5195	5	130	130	130	

ORE 10:00		SENZA AGGETTO			CON AGGETTO			A B C			MEDIA		
valori	in lux	A	B	C	A	B	C	A	B	C			
1	2714	2711	2710		1	3023	3029	3016	1	111	112	111	120,020
2	2727	2725	2724		2	3133	3143	3125	2	115	115	115	
3	2739	2737	2736		3	3261	3274	3248	3	119	120	119	
4	2749	2747	2745		4	3414	3428	3401	4	124	125	124	
5	2755	2751	2749		5	3587	3584	3579	5	130	130	130	

ORE 15:00		SENZA AGGETTO			CON AGGETTO			A B C			MEDIA		
valori	in lux	A	B	C	A	B	C	A	B	C			
1	2395	2392	2391		1	2667	2672	2661	1	111	112	111	120,010
2	2406	2405	2404		2	2764	2773	2758	2	115	115	115	
3	2417	2415	2414		3	2877	2889	2866	3	119	120	119	
4	2426	2423	2422		4	3012	3025	3001	4	124	125	124	
5	2431	2428	2426		5	3165	3162	3158	5	130	130	130	

Tabella di calcolo dei dati estratti dal programma DIALUX

# Oscuramento oggetto tipo 2

Grazie al programma ECOTECT si è calcolato l'oscuramento durante tutto il periodo dell'anno.

I risultati ottenuti sono stati:

SUD	Riduz. Media mensile %	Riduz. Media mensile Wh/m2	Radiaz. Incidente media effett. Wh/m2
Nov.-Feb.	0	1	7498
Mar.-Apr.	31	9014	13269
Mag.-Ago.	73	27367	7321
Set.-Ott.	14	6392	16934

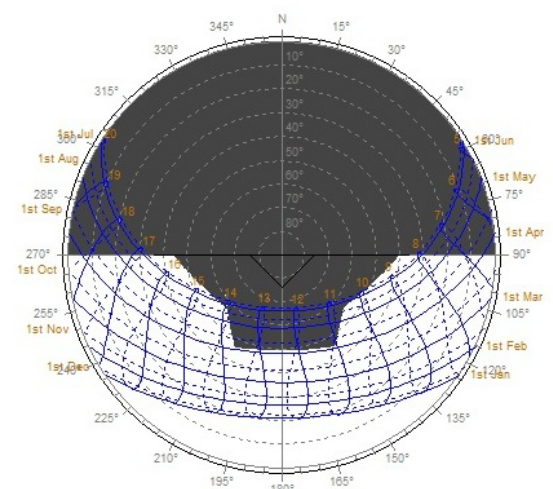
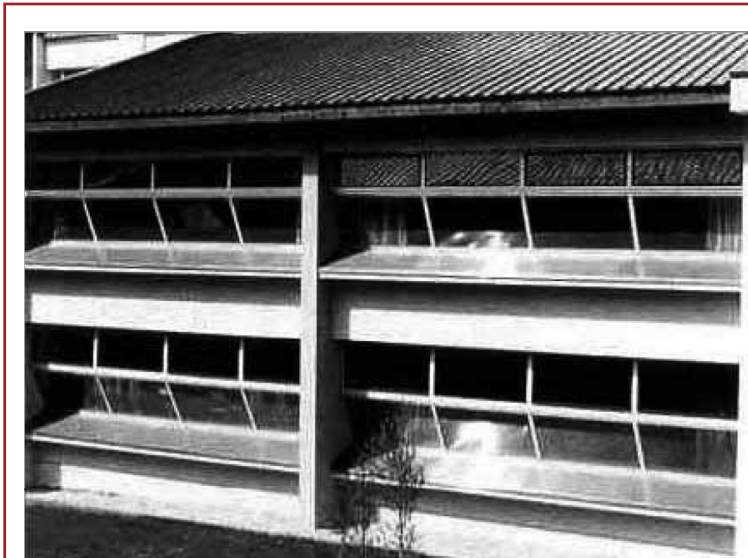


Grafico solare estratto dal programma ECOTECT



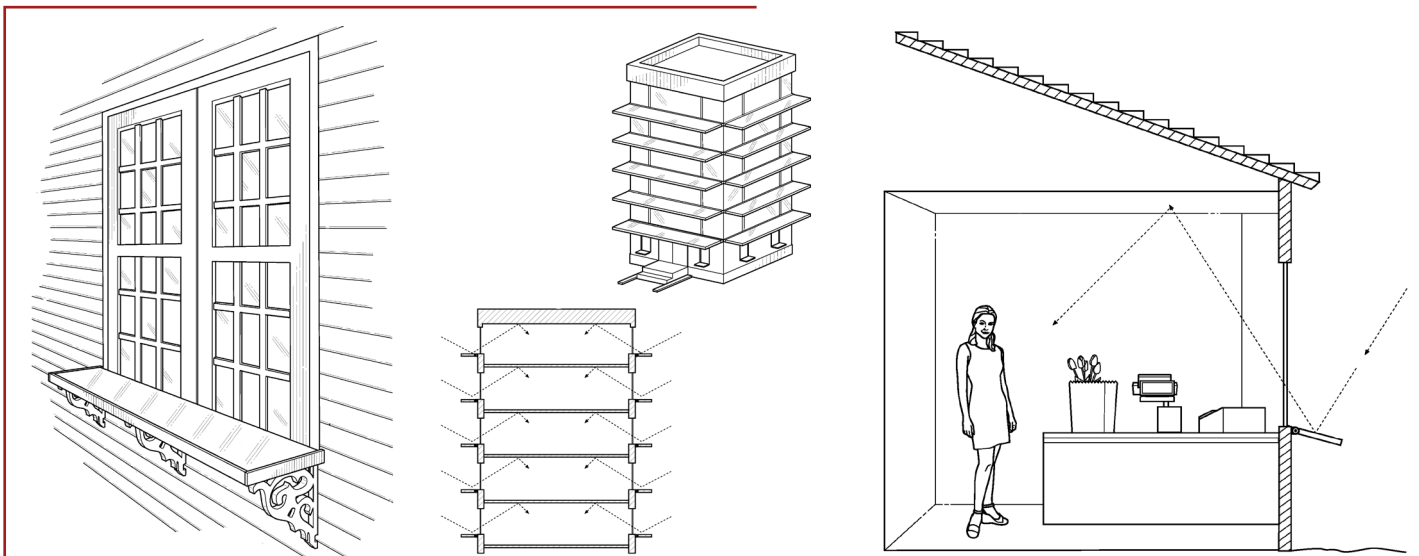
# Riferimenti

Pochi sono gli edifici dotati di schermi riflettenti



A fianco: davanzali riflettenti in una scuola elementare in edificata in Nord-America.

Sotto: immagini di brevetti depositati che indicano tecniche per migliorare l'incremento di luce naturale all'interno degli edifici.



# Conclusioni

Vale la pena notare che la quantità di energia fornita dal sole e dal cielo che entra direttamente dalle finestre è superiore alla quantità che entra dal riflettore, a causa dell'imperfezione del riflettore, dell'imperfezione dell'inclinazione e dall'area limitata.

Un esperimento effettuato a Boston, latitudine 42° 21' 30" N (Milano 45° 27' 50" N) Riporta per una stagione invernale un guadagno pari a circa 2,5 KWh al giorno. Lo studio stimava, in America, un costo dell'energia pari a 0,044\$/kWh, e quindi un guadagno di 0,11\$ al giorno (circa 20\$ all'anno). (Fonte: William A. Shurcliff, *New Inventions in Low-Cost Solar Heating - 100 Daring Schemes Tried and Untried*, Brick House Publishing, Andover Massachusetts, USA 1979)

Il sistema è economico, semplice, robusto, non richiede aggiustamenti, e non utilizza elettricità. Essa non ha inerzia termica, è immediata ed inizia a fornire energia alla stanza nell'istante in cui la luce del sole colpisce il riflettore.

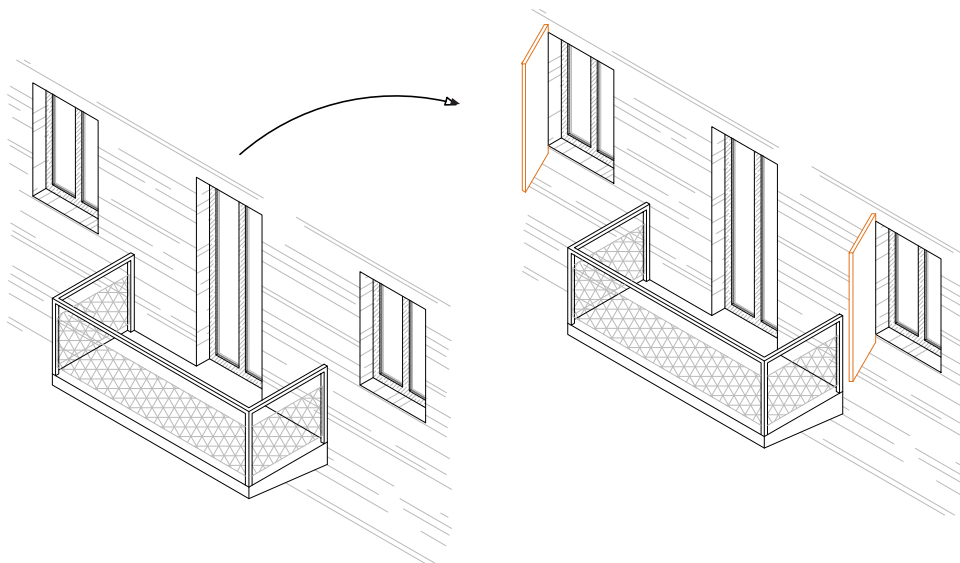
Il sistema non contribuisce alle perdite di calore.

Si necessita la rimozione della neve in inverno. Anche se la neve ha un potere di riflessione molto elevato il contributo al riscaldamento dell'ambiente interno è meno della metà di un riflettore tipico in alluminio, inoltre restituisce una irradiazione di tipo diffuso quindi qualitativamente minore.

# 5.3 AGGETTO VERTICALE RIFLETTENTE



Al pari degli schermi orizzontali vengono qui proposti, con le medesime funzioni e caratteristiche, gli schermi riflettenti verticali



**Il corso dell'anno:** ● ○ ○

Tale sistema rifletterà i raggi solari invernali dentro l'apertura e li scherma nel periodo estivo dove sono indesiderati.

**Orientamento utile:** ○ ● ○

Ovest | [ ] | Est

**Descrizione:**

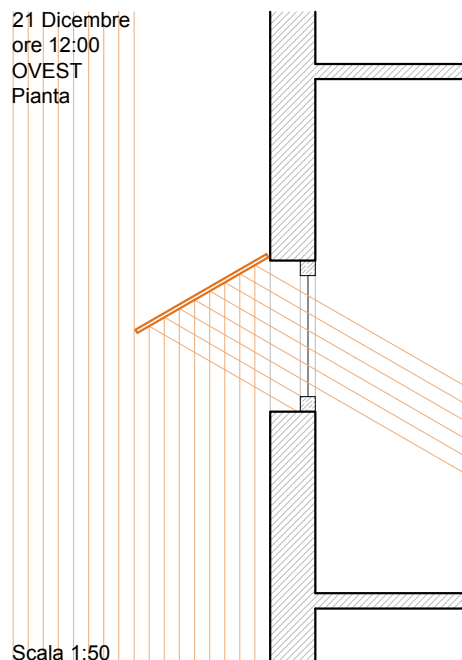
Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Specchi o schermi riflettenti esterni incrementano il guadagno solare diretto utile per il riscaldamento dei vani ostacolando l'obbligo di usare grandi superfici vetrate. Il grande guadagno degli schermi riflettenti sta nel fatto che essi possono captare una grande quantità di energia radiante senza aumentare la perdita di calore per trasmissione attraverso gli elementi finestrati che rimangono di dimensioni invariate.

Gli orientamenti ottimali per tale tipo di sistema sono quelli ad est, ovest, sud-est e sud-ovest in quanto grazie a tale tecnica si può riflettere il sole utile del mattino e della sera.

Per ottenere il massimo guadagno da tale tecnica l'oscurante dovrà essere mobile in quanto minore è l'inclinazione dell'aggetto maggiore sarà il suo oscuramento estivo ma minore sarà la sua riflessione invernale, che raggiunge la sua massima efficacia ad un angolo di 90° con il muro.

Dovrà essere posizionato sul lato più a nord della finestra con la parte riflettente verso sud.



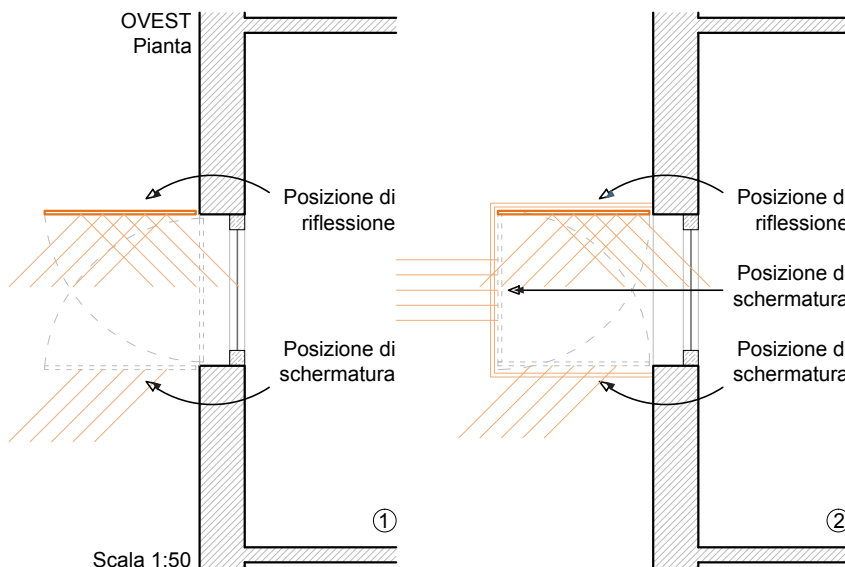
Qui a lato vengono effettuate due proposte:

1) uno schermo mobile con strato riflettente sul lato interno ed apertura doppia sia verso nord che verso sud. Ad ovest nella stagione fredda l'apertura verso nord farà riflettere i raggi solari verso l'interno. Nella stagione calda un'apertura verso il lato sud schermanà i raggi solari indesiderati.

Facilmente adattabile est-ovest.

2) uno schermo mobile con strato riflettente sul lato interno che ruota seguendo una struttura di tre lati che circonda la finestra. Ad ovest il lato verso nord sarà utilizzato nel periodo freddo, lì il pannello avrà proprietà riflettenti. Il lato frontale e il lato a sud saranno utili per schermare l'apertura dai raggi del sole indesiderati

Facilmente adattabile est-ovest.





## 5.4 RISCALDARE L'ARIA IN INGRESSO



La legislazione italiana prevede la certificazione energetica degli edifici. Gli edifici, o meglio i sistemi edificio-impianto, devono essere classificati in base ad un indice di prestazione energetica globale, definito, nel caso di edifici residenziali con occupazione continuativa, come rapporto tra la domanda annua di energia primaria e la superficie utile dell'edificio.

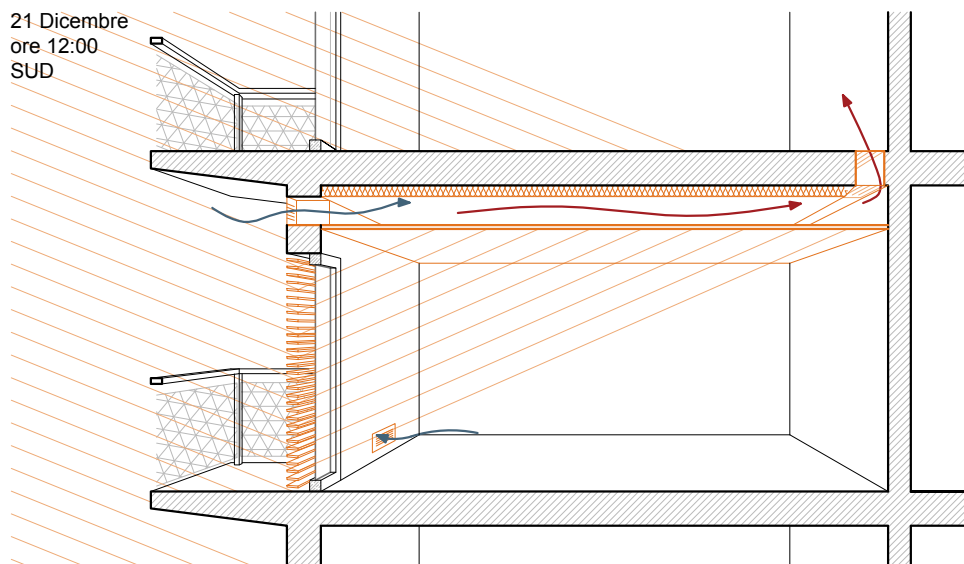
Il bilancio energetico che si applica nel calcolo della domanda annua di energia relativa alla climatizzazione utilizzata in tali certificazioni tiene conto dei seguenti fattori:

- Potenza fornita dall'impianto all'ambiente confinato, detta anche carico termico,
- Potenza fornita dalla radiazione solare,
- Potenza fornita dalle fonti di calore interne all'edificio (persone, lampade, macchine, ...),
- Potenza uscente trasmessa attraverso l'involucro edilizio,
- Potenza uscente veicolata dal flusso d'aria di ventilazione.

Di tutti i fattori descritti, quello che conta meno tecniche bioclimatiche a proprio supporto è sicuramente la potenza uscente veicolata dal flusso d'aria di ventilazione. Obiettivo di questa tecnica sarà di dare spunti maggiori per diminuire le perdite per ventilazione senza inserire un impianto di controllo dell'aria con recupero di calore (soluzione impiantistica a tale perdita).

Questa tecnica che vado a descrivere prende spunto da alcune tecniche bioclimatiche tra cui:

- Gli schermi riflettenti orizzontali (scheda 2.4) e/o le veneziane (scheda 3.20) per la riflessione dell'energia solare,
- Collettori solari esterni per l'aria interna (scheda 2.18) per il sistema di utilizzo,
- Muro di Trombe (scheda 2.20) per i materiali e i colori utilizzati,
- Sistema Barra-Costantini (scheda 2.26) per il sistema di canalizzazioni interne.



**Il corso dell'anno:**



Nel periodo freddo il collettore solare scalda l'aria da immettere nei vani. Nel periodo caldo una valvola chiude il sistema che rimarrà inutilizzato senza però portare discomfort.

**Orientamento utile:**



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento comprende in se tematiche sia interne che esterne. Interviene sulla trasparenza dell'involucro, sulle sue proprietà isolanti interne e sulle aperture dell'involucro.

Ha la funzione di captare l'energia solare e di trasferirla all'ambiente interno per convezione sotto forma di calore.

Il sistema ideato utilizza tecniche per riflettere quanta più luce e calore a soffitto come possono essere sistemi di lamelle orientabili o schermi orizzontali riflettenti. A soffitto sarà applicato un vetro interno a creare un'intercapedine che funge da collettore ad aria, la dimensione di tale collettore varia in base ai metri cubi da riscaldare.

Due bocchette, una in entrata ed una in uscita, regolano il flusso d'aria.

Nella stagione calda non trova funzione.

Utilizzando l'irradiazione diretta del sole come fonte di guadagno del calore tale tecnica trova la sua collocazione ottimale nell'orientamento a sud, non si esclude però un suo utilizzo anche ad est ed a ovest.

Tale tecnica non viene utilizzata per il riscaldamento dell'edificio ma unicamente per preriscaldare naturalmente l'aria in ingresso utilizzata per i ricambi d'aria.

Un sistema di regolazione potrà permettere di immagazzinare l'aria a soffitto così da poterne usufruire nei momenti dove non ci sia il sole.

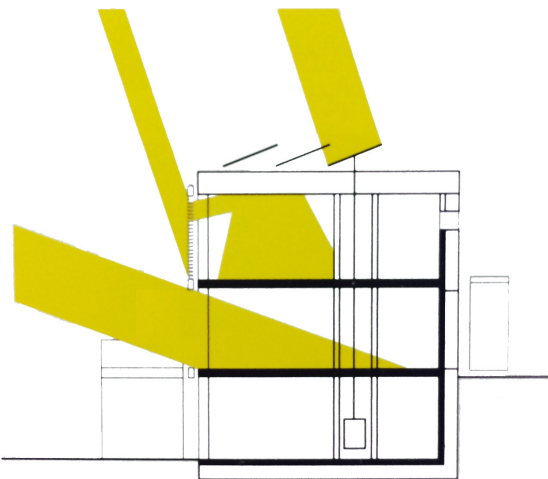
La bocchetta potrà essere posizionata per servire il piano superiore, così da sfruttare le proprietà fisiche dell'aria, oppure potrà servire lo stesso piano, sfruttando gli esempi forniti dal sistema barra-costantini.



# Riferimenti

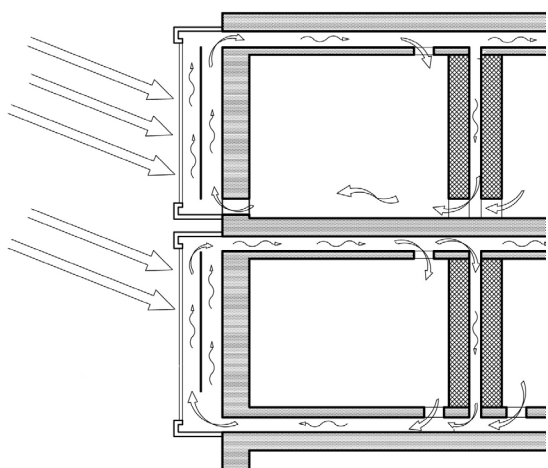
Lo chema precedentemente descritto è composto principalmente da tre parti:

## Residenze a schiera passive a Ulm:



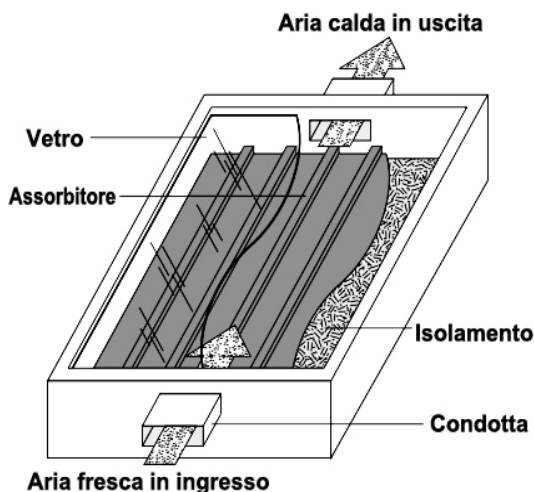
Il progetto dell'architetto Johannes Brucker è composto da 18 unità abitative realizzate secondo lo standard della casa passiva. La costruzione è mista e gli involucri sono caratterizzati dall'orientamento, legno a sud e silicato di calcio a nord. L'isolamento è molto elevato ed i balconi hanno struttura indipendente per non causare ponti termici. L'impianto di ventilazione conta sia il recupero di calore che lo scambio geotermico con il terreno. Prevede tramite le superfici finestrate anteposte da veneziane esterne in alluminio un guadagno passivo diretto e il riorientamento della luce diurna.

## Il sistema Barra-Costantini:



Lo schema precedentemente descritto prende alcune sue caratteristiche dal sistema Barra-Costantini. Il principio cardine è la termocircolazione sempre naturale dell'aria e il sistema di canalizzazione nel solaio e bocchette degli ambienti interni. Ad evitare l'inversione della circolazione dell'aria di notte o nei periodi di scarsa insolazione provvedono le valvole di non ritorno (membrane in plastica) disposte sulle bocchette di mandata alla base del camino solare.

## Collettori ad aria:



Lo schema precedentemente descritto prende alcune sue caratteristiche dai collettori ad aria. Descritti nel capitolo secondo, il principio qui riproposto è quello di accumulare e riscaldare l'aria tramite una superficie vetrata o metallica esterna ed una interna scura rivestita con vernici selettive in grado di massimizzare l'assorbimento della radiazione solare. Il sistema assorbe il calore del sole e lo trasferisce all'aria che circola all'interno di una serpentina che ha il compito di rallentarne il flusso e consentire un maggiore assorbimento di calore, per poi essere immessa direttamente nell'ambiente da riscaldare.

## 5.5 | FORNIRE CALORE AI LATI A NORD



Analizzando le tecniche nei precedenti capitoli si può notare che il lato nord è quello su cui vengono applicate il minor numero di tecniche soprattutto per quanto riguarda quelle inerenti lo sfruttamento dei raggi solari. Analizzando singolarmente ogni ambito:

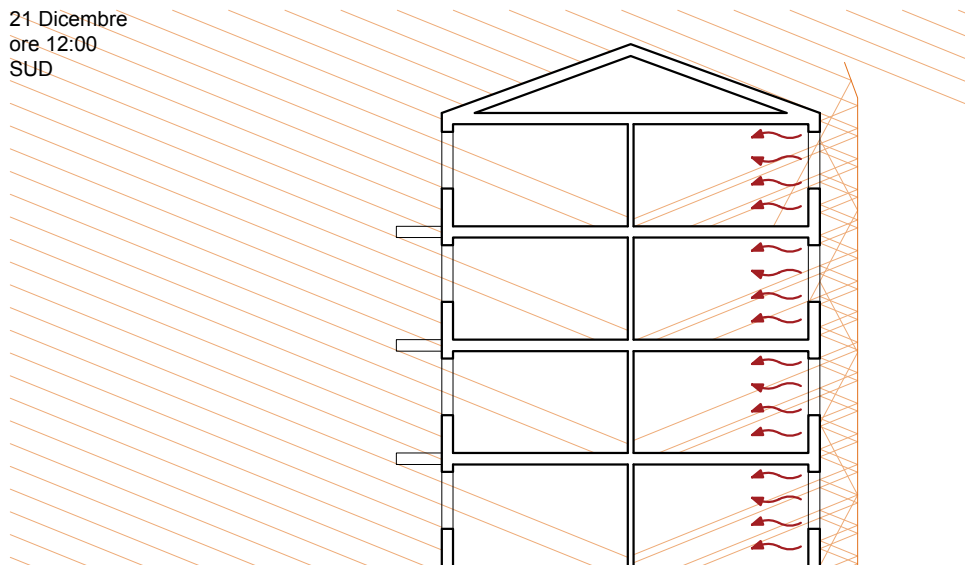
- Energia dal sole: tecniche a nord 52% che scende al 24% se le abitazioni non possiedono un impianto di climatizzazione (sud 95%, est ed ovest 100%),
- Ombra in estate: tecniche a nord 21% che scende al 13% se le abitazioni non possiedono un impianto di climatizzazione (sud 75%, est ed ovest 88%),
- Raffrescare passivamente: tecniche a nord 100% che scende al 81% se le abitazioni non possiedono un impianto di climatizzazione (sud 100%, est ed ovest 100%).

Ne si deduce che l'ambito di applicazione che risente maggiormente dell'orientamento dell'edificio è quello che elenca tecniche adatte a riscaldare l'edificio nel periodo freddo e quello che elenca tecniche per ombreggiare l'edificio dai raggi solari indesiderati. Nel secondo caso non avere tecniche sul lato nord non è uno svantaggio in quanto i raggi del sole diretti non raggiungono tale lato che rimane più fresco e quindi più confortevole.

Nel periodo freddo un lato che non ha accesso ai raggi diretti del sole è molto svantaggiato e il suo discomfort è maggiore rispetto al lato sud rivolto verso il percorso del sole.

Due sono i metodi individuati per risolvere tale problema, portare il calore nei vani a nord attraverso l'edificio utilizzando appositi canali o conduttori di calore, oppure portare i raggi solari a nord attraverso appositi sistemi simili a dei camini solari che creano uno strato caldo in facciata all'edificio.

21 Dicembre  
ore 12:00  
SUD



**Il corso dell'anno:**



Nel periodo freddo la controparete scalda il lato esposto a nord. Nel periodo caldo essa dovrà essere aperta per permettere la ventilazione dei vani.

**Orientamento utile:**



Nord



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'esterno dell'involucro e modifica quindi l'aspetto dell'edificio. Interviene sulla trasparenza dell'edificio e quindi controlla e modifica direttamente l'ingresso della radiazione solare.

Ha la funzione di captare l'energia solare e di trasferirla all'ambiente interno per convezione sotto forma di calore.

Uno specchio opportunamente progettato posto sopra l'edificio incanala i raggi solari dentro una controparete che ha come lato interno la parete esterna dell'edificio che sarà pitturata di nero dove si vorrà trasmettere il calore all'interno mentre sarà ricoperta da materiali schermanti dove si vorrà riflettere i raggi solari. La pelle esterna sarà isolata e ricoperta da un materiale riflettente verso l'interno. L'isolamento non permetterà al calore di uscire.

I TIM, o materiali isolanti trasparenti trovano un loro utilizzo in sommità: se opportunamente progettati essi permetteranno ai raggi solari di entrare ma non al calore di uscire per effetto camino.

Nella stagione calda, in caso di edificio climatizzato, tale tecnica aumenterà la resistenza termica dell'involucro.

Tutta la parete dovrà essere progettata per raccogliere i raggi solari e rifletterli il più possibile, tramite specchi o pannelli riflettenti, in modo da creare uno spazio cuscinetto il più caldo possibile, anche grazie a materiali conduttori (es. strutture metalliche).

Nella sezione troviamo i primi pannelli incalanatori in sommità dell'edificio, ciò non toglie che essi si potranno presentare anche sui lati est ed ovest per raccogliere i raggi solari bassi del mattino e della sera.

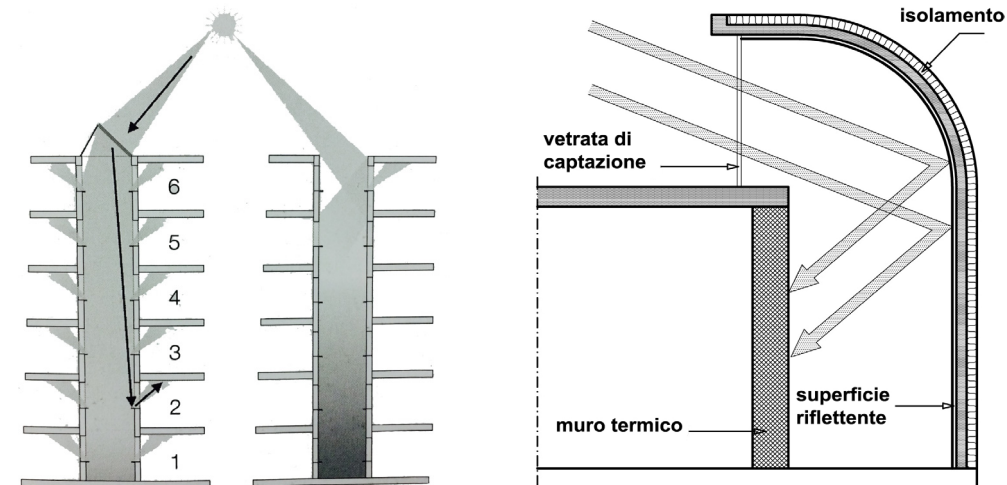




# Riferimenti

L'esempio precedentemente descritto conta di numerosi esempi, soprattutto nei campi dell'illuminazione naturale:

## Sistemi di riflessione della radiazione solare:



Nella prima immagine viene rappresentato uno dei variati sistemi, da collocare in copertura, finalizzati al convogliamento della luce in profondità.

Nello specifico rappresenta il confronto tra una soluzione basata sul principio della deflessione luminosa all'interno di un pozzo di luce e una soluzione convenzionale senza deflessione.

La seconda immagine invece rappresenta lo schema di un camino solare comune.

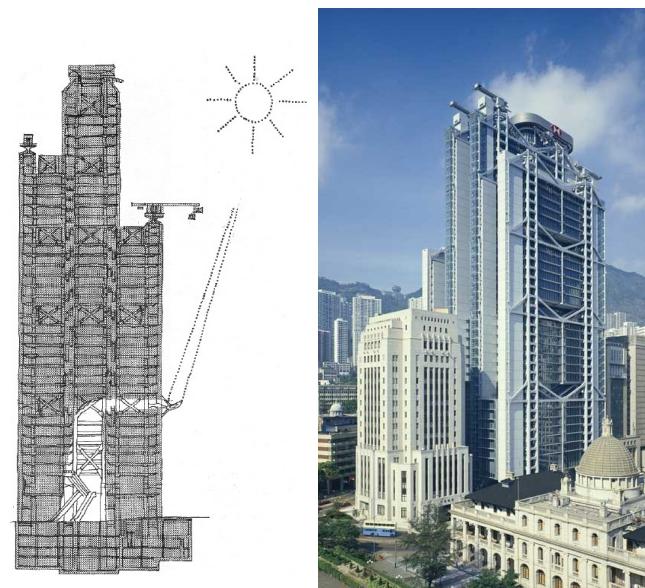
## La nuova cupola del Reichstag di Berlino:



Nel progetto di Norman Foster & Partners al centro della cupola vi è il "light sculptor", un tronco di cono che perfora il soffitto della Sala Plenaria. E' rivestito di 360 specchi di vetro altamente riflettenti che riflettono la luce di orizzonte ed è munito di uno schermo mobile "sun-following" automatizzato, che impedisce la penetrazione del calore e della vivida luce solare.

In inverno ed all'inizio e alla fine dei giorni di estate, quando il sole è più basso, lo schermo può essere messo da parte per permettere ai raggi più deboli di entrare.

## Hong Kong & Shanghai Banking Corporation:



La particolarità di questo progetto, sempre di Norman Foster, è il sistema di convogliamento della luce tramite specchi.

Sulla sommità dell'atrio, in corrispondenza del 12° piano, è collocata una fila di 480 giganteschi specchi controllati da un computer, del peso di 32 tonnellate, ed internamente da altri 225 specchi in alluminio.

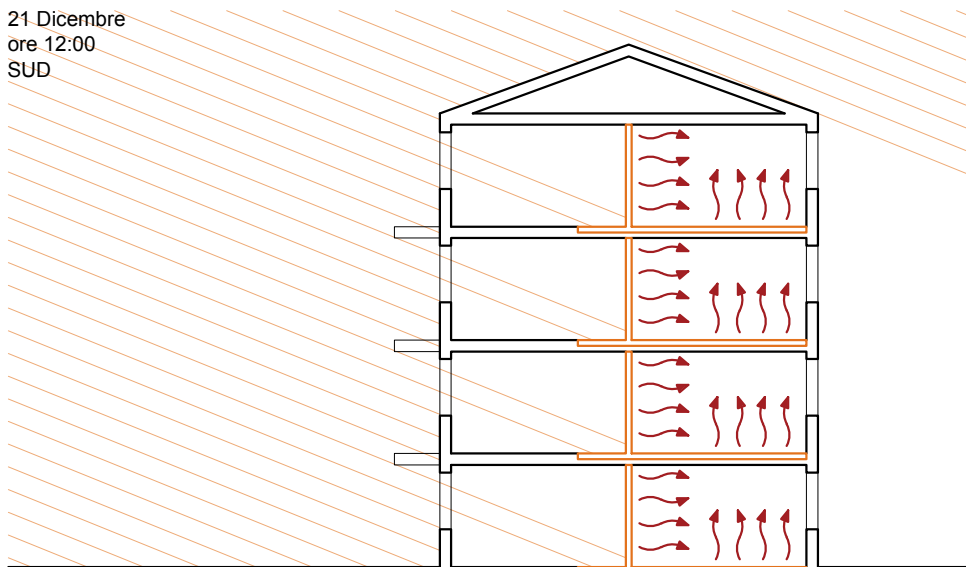
Attraverso l'uso di luce naturale, questo progetto contribuisce a conservare l'energia. Inoltre, degli schermi sulle facciate esterne bloccano la luce diretta del sole per ridurre l'eccessiva produzione di calore.





## 5.6 Spostare calore utilizzando la massa

21 Dicembre  
ore 12:00  
SUD



*Il corso dell'anno:* ● ○ ○

La massa può essere utilizzata sia per immagazzinare il calore diurno nella stagione fredda sia per accumulare il fresco della sera nella stagione calda.

*Orientamento utile:* ○ ● ○

Nord



### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'interno dell'edificio senza modificarne l'aspetto esteriore.

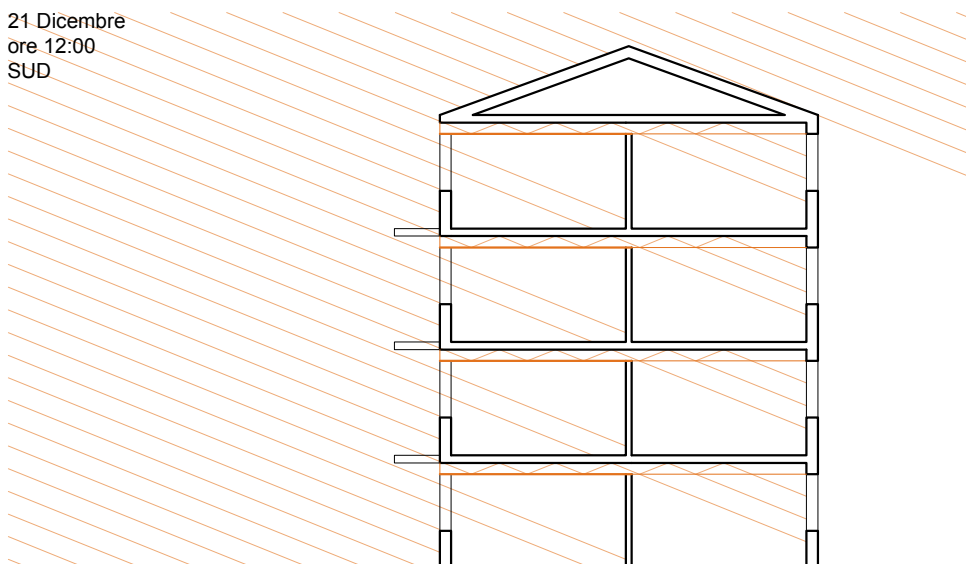
Il sistema sposta il calore dei raggi solari dal lato sud al lato nord utilizzando materiali massivi collegano entrambi i lati. I materiali potranno essere posizionati a parete o a pavimento e dovranno essere progettati in modo da essere a contatto diretto con i raggi solari per captarne l'energia e trasferirla ad altri vani e non agli stessi.

Il materiale dovrà essere costituito da materiali da costruzione "pesanti", primo tra tutti il calcestruzzo, ed essere ripartiti in superfici di poco spessore in modo da migliorare l'effetto nei cicli di tempo corti giorno-notte.

## 5.7 Spostare calore utilizzando l'aria



21 Dicembre  
ore 12:00  
SUD



*Il corso dell'anno:* ○ ● ○

Nel periodo freddo il collettore solare scalda l'aria da immettere nei vani. Nel periodo caldo una valvola chiude il sistema che rimarrà inutilizzato senza però portare discomfort.

*Orientamento utile:* ○ ● ○

Nord



Sud

### Descrizione:

Tale tecnica di intervento viene applicata all'interno dell'edificio senza modificarne l'aspetto esteriore.

Tale tecnica è simile al camino solare esposto a nord ma con la differenza che esso è in verticale ed è posizionato a soffitto.

Consiste in un controsoffitto formato da pannelli di materiale riflettente che portano i raggi solare e la sua energia fino ai vani che hanno bisogno di calore. Il controsoffitto dovrà essere isolato in tutte quelle parti dove il calore non è richiesto mentre dovrà essere costituito da pannelli ad alta trasmissione in quei vani dove il calore è richiesto.

Anche qui è importante l'uso corretto de TIM per garantire l'accesso solare diretto senza far fuoriuscire il calore.



# Riferimenti

L'esempio precedentemente descritto conta di numerosi esempi, soprattutto nei campi dell'illuminazione naturale:

## Museo di Bregenz:



La caratteristica primaria dell'edificio di Peter Zumthor è sicuramente la facciata in lastre in vetro smerigliato che lo ricoprono completamente.

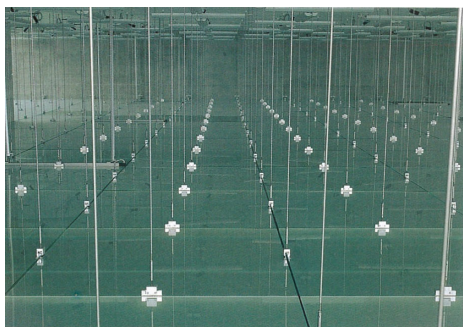
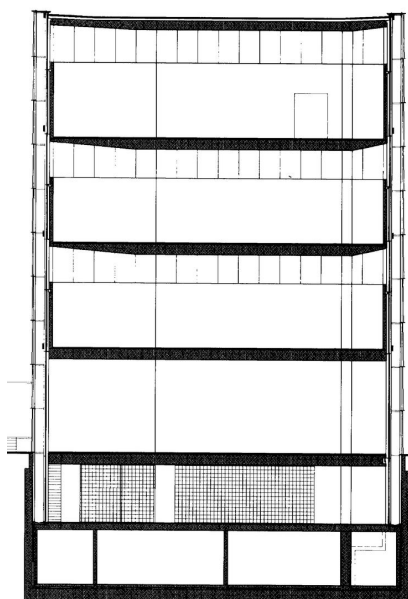
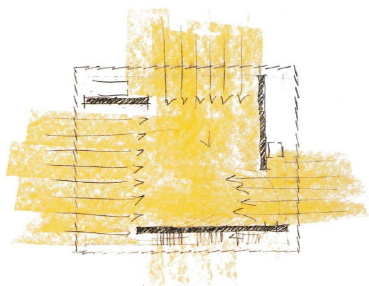
La semitrasparenza delle facciate lascia intravedere la struttura in cemento armato che si trova dietro di esse.

La parete vetrata è un doppio involucro: la parte esterna, formata di lastre sovrapposte come scandole è staccata di quasi un metro dalle vetrate interne, che sono addossate direttamente alla struttura in cemento armato, tramite cui l'edificio "assorbe" la luce del giorno.

L'interno consiste di un piano terra, contenente l'ingresso e un atrio espositivo, di due piani sotterranei e di tre piani superiori di sale sovrapposte che danno l'idea di un vero e proprio museo verticale.

I piani, sostenuti da tre setti portanti che schermano gli elementi distributivi, sono sagomati "a catino", cioè con pareti laterali, alte poco meno di tre metri e mezzo, staccate di 2,2 metri dall'intradosso del piano superiore. Allineato al filo superiore delle pareti è sospeso un controsoffitto fatto delle stesse lastre di vetro opalino, per cui tra controsoffitto e piano superiore si crea un'alta intercapedine che lascia filtrare la luce naturale proveniente dai lati e che alloggia gli elementi al neon dell'illuminazione artificiale.

Lo spazio viene così inondato di luce naturale che viene distribuita per tutto il piano dell'edificio.



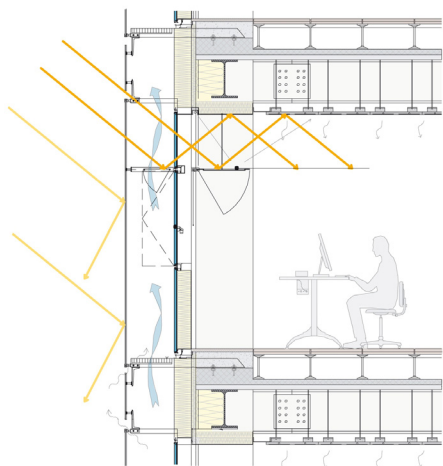




Varie sono le tecniche per portare dentro la luce naturale tra i piani, qui ne vengono elencate alcune:

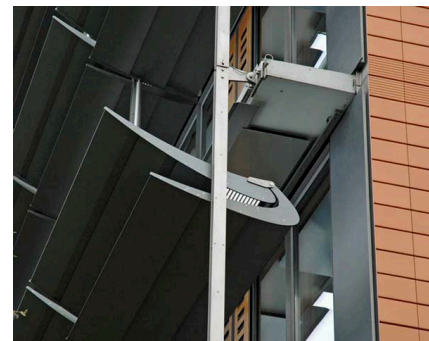
**Sino Italian Ecological and Energy Efficient Building:**

di Mario Cucinella

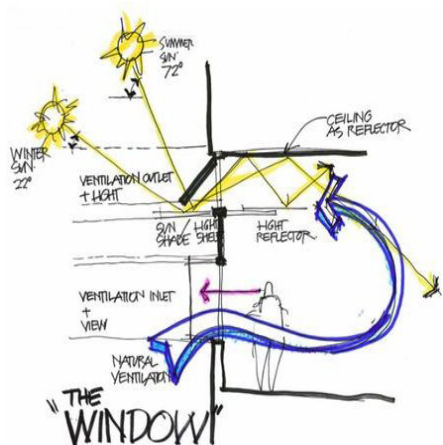


**Edificio direzionale Wiesbaden:**

L'edificio di Herzog & Partner del 2001 presenta schermi a forma di pala che reindirizzano la luce solare diretta all'interno dell'edificio.

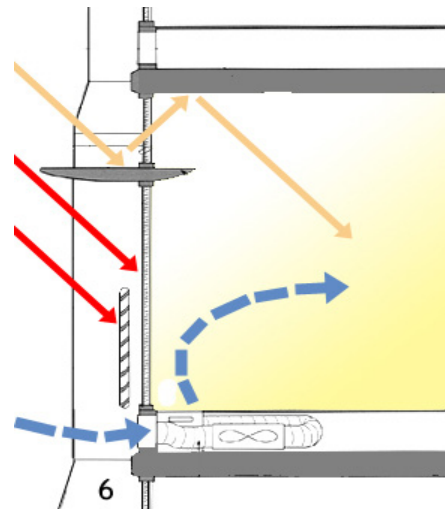
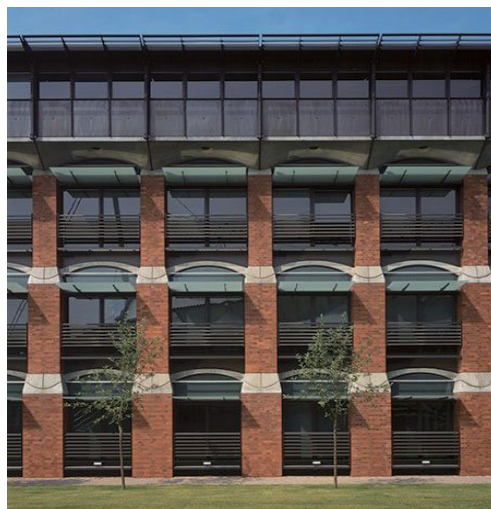


**Oregon Sustainability Centre**



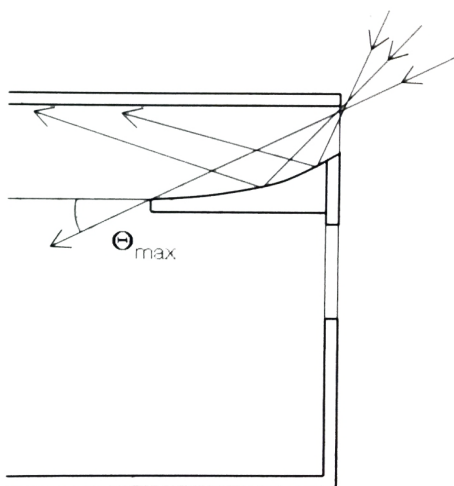
**Inland Revenue Centre:**

di Michael Hopkins and Partners



**Nuova Camera dei Comuni, Westminster, Londra:**

di Michael Hopkins and Partners



Schema funzionale dell'ombreggiamento e riflessione tramite uno schermo fisso.







# 6 | CAPITOLO: CONCLUSIONI

## 6.1 CONCLUSIONI

Il libro “soluzioni bioclimatiche per la riqualificazione edilizia” ha l'obiettivo di ridurre gli effetti del sistema edilizio sull'ambiente, responsabile in Europa del 30% del consumo globale d'energia primaria e del 40% della generazione dei gas responsabili dell'effetto serra.

Il volume si propone come un vero e proprio manuale di architettura. Utile per quanti devono concepire e realizzare analisi di tecniche sostenibili da applicare all'edilizia residenziale esistente in Lombardia.

Tenta di dare regole e schemi nella progettazione dell'architettura bioclimatica che risulta particolarmente complessa soprattutto per i rapporti che legano fra loro le variabili stesse, per la qualità e quantità dei problemi da risolvere, per le possibilità che si offrono al progettista per risolvere i problemi.

Il sottotitolo di questo libro è analisi di tecniche sostenibili da applicare all'edilizia residenziale esistente in Lombardia in quanto questo volume vuole riassumere i sistemi bioclimatici più noti applicabili alle riqualificazioni edilizie senza stravolgere l'assetto dell'edificio e senza modificarne l'intorno.

Le tecniche elencate vengono analizzate puramente secondo aspetti principalmente energetici e non di benessere nella sua più ampia sfera di significati.

Questo libro vuole creare inoltre semplificazioni all'approccio dell'architettura bioclimatica in modo che qualsiasi persona, leggendo questo volume, possa trovare forza nell'applicare l'architettura bioclimatica nei propri progetti o nelle proprie realizzazioni, aiutando ulteriormente a sviluppare, ampliare e diffondere tali principi.

La mia speranza è che altri prendano spunto dalle mie ultime riflessioni e riescano, in indagini più avanzate e sofisticate, ad ampliare queste mie tecniche o, addirittura trovarne di nuove per far così accrescere il consenso verso questo bellissimo mondo che è l'architettura bioclimatica.

## 6.2 RINGRAZIAMENTI

---

Volevo ringraziare innanzitutto tutte le persone che mi hanno aiutato in questo mio percorso di Tesi.

Il mio relatore di tesi Gianluca Brunetti che mi ha seguito pazientemente offrendomi molta disponibilità.

Volevo poi ringraziare tutti i compagni di corso che ho avuto in questi cinque anni e che mi hanno aiutato nell'affrontare ogni singolo esame, a loro va un caloroso abbraccio.

Ringrazio poi ogni mio singolo amico e conoscente, per la pazienza che hanno avuto e che hanno tuttora nel sopportare le mie assenze durante la preparazione degli esami effettuati.

Un particolare riconoscimento va poi alla mia famiglia, che mi ha sempre sostenuto, in tutto e per tutto.







# BIBLIOGRAFIA

- “Architettura bioclimatica” a cura di Cettina Gallo; presentazione di Bruno Zevi; introduzione di Achille Bonito Oliva. Roma. Stampa 1995. ENEA Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente.
- “L'architettura bioclimatica e l'utilizzo delle fonti rinnovabili nella progettazione edilizia” a cura di Maurizio Cellura. Saggi di Marco Beccali. 2000. Ordine degli ingegneri della provincia di Agrigento.
- “Lezioni di architettura bioclimatica” a cura di Alessandro Gioli. Firenze. 2000.
- “Edilizia bioclimatica in Italia: 151 edifici solari passivi” Gabriella Funaro, Emilio D'Errico. Roma. ENEA, Area energetica, Dipartimento diffusione risparmio energetico. 1992.
- “Progettazione bioclimatica e bioedilizia: manuale di architettura per edifici e impianti ecocompatibili” Stefano Bruno. 2 ed. 2002. Integrata con i contenuti del Codice concordato con l'analisi completa di un nuovo progetto di ristrutturazione e con considerazioni medico-scientifiche sull'abitare sano. Milano. Il sole-24 ore. 2001.
- “Una ristrutturazione bioclimatica: ipotesi d'intervento per il recupero sostenibile del sistema di case coloniche presenti nella riserva naturale Abbadia di Fiastra” a cura di Anna Vecchi. Fondazione Giustiniani Bandini. Riserva naturale Abbadia di Fiastra. stampa 2005.
- “Recupero edilizio e bioclimatica : strumenti, tecniche e casi studio” a cura di Marco Sala. Centro Abita. Napoli. 2001.
- “Il raffrescamento passivo degli edifici, concetti, precedenti architettonici, criteri progettuali, metodi di calcolo e casi studio” Mario Grosso; prefazione di Federico Butera; contributi di Gianni Scuso, Elisabetta Parisi, Michela Perin-Bert.
- “Case a basso consumo energetico : strategie progettuali per edifici a climatizzazione spontanea in Italia” a cura di Sergio Croce e Tiziana Poli. Milano. Il sole-24 ore. 2007.
- “Il vento : climatizzazione naturale degli edifici e impianti a energia pulita” Mauro Masi, Anayansi Forlini Ochoa. Roma. Dei. 2005.
- “Cooling the cities : energy efficient cooling systems & techniques for urban buildings” M. Santamouris. Paris : Ecole des mines de Paris (Les Presses), 2004.
- “La riqualificazione sostenibile: applicazioni, sistemi e strategie di controllo climatico naturale” a cura di Fausto Novi. Firenze. Alinea. 1999.
- “Architettura del vento : design e tecnologia per il raffrescamento passivo” Mario Buono, presentazione di Virginia Gangemi. Napoli. CLEAN. 1998.
- Il \*libro delle serre solari / a cura di James C. McCullagh. - Padova : F. Muzzio, 1979. - 284 p. : ill. ; 24 cm. ((Trad. e adattamento a cura di G. Mancuso.
- “La serra solare” Claudio Zappone. Napoli. Sistemi editoriali. 2009. A cura di Gianni Scudo e Mario Grosso.
- “Progettare con il clima: un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico” Victor Olgyay. Nuova ed. Roma. Muzzio. 2013. Trad. e adattamento di Girolamo Mancuso.

- “L'energia nel progetto di architettura” Rafael Serra Florensa, Helena Coch Roura; cura della traduzione italiana di Gianni Scudo e Alessandro Rogora. Milano, CittaStudi. 199
- \*Introduzione alla progettazione sostenibile“ Steven V. Szokolay; prefazione di Sergio Croce. Milano: Hoepli, 2006.
- \*Climate considerations in building and urban design” Baruch Givoni. New York. Van Nostrand Reinhold, 1998.
- “Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects” Norbert Lechner. 3 ed. Hoboken: Wiley. 2009.
- “Serramenti e vetrazioni” Gian Luca Brunetti, Wolters Kluwer Italia, 2012.
- “Il recupero energetico ambientale del costruito” a cura di Pietromaria Davoli; prefazione di Graziano Trippa; presentazione di Mark Gillott; contributi di Keoma Ambrogio. Santarcangelo di Romagna: Maggioli, 2010.
- “Solar Air System: A Design Handbook” ditor: S. Robewrt Hastings. London : James & James, 1999.
- “Solar air systems : built examples” editor: S. Robewrt Hastings. London : James & James, 1999.
- “Passive solar buildings” edited by J. Douglas Balcomb. Cambrige (Mass.); London. 1992.
- “Architettura solare: tecnologie passive e valutazione costi-benefici” Maria Bottero. Milano. CLUP, 1984
- “Architettura a zero emissioni: verso un futuro ad energia solare” Mary Guzowski. Modena. Logos, 2010
- “Manuale di energia solare” Vittorio Bearzi. Milano, Tecniche nuove, 2009
- “In detail: architettura solare: strategie, visioni, concetti” a cura di Christian Schittich. Monaco di Baviera: Detail; 2003.

# FONTI DELLE ILLUSTRAZIONI

Le illustrazioni vengono descritte da sinistra verso destra e dall'alto verso il basso:

Pg. 08: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 13: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 13: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 13: Fonte immagine: [www.realworldenergy.com](http://www.realworldenergy.com)

Pg. 14: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 14: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 14: Fonte immagine: [yoavweiss.wordpress.com](http://yoavweiss.wordpress.com)

Pg. 15: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 15: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 15: Fonte immagine: [www.archiexpo.com](http://www.archiexpo.com)

Pg. 16: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 16: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 16: Fonte immagine: libro "Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects" di Lechner & Norbert.

Pg. 17: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 17: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 17: Fonte immagine: [www.panoramio.com](http://www.panoramio.com)

Pg. 18: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 18: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 18: Fonte immagine: [www.casaclima.com](http://www.casaclima.com)

Pg. 19: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 19: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 19: Fonte immagine: [www.casaclima.com](http://www.casaclima.com)

Pg. 20: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 20: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 20: Fonte immagine: [www.dreamstime.com](http://www.dreamstime.com)

Pg. 21: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 21: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 21: Fonte immagine: [archrecord.construction.com](http://archrecord.construction.com), foto di Iwan Baan

Pg. 22: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 22: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 22: Fonte immagine: [it.dreamstime.com](http://it.dreamstime.com)

Pg. 23: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 23: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 23: Fonte immagine: [www.casaclima.com](http://www.casaclima.com)

Pg. 24: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 24: Fonte immagine: libro "Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects" di Lechner & Norbert.

Pg. 25: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 25: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 25: Fonte immagine: [it.dreamstime.com](http://it.dreamstime.com)

Pg. 26: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 26: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 26: Fonte immagine: [it.dreamstime.com](http://it.dreamstime.com)

Pg. 27: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 27: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 27: Fonte immagine: [knowledgepublications.com](http://knowledgepublications.com): Heating and Cooling Your Home

Pg. 28: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 28: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 28: Fonte immagine: [www.edilportale.com](http://www.edilportale.com)

Pg. 29: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 29: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 29: Fonte immagine: [solar.calfinder.com](http://solar.calfinder.com), photo credit by Jeremy Levine Design via Flickr CC

Pg. 30: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 30: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 30: Fonte immagine: [www.awn.it](http://www.awn.it), foto di Pez Hejduk

Pg. 31: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 31: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 31: Fonte immagine: [www.edilportale.com](http://www.edilportale.com)

Pg. 32: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 32: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 32: Fonte immagine: [digilander.libero.it](http://digilander.libero.it)

Pg. 33: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 33: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 33: Fonte immagine: [www.marazzi.it](http://www.marazzi.it)

Pg. 38: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 38: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 38: Fonte immagine: [www.villedilusso.org](http://www.villedilusso.org)

Pg. 39: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.

Pg. 39: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 39: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 40: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 40: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 40: Fonte immagine: [www.fosterandpartners.com](http://www.fosterandpartners.com)

Pg. 41: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.

Pg. 41: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 41: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 42: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 42: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 42: Fonte immagine: [commons.wikimedia.org](http://commons.wikimedia.org), di Nick Carson

Pg. 43: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.

Pg. 43: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 43: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 44: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 44: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 44: Fonte immagine: [www.thejournal.co.uk](http://www.thejournal.co.uk)

Pg. 45: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.

Pg. 45: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 45: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.



- Pg. 46: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 46: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 46: Fonte immagine: italcina.cn  
Pg. 47: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 47: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 47: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.
- Pg. 48: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 48: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 48: Fonte immagine: www.iguzzini.com  
Pg. 49: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 49: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 49: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.
- Pg. 50: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 50: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 50: Fonte immagine: libro "Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects" di Lechner & Norbert.  
Pg. 51: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 51: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 51: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.
- Pg. 52: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 52: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 52: Fonte immagine: www.solaripedia.com, di KieranTimberlake Associates  
Pg. 53: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 53: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 53: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.
- Pg. 54: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 54: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 54: Fonte immagine: www.archdaily.mx di Hisao Suzuki  
Pg. 55: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 55: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 55: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.
- Pg. 56: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 56: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 56: Fonte immagine: libro "Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects" di Lechner & Norbert.  
Pg. 57: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 57: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 57: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.
- Pg. 58: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 58: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 58: Fonte immagine: www.edilportale.com
- Pg. 59: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 59: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 59: Fonte immagine: architecturelinked.com
- Pg. 60: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 60: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 60: Fonte immagine: proyectos23g.blogspot.it  
Pg. 61: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 61: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 61: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

- Pg. 62: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 62: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 62: Fonte immagine: vi.sualize.us, di Joe Galanti  
Pg. 63: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 63: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 63: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.
- Pg. 64: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 64: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 64: Fonte immagine: vi.sualize.us  
Pg. 65: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 65: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 65: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.
- Pg. 66: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 66: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 66: Fonte immagine: www.lenoirmetallerie.fr  
Pg. 67: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 67: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 67: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.
- Pg. 68: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 68: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 68: Fonte immagine: libro "Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects" di Lechner & Norbert.  
Pg. 69: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 69: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 69: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.
- Pg. 70: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 70: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 70: Fonte immagine: www.vitruvius.com.br, foto di Guido Chouela
- Pg. 72: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 72: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 72: Fonte immagine: ticketsystem.hocoplast.com  
Pg. 73: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 73: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 73: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.
- Pg. 74: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 74: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 74: Fonte immagine: www.shuttersaustralia.com.au  
Pg. 75: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 75: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 75: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.
- Pg. 76: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 76: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 76: Fonte immagine: abduzeedo.com  
Pg. 77: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 77: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.  
Pg. 77: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.
- Pg. 78: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 78: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.  
Pg. 78: Fonte immagine: www.realproject.it

Pg. 79: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.

Pg. 79: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.

Pg. 79: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 80: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 80: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 80: Fonte immagine: [www.aretende.it](http://www.aretende.it)

Pg. 81: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.

Pg. 81: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.

Pg. 81: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 82: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 82: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 82: Fonte immagine: [singleaspect.org.uk](http://singleaspect.org.uk)

Pg. 83: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.

Pg. 83: immagine creata per questo volume tramite il programma ecotect, autore Stefano Bollati.

Pg. 83: tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 87: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 87: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 87: Fonte immagine: [abduzeedo.com](http://abduzeedo.com)

Pg. 88: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 88: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 88: Fonte immagine: [www.casaclima.com](http://www.casaclima.com)

Pg. 89: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 89: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 89: Fonte immagine: [www.casaclima.com](http://www.casaclima.com)

Pg. 90: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 90: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 90: Fonte immagine: [www.radiantbarrierguru.com](http://www.radiantbarrierguru.com)

Pg. 91: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 91: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 91: Fonte immagine: [www.blingcheese.com](http://www.blingcheese.com)

Pg. 92: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 92: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 92: Fonte immagine: [archrecord.construction.com](http://archrecord.construction.com), foto di Iwan Baan

Pg. 93: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 93: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 93: Fonte immagine: [it.dreamstime.com](http://it.dreamstime.com)

Pg. 94: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 94: Fonte immagine: [www.casaclima.com](http://www.casaclima.com)

Pg. 95: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 95: Fonte immagine: libro "Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects" di Lechner & Norbert.

Pg. 96: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 96: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 96: Fonte immagine: libro "Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods For Architects" di Lechner & Norbert.

Pg. 97: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 97: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 97: Fonte immagine: [www.sevilla21.es](http://www.sevilla21.es)

Pg. 98: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 98: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 98: Fonte immagine: [www.sevilla21.es](http://www.sevilla21.es)

Pg. 99: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 99: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 99: Fonte immagine: [www.promotedesign.it](http://www.promotedesign.it)

Pg. 100: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 100: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 100: Fonte immagine: [www.gattinoalluminio.it](http://www.gattinoalluminio.it)

Pg. 101: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 101: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 101: Fonte immagine: [digilander.libero.it](http://digilander.libero.it)

Pg. 102: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 102: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 102: Fonte immagine: [www.marazzi.it](http://www.marazzi.it)

Pg. 107: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 107: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 108: *tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 109: *tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 110: Fonte immagine: [design-milk.com](http://design-milk.com)

Pg. 110: Fonte immagine: [design-milk.com](http://design-milk.com)

Pg. 110: Fonte immagine: [design-milk.com](http://design-milk.com)

Pg. 110: Fonte immagine: [osindustries.com](http://osindustries.com)

Pg. 110: Fonte immagine: [mindfuldesignconsulting.com](http://mindfuldesignconsulting.com)

Pg. 110: Fonte immagine: [mindfuldesignconsulting.com](http://mindfuldesignconsulting.com)

Pg. 110: Fonte immagine: [mindfuldesignconsulting.com](http://mindfuldesignconsulting.com)

Pg. 111: Fonte immagine: [design-milk.com](http://design-milk.com)

Pg. 111: Fonte immagine: [dornob.com](http://dornob.com)

Pg. 111: Fonte immagine: [design-milk.com](http://design-milk.com)

Pg. 111: Fonte immagine: [www.archithings.com](http://www.archithings.com)

Pg. 111: Fonte immagine: [it.dreamstime.com](http://it.dreamstime.com)

Pg. 111: Fonte immagine: [it.dreamstime.com](http://it.dreamstime.com)

Pg. 111: Fonte immagine: [it.dreamstime.com](http://it.dreamstime.com)

Pg. 112: Fonte immagine: dal libro B. Givoni, "Climate Considerations on Building and Urban Design", Wiley, New York 1998

Pg. 113: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 113: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 114: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 114: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 114: *immagine creata per questo volume tramite il programma Dialux, autore Stefano Bollati.*

Pg. 114: *immagine creata per questo volume tramite il programma Ecotect, autore Stefano Bollati.*

Pg. 115: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 115: *tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 115: *immagine creata per questo volume tramite il programma Ecotect, autore Stefano Bollati.*

Pg. 116: *immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 116: *tabella creata per questo volume, autore Stefano Bollati.*

Pg. 116: *immagine creata per questo volume tramite il programma Ecotect, autore Stefano Bollati.*



Pg. 117: Fonte immagine: da una lezione del professore Marco Frascarolo

Pg. 117: Fonte immagine: numero di pubblicazione US20130301134 A1, brevetto di Isamu James Yokota

Pg. 117: Fonte immagine: numero di pubblicazione US20130301134 A1, brevetto di Isamu James Yokota

Pg. 117: Fonte immagine: numero di pubblicazione US20130301134 A1, brevetto di Isamu James Yokota

Pg. 118: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 118: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 118: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 118: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 119: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 120: Fonte immagine: dal libro "In detail: architettura solare: strategie, visioni, concetti" a cura di Christian Schittich.

Pg. 120: Fonte immagine: dal libro "In detail: architettura solare: strategie, visioni, concetti" a cura di Christian Schittich.

Pg. 120: Fonte immagine: [www.ecoedility.it](http://www.ecoedility.it)

Pg. 120: Fonte immagine: [www.archilepore.it](http://www.archilepore.it)

Pg. 120: Fonte immagine: [www.pasolar.ncat.org](http://www.pasolar.ncat.org)

Pg. 120: Fonte immagine: [climartsrl.com](http://climartsrl.com)

Pg. 121: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 122: Fonte immagine: dal libro "In detail: architettura solare: strategie, visioni, concetti" a cura di Christian Schittich.

Pg. 122: Fonte immagine: [www.nzdl.org](http://www.nzdl.org)

Pg. 122: Fonte immagine: [www.ecoedility.it](http://www.ecoedility.it)

Pg. 122: Fonte immagine: [www.examiner.com](http://www.examiner.com)

Pg. 122: Fonte immagine: da una lezione del professore Marco Frascarolo

Pg. 122: Fonte immagine: [www.e-architect.co.uk](http://www.e-architect.co.uk)

Pg. 122: Fonte immagine: [ww.fosterandpartners.com](http://ww.fosterandpartners.com)

Pg. 123: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 123: immagine creata per questo volume, autore Stefano Bollati.

Pg. 124: Fonte immagine: lezione nel departament d'expressió gràfica nella Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès

Pg. 124: Fonte immagine: [www.hi-id.com](http://www.hi-id.com)

Pg. 124: Fonte immagine: [www.fotosimagenes.org](http://www.fotosimagenes.org)

Pg. 124: Fonte immagine: lezione nel departament d'expressió gràfica nella Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès

Pg. 124: Fonte immagine: [www.fotosimagenes.org](http://www.fotosimagenes.org)

Pg. 124: Fonte immagine: [www.architravel.com](http://www.architravel.com)

Pg. 124: Fonte immagine: [artobserved.com](http://artobserved.com)

Pg. 125: Fonte immagine: [www.europaconcorsi.com](http://www.europaconcorsi.com)

Pg. 125: Fonte immagine: [www.europaconcorsi.com](http://www.europaconcorsi.com)

Pg. 125: Fonte immagine: [www.betterbricks.com](http://www.betterbricks.com)

Pg. 125: Fonte immagine: [cchatterbox.typepad.com](http://cchatterbox.typepad.com)

Pg. 125: Fonte immagine: [www.hopkins.co.uk](http://www.hopkins.co.uk)

Pg. 125: Fonte immagine: [gaia.lbl.gov](http://gaia.lbl.gov)

Pg. 125: Fonte immagine: dal libro "In detail: architettura solare: strategie, visioni, concetti" a cura di Christian Schittich.

Pg. 125: Fonte immagine: [www.mimoo.eu](http://www.mimoo.eu)



*A Lucia:  
nella speranza che tu trovi la forza per proseguire gli studi*

