



Video a cura dell'Università degli Studi di Firenze - tutti i diritti riservati. Il video e tutti i contenuti presenti all'interno di questo video sono protetti dai diritti d'autore. Possono essere utilizzati, personalmente dagli aventi diritto, per esclusivo scopo didattico e di ricerca; non possono essere commercializzati, diffusi, distribuiti, modificati né utilizzati in altro modo che non sia espressamente autorizzato dai titolari e/o detentori dei diritti d'autore. Ai fini del rispetto della normativa in materia di protezione dati l'utilizzo dei video è consentito esclusivamente per uso personale, mentre ne è vietata ogni ulteriore operazione di trattamento senza il preventivo consenso dell'interessato. Si ricorda che al fuori dell'uso strettamente personale, per ogni ulteriore utilizzo lo studente sarà considerato Titolare del trattamento e soggetto agli obblighi di legge previsti per tale figura. Ogni violazione sarà punita sulla base della vigente normativa sul diritto d'autore e sulla protezione dei dati personali.

Copyright © 2020 by Università degli Studi di Firenze *The video and all its contents are protected by copyright. They can be used, personally by those entitled, for the exclusive teaching and research purposes; they cannot be marketed, disseminated, distributed, modified or used in any other way that is not expressly authorized by the owners and / or holders of copyright. For the purposes of compliance with data protection law, the use of videos is only allowed for personal use, while any further processing operation is prohibited without the prior consent of the data subject. Please note that outside the strictly personal use, for any further use the student will be considered Data Controller and subject to the legal obligations provided for that figure. Any infringement will be punished according to the current legislation on copyright and on privacy protection.*



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

**DIDA**  
DIPARTIMENTO DI  
ARCHITETTURA



**CNA  
PPC**



CONSIGLIO NAZIONALE  
DEGLI ARCHITETTI  
PIANIFICATORI  
PAESAGGISTI  
E CONSERVATORI

# Cenni sulla progettazione bioclimatica



**Prof. R. Romano**



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

**DIDA**  
DIPARTIMENTO DI  
ARCHITETTURA

## L'APPROCCIO BIOCLIMATICO

Approccio specifico nell'ambito della progettazione architettonica teso a sfruttare, nel design e nelle scelte tecnologiche di progetto, le **caratteristiche ambientali dei siti di intervento** (condizioni morfologiche, climatiche ecc. ) per il condizionamento estivo/invernale degli edifici.



### Perché scegliere un approccio bioclimatico

- ◆ **Riduzione della spesa energetica totale**

( in particolare del contributo energetico da fonti energetiche tradizionali )

- ◆ **Riduzione dell'impatto ambientale**

( in particolare riduzione delle emissioni di gas serra )

- ◆ **Maggiore salubrità degli ambienti per gli utenti finali**

(il microclima locale è il prodotto di flussi dinamici naturali; agli impianti tradizionali è demandata una funzione di correzione secondaria )

# Analisi Bioclimatica del Sito

Un progetto bioclimatico è per definizione fortemente dipendente dalle condizioni locali del contesto di intervento

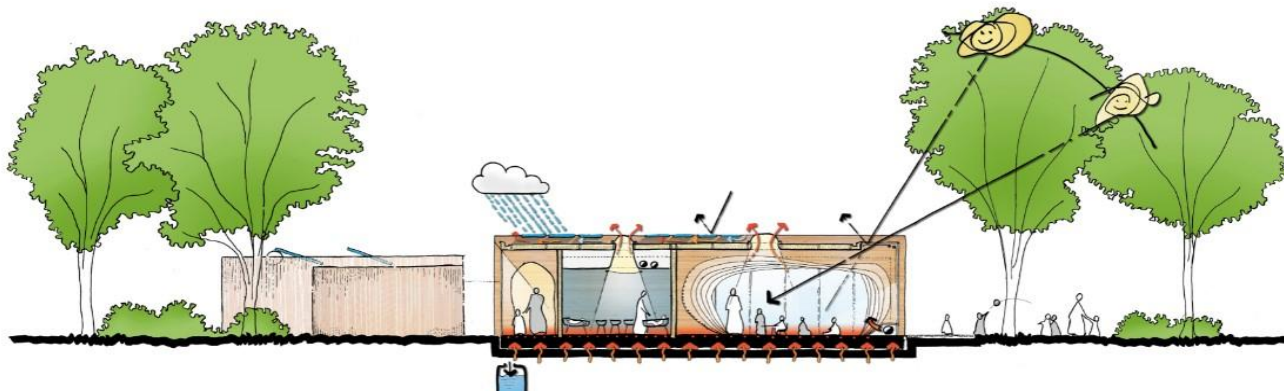
Queste costituiscono il primo e fondamentale

INPUT di progetto



*Prima fase del progetto*  
*Analisi bioclimatica del sito*

Costruzione di un **QUADRO CONOSCITIVO** sistematico delle caratteristiche del sito di intervento, funzionale alle successive fasi di elaborazione progettuale



# Analisi Bioclimatica del Sito

## ANALISI CLIMATICA

### ■ Latitudine

### ■ Dati climatici della località

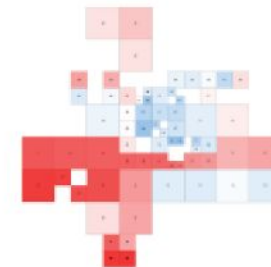
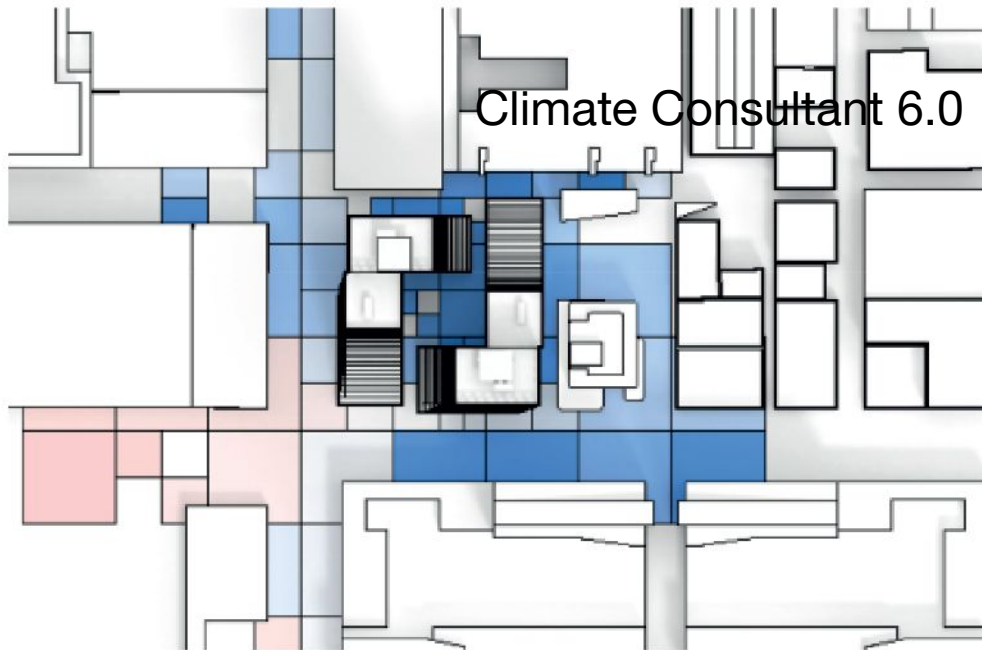
(es. Radiazione solare, velocità del vento, ecc..)

### ■ Condizioni locali specifiche

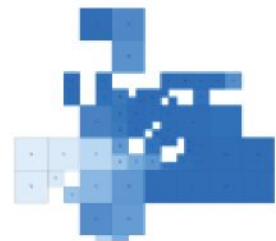
( es. presenza di venti dominanti invernali o brezze estive )

mean radiant  
temperature

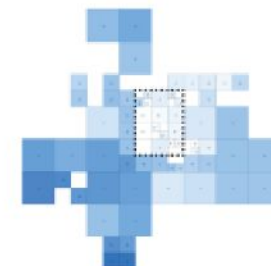
°C	F
30	86
28	82.4
26	78.8
24	75.2
22	71.6
20	68
18	64.4
16	60.8
14	57.2
12	53.6
10	50



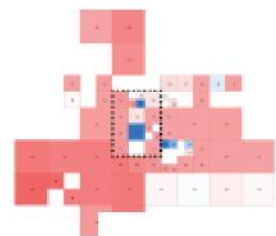
min mrt  
summer



max mrt  
summer



min mrt  
summer



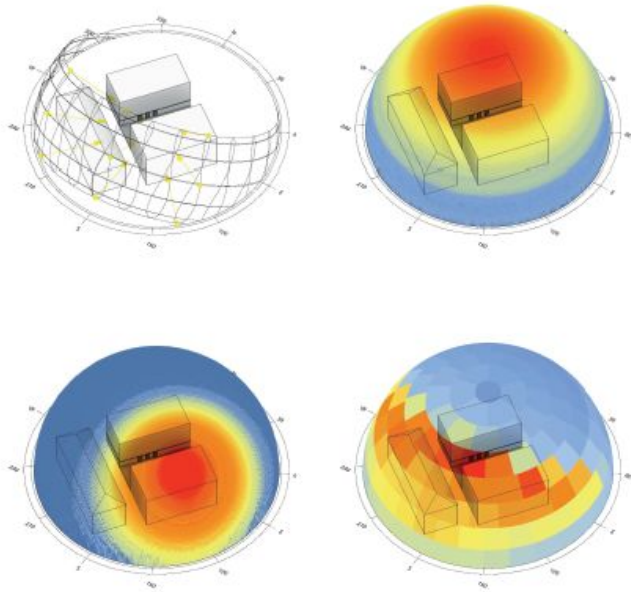
max mrt  
summer



# Analisi Bioclimatica del Sito

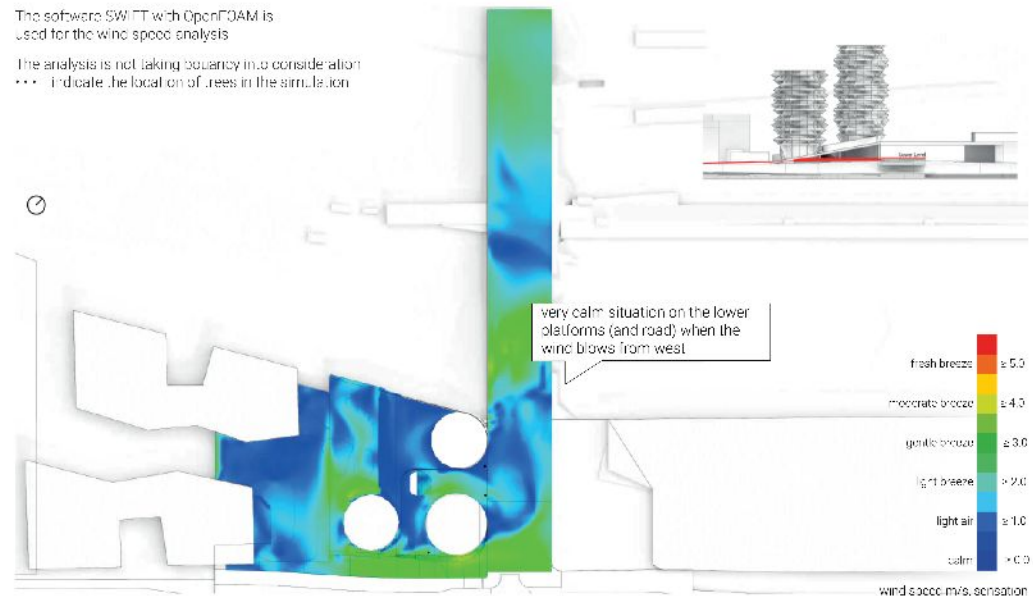
## INPUT AMBIENTE NATURALE

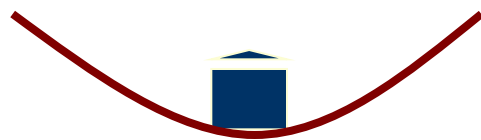
- **Orientamento e morfologia dell'area, con dinamica delle ombre**
- **Assetto della vegetazione, con dinamica delle ombre**  
( tipologia di essenze, densità e posizione rispetto all'area)
- **Vicinanza di eventuali specchi d'acqua o fiumi e loro posizione rispetto ai venti dominanti e al sito**



The software SWIFT with OpenFOAM is used for the wind speed analysis

The analysis is not taking buoyancy into consideration  
... indicate the location of trees in the simulation





**Depressione**  
**Clima caldo umido**

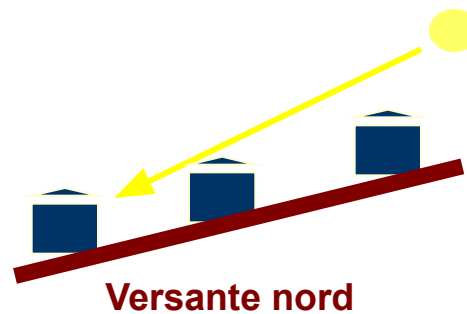
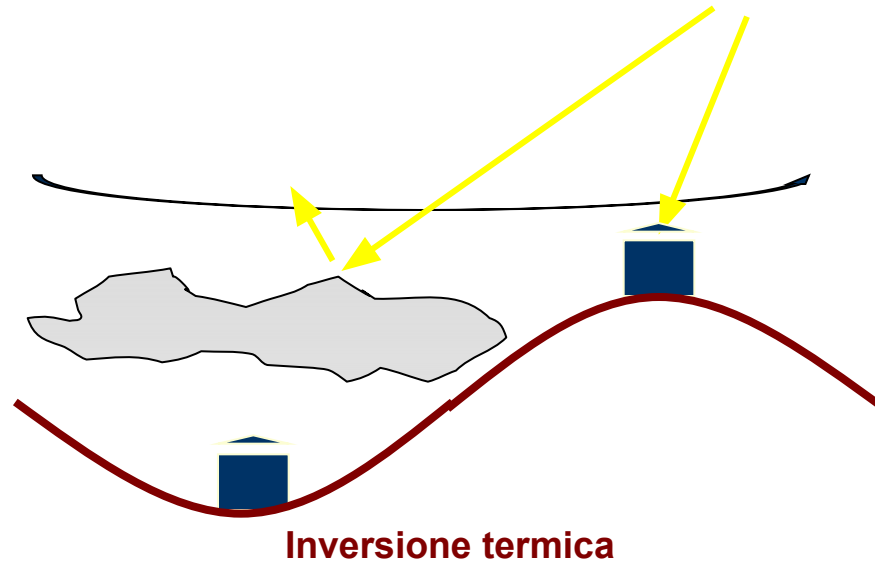


**Mezza costa**  
**Clima temperato**

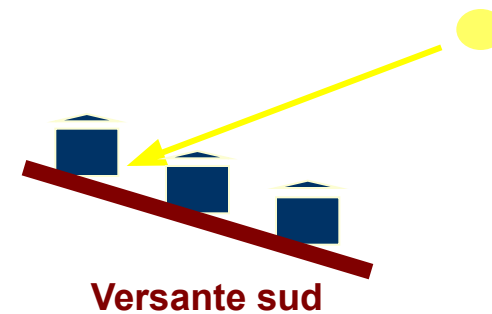


**Promontorio**  
**Clima freddo**

## Localizzazione topografica ed analisi climatica

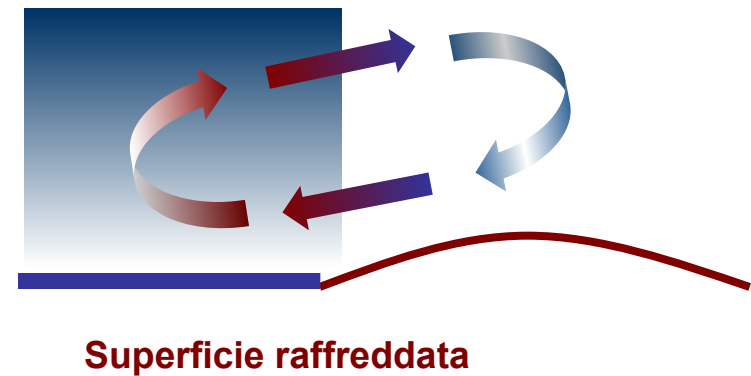
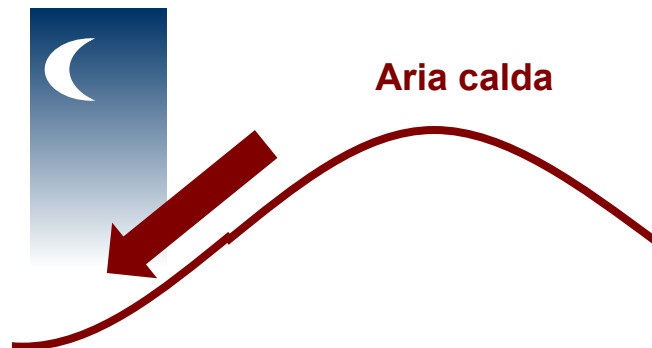
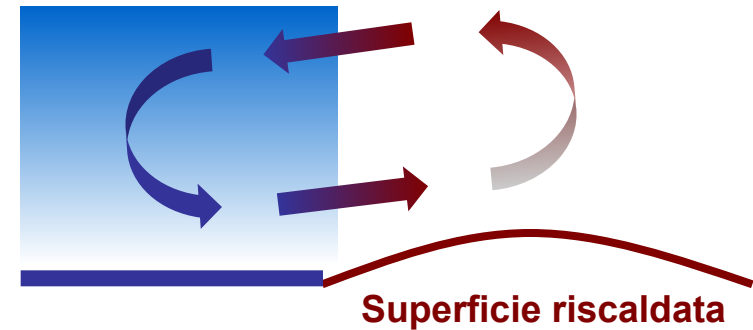
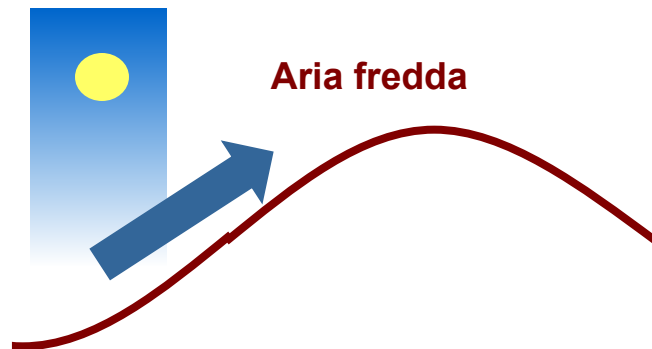


**Versante nord**



**Versante sud**

# Quadro conoscitivo dell'Ambiente Naturale

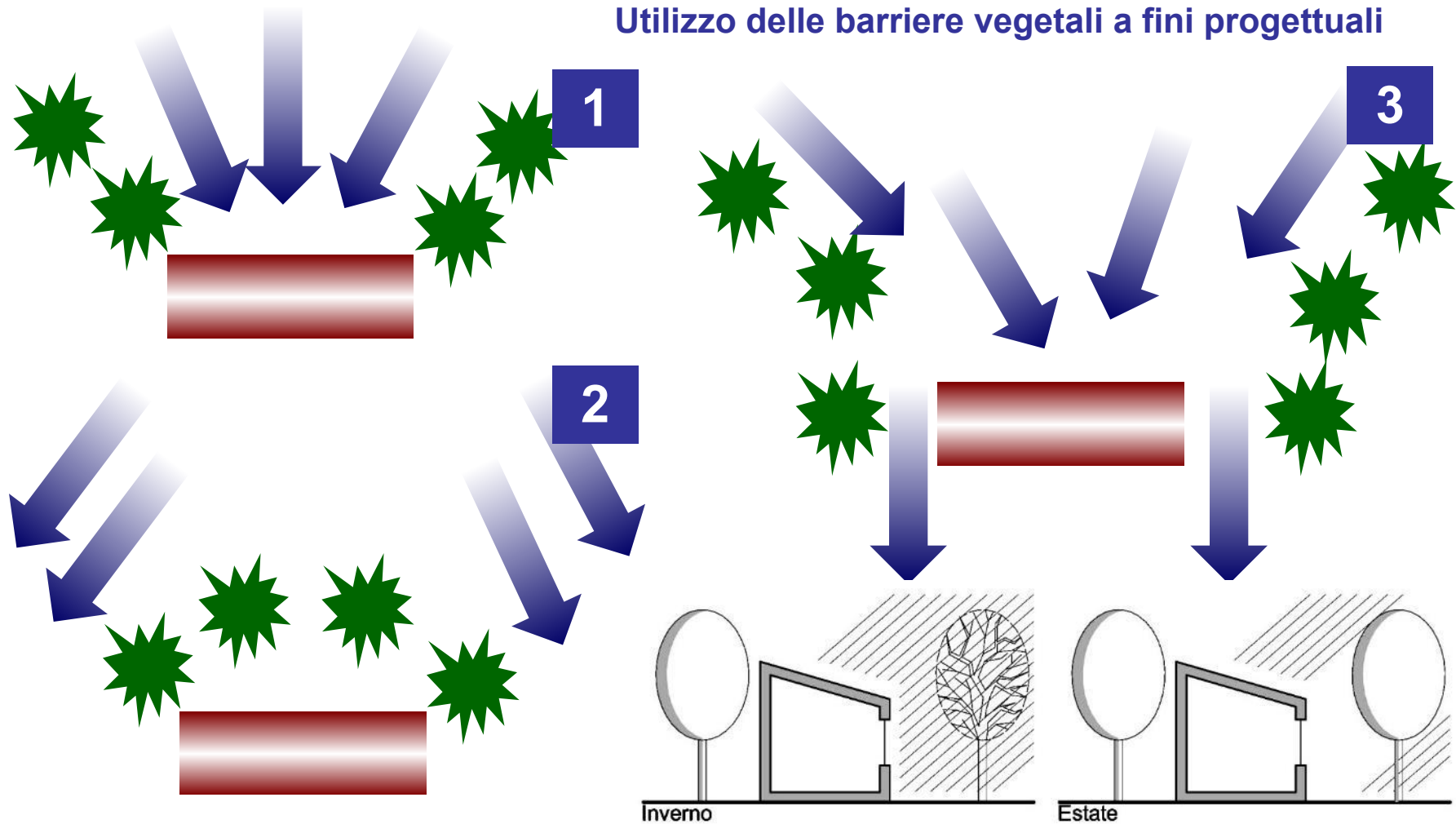


**Brezze di pendio**

**Brezze di litorale**

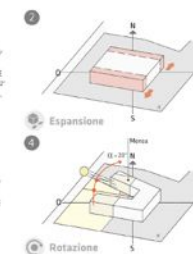
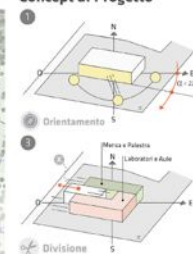


## Utilizzo delle barriere vegetali a fini progettuali





## Concept di Progetto

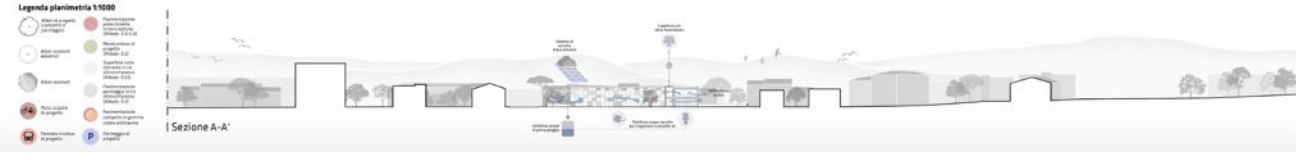
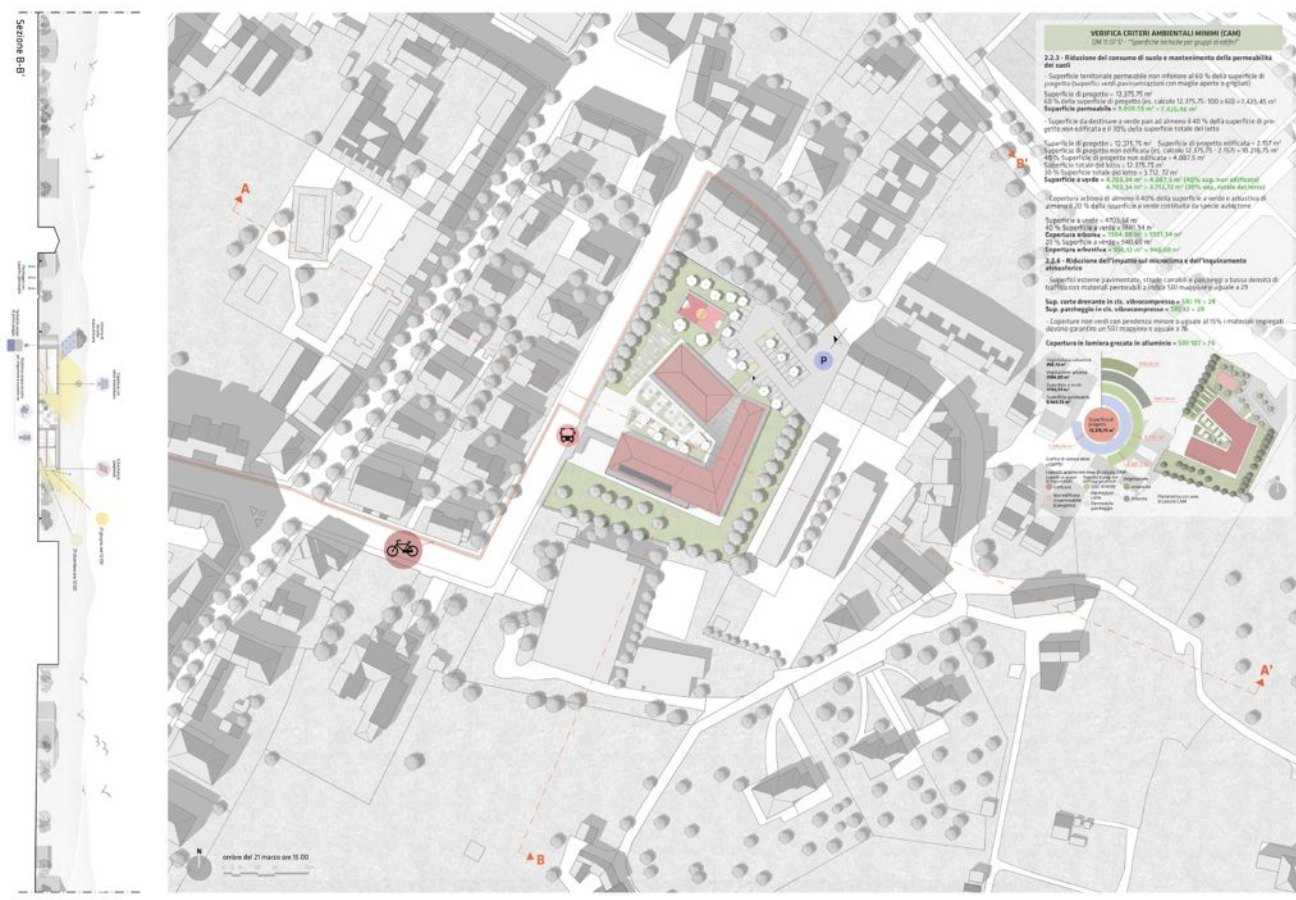
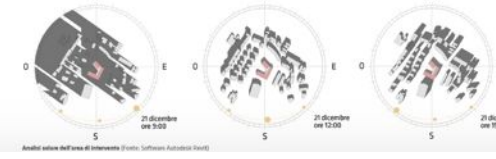
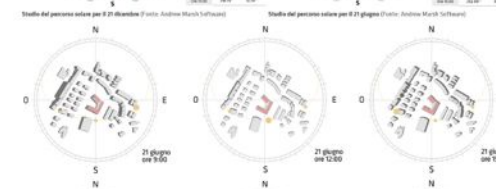
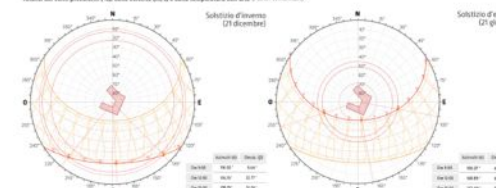
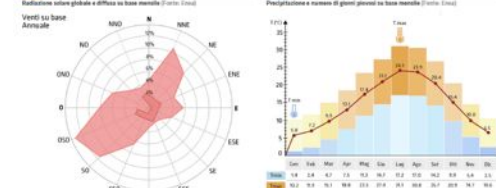
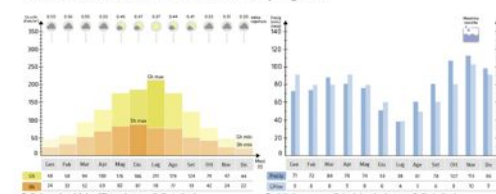


## Programma di Progetto



QUADRO FUNZIONALE	OBIETTIVI	REQUISITI DI PROGETTO
ORIENTAMENTO OTTIMALE	Maggiore esposizione possibile alla radiazione solare	Orientamento sull'asse est-ovest più favorevole
SOSTENIBILITA' ECONOMICA	Soluzioni che consentano il risparmio energetico e, in particolare, l'utilizzo di nuove energie rinnovabili	Impiego delle acque meteoriche Impianto solare termico per l'acqua calda sanitaria Impianto alimentato da una pompa di calore geotermica terra-acqua Impianto fotovoltaico per l'energia elettrica
FRUITABILITA' DALLA COMUNITA'	Involucre senza disposizione formale Esposizione di un piccolo "bici center" aperto anche in orario extra scolastico	Strutturazione di materiali con alte prestazioni differenziali per quelli scolastici e perenni specifici
COMFORT AMBIENTALE	Preservazione la ventilazione naturale Riduzione dell'inquinamento acustico proveniente dagli edifici e dall'autostrada	Aperture strategiche a seconda dei venti Riduzione dell'inquinamento acustico proveniente dagli edifici e dall'autostrada
DIVERSIFICAZIONE PER UTENZA	Creazione di spazi che rispondano alle singole esigenze	Progettazione di spazi per attività scolastiche e perenni
ACCESSIBILITA'	Eliminazione delle barriere architettoniche	Ramppe e percorsi segnalati per la fruizione degli spazi per portatori di handicap

## Analisi climatica e solare del sito di progetto





# Quadro conoscitivo dell'Ambiente Antropico

## INPUT AMBIENTE ANTROPICO

- Forma e dimensioni delle strutture elevate contigue, con dinamica delle ombre nelle diverse stagioni
- Vicinanza di superfici verticali riflettenti (es. involucri vetrati)
- Caratteristiche del suolo (pavimentazioni assorbenti, impermeabili, riflettenti ecc.)

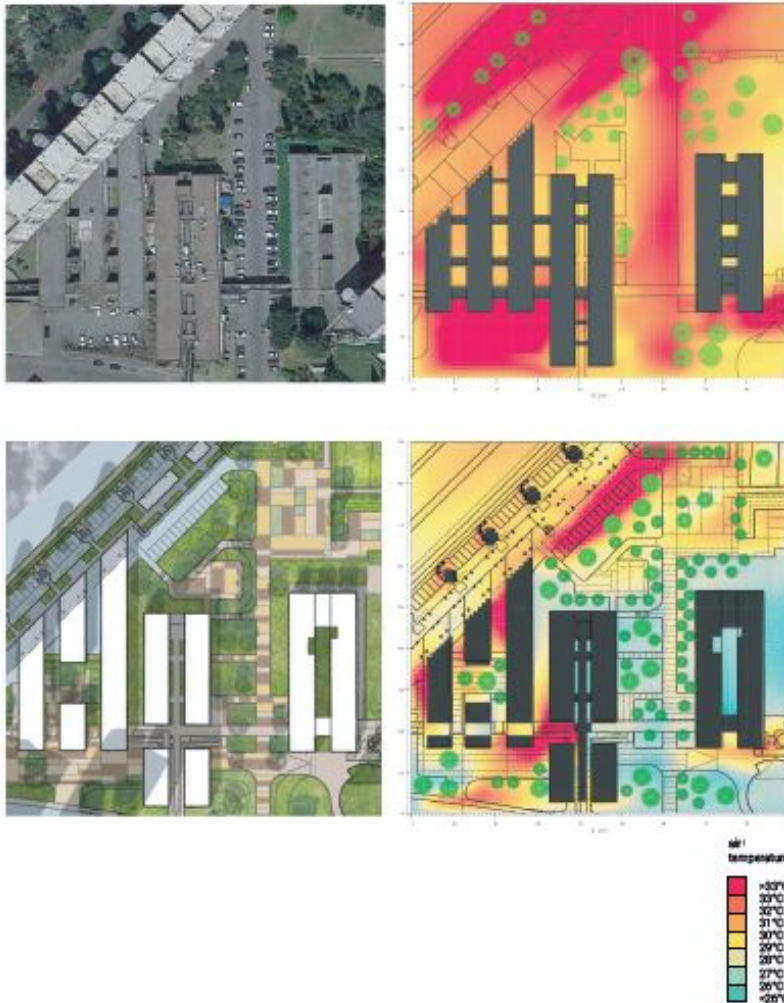
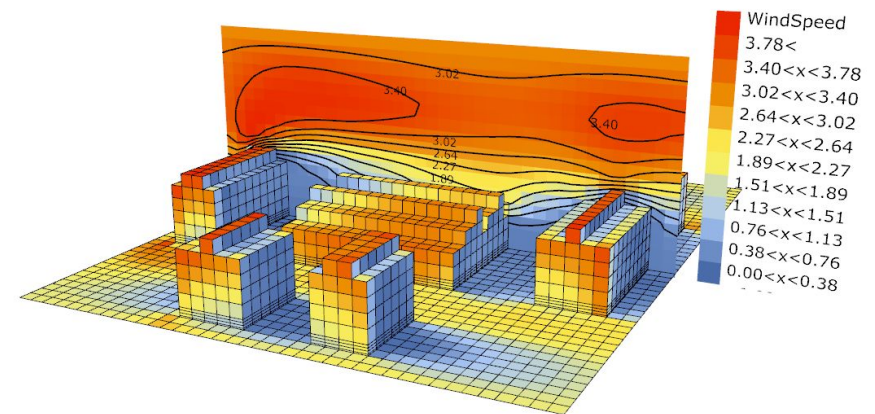


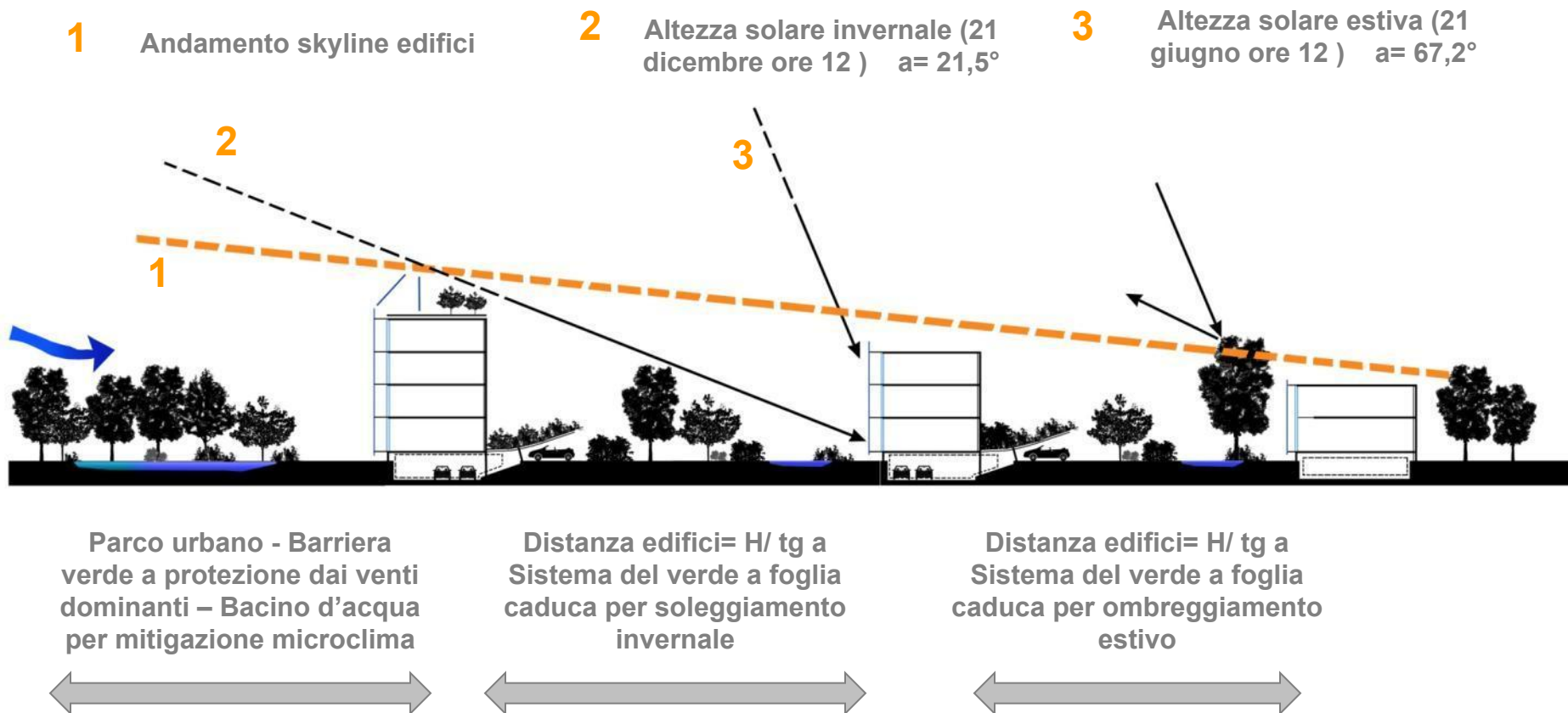
Figure 12  
Comparison of the air-temperature analysis  
between the existing condition (top) and the new  
proposed configuration (bottom).



# Quadro conoscitivo dell'Ambiente Antropico

## Forma e dimensioni delle strutture elevate contigue, con dinamica delle ombre

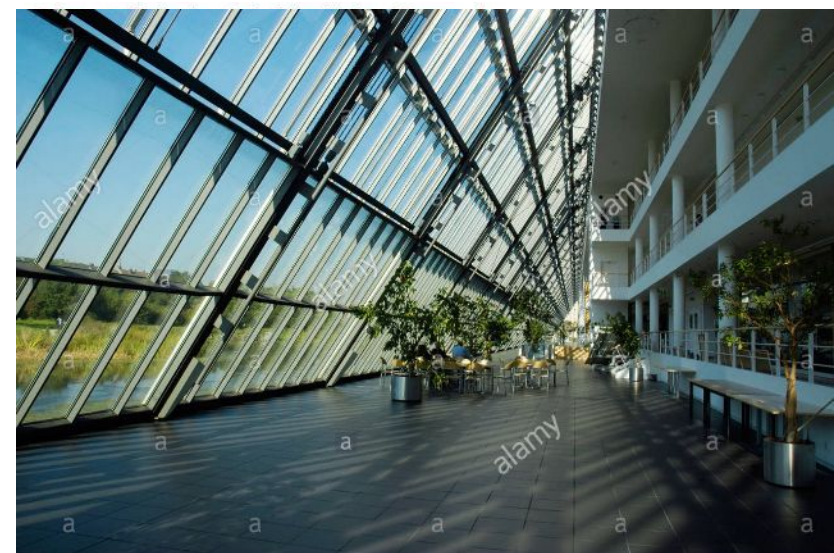
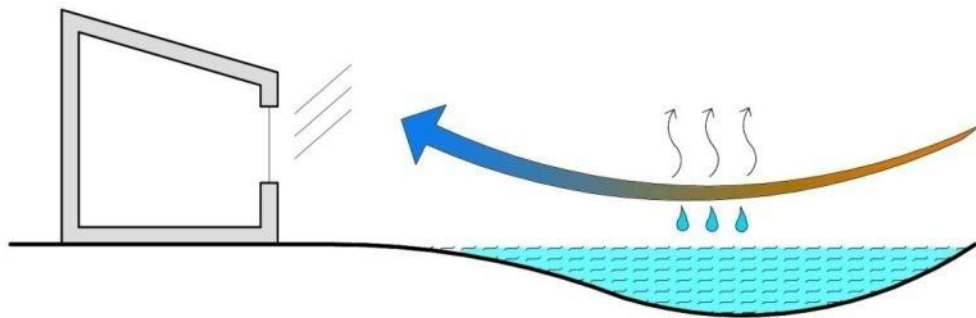
Il quadro conoscitivo del contesto non può prescindere dalla conoscenza del contesto edificato del sito di intervento, e deve necessariamente essere sviluppato per osservazione diretta, eventualmente con l'ausilio di indagini fotografiche e rilevazioni in loco.



# Quadro conoscitivo dell'Ambiente Antropico

## Vicinanza di eventuali specchi d'acqua o fiumi e loro posizione rispetto ai venti dominanti e al sito

Le grandi masse d'acqua, costituiscono generalmente un elemento mitigante per il microclima locale. In particolare nei mesi estivi, l'aria raffrescata e umidificata in corrispondenza di queste superfici può essere convogliata all'interno degli edifici per il raffrescamento passivo delle strutture.



## Vicinanza di superfici verticali riflettenti e caratteristiche del suolo

La presenza di superfici particolari può influire in modo significativo sulle condizioni di esercizio degli edifici adiacenti.

Per **superfici assorbenti** si intendono superfici continue realizzate in materiali pesanti o scuri ( pietra, asfalto ecc. ) in grado di assorbire in modo rilevante la radiazione solare e di trattenere e rilasciare lentamente il calore accumulato. Tale caratteristica è da tenere in attenta considerazione, soprattutto per la valutazione del regime estivo.

Le **superfici riflettenti** invece esercitano la loro influenza non solo incrementando il carico termico sulle superfici adiacenti ma anche alterando le condizioni di illuminazione. In particolare è da valutare il rischio di abbagliamento.

La **permeabilità delle superfici** è invece un fattore significativo in funzione del regime di smaltimento delle acque meteoriche. Un'eccessiva impermeabilizzazione aumenta lo scorrimento superficiale con conseguente aumento del rischio di allagamenti, mentre una pavimentazione permeabile non opportunamente controllata favorisce la dispersione di volumi d'acqua significativi che potrebbero invece essere riutilizzati nell'ambito dell'edificio come acque bianche non sanitarie. L'analisi dello stato di fatto delle pavimentazioni in termini di analisi della permeabilità è quindi necessaria per la ridefinizione di un corretto assetto nella successiva fase di progetto.



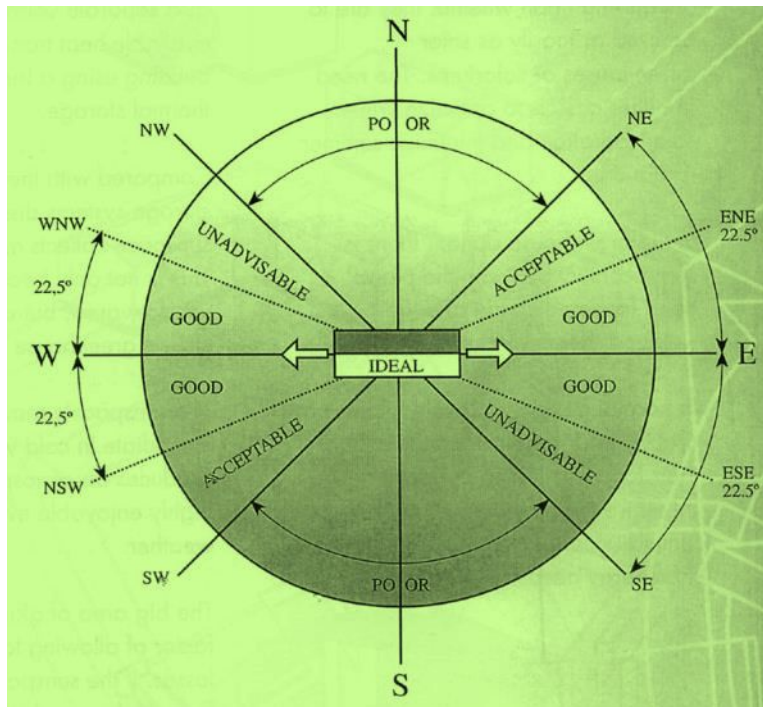


# Forma e Dimensioni di un Edificio Bioclimatico (in area mediterranea)

La **FORMA** dell'edificio, alle nostre latitudini, deve presentare un buon compromesso tra le esigenze di massima captazione invernale della radiazione e di contenimento delle dispersioni. Ove necessario, occorre prevedere la possibilità di favorire la ventilazione naturale degli ambienti nei mesi estivi.

Lo sviluppo planimetrico deve inoltre essere il più possibile compatto, in modo da minimizzare la superficie dell'involucro, con conseguente riduzione delle dispersioni

**FORMA IDEALE TEORICA : Pianta rettangolare, con asse longitudinale orientato verso Est Ovest**

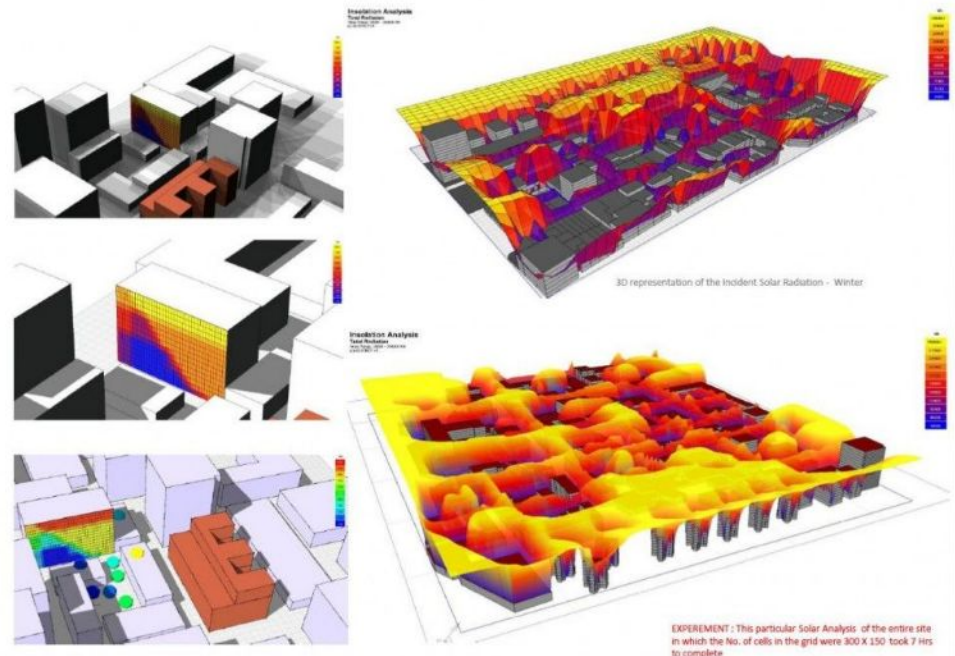
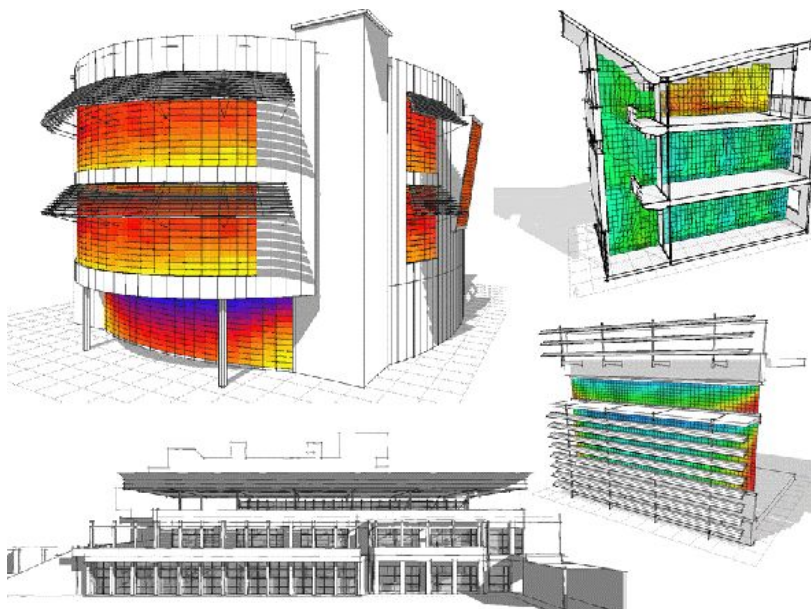


- Max captazione sul fronte S nei mesi invernali
- Min captazione sui fronti E e W nei mesi estivi, quando questi sono soggetti a maggior rischio di surriscaldamento nelle ore estreme della giornata
- Facile ventilazione trasversale degli ambienti in estate (profondità ridotta tra i fronti N e S)

**Valutazione dell'accessibilità al sole del sito di progetto :** Si riporta sul diagramma solare la sagoma di ostruzione da parte degli elementi contigui all'area, nelle varie stagioni. Si determina così una gerarchia solare all'interno del sito, fondamentale per le successive fasi di progetto.

**Valutazione dell'efficacia dei dispositivi di controllo solare previsti in sede di progetto:** Attualmente sono disponibili strumenti software in grado di costruire automaticamente i diagrammi solare, e di simulare il percorso solare rispetto a un modello di progetto ricostruito nell'ambito del programma.

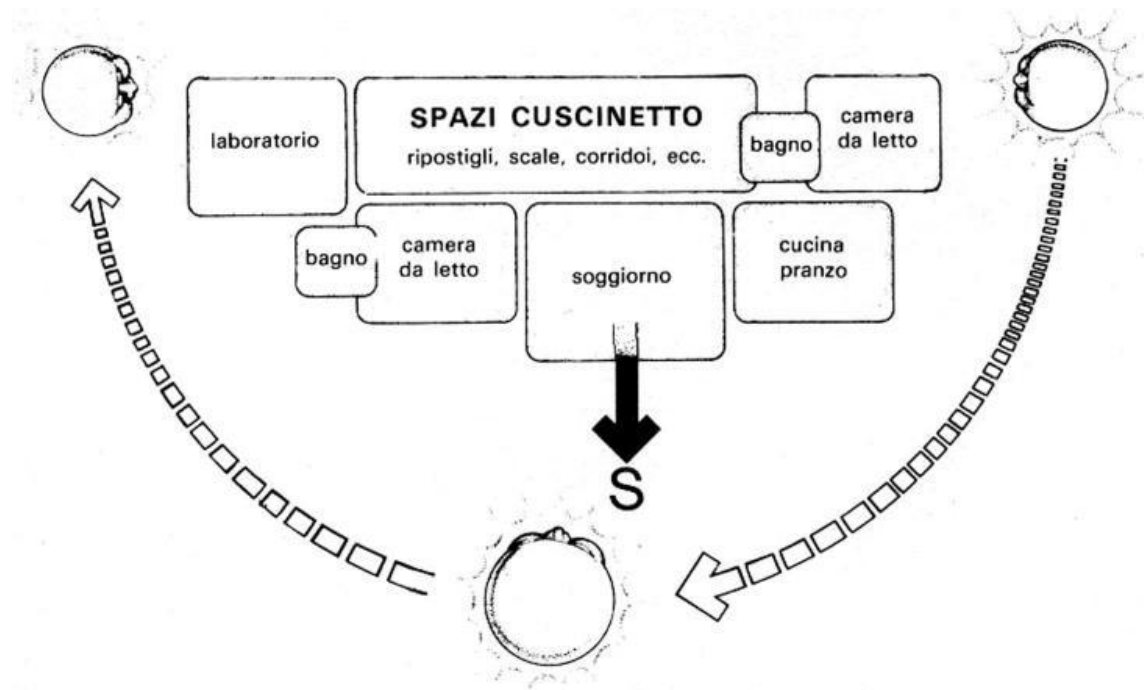
Il moto apparente del sole può essere simulato in ogni stagione e con intervalli di tempo personalizzabili.



# Zonizzazione degli Spazi Interni

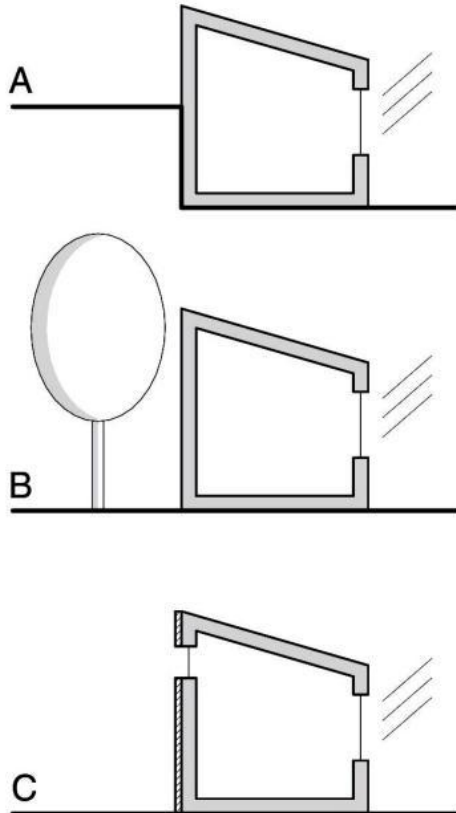
Il regime termico diversificato dei diversi fronti si ripercuote sulla **distribuzione interna delle unità funzionali**, che quindi fin da una primissima fase di progetto deve tenere conto delle seguenti indicazioni:

- **Nord** : Unità funzionali a permanenza temporanea e spazi distributivi, con funzione di protezione degli spazi principali dalle sollecitazioni esterne
- **Sud** : Unità funzionali principali a lunga permanenza e con elevate esigenze di comfort termico e luminoso
- **Orientamenti intermedi** : Unità funzionali a lunga permanenza gerarchicamente secondarie, o utilizzate preminentemente in fasce orarie determinate

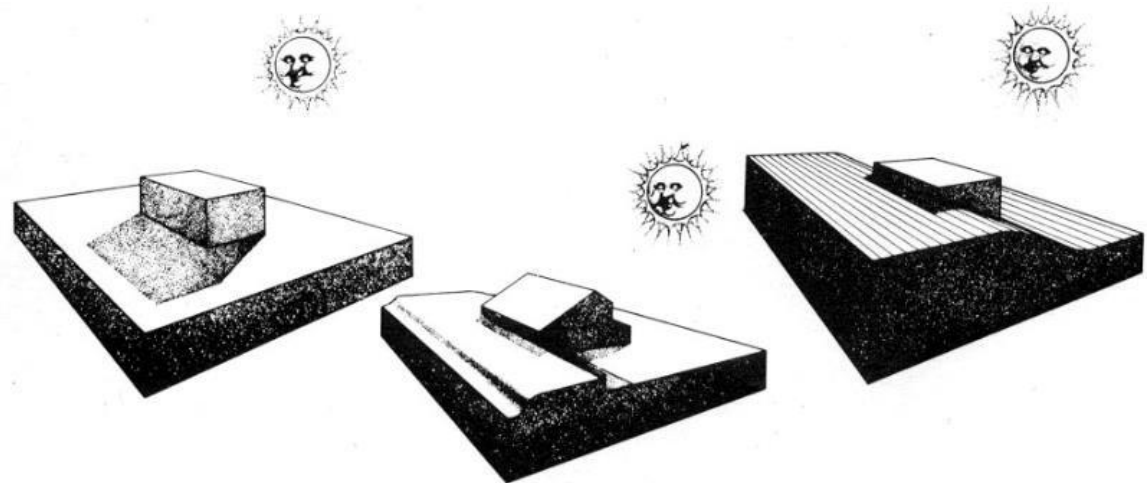


# Forma e Dimensioni di un Edificio Bioclimatico

**Nord, Nord-Est, Nord-Ovest:** Parti di involucro più soggette a dispersioni termiche in inverno, nell'ambito del progetto quindi deve essere prevista un'adequata protezione :



- Parziale o totale interramento **(A)**
- Adozione di barriere protettive (artificiali o vegetali sempreverdi) con creazione di spazi esterni protetti, sfruttabili in estate come zone fredde per il raffrescamento e la sosta. **(B)**
- Riduzione della superficie vetrata e incremento dell'isolamento **(C)**





# Individuazione dei Criteri Guida per realizzare un edificio bioclimatico

- 1** Lo schema planimetrico di aggregazione tra gli edifici deve favorire il massimo livello di soleggiamento e protezione dai venti dominanti invernali
- 2** L'edificio deve essere orientato secondo l'asse elio-termico
- 3** Si devono privilegiare forme compatte e poco disperdenti (controllo del rapporto S/V)
- 4** E' necessaria la verifica del rapporto tra la distanza degli edifici e l'altezza dei fronti in modo da garantire il **DIRITTO AL SOLE** a tutti i piani degli alloggi
- 5** La tipologia dell'edificio deve garantire le stesse potenzialità termico/energetiche per ogni alloggio.
- 6** La distribuzione interna degli alloggi deve privilegiare il posizionamento dei corpi scale, servizi e bagni verso il fronte Nord e spazi giorno sul fronte Sud
- 7** Utilizzo di sistemi passivi per il controllo termico e per una corretta ventilazione (massa termica, serre e spazi solari, camino solare, tetto verde, etc..)
- 8** Introduzione di sistemi di ombreggiamento per il controllo dell'irraggiamento estivo (vegetazione, schermi fissi o orientabili)
- 9** Utilizzo di sistemi attivi per la riduzione del consumo energetico (collettori solari e fotovoltaico)
- 10** Il sistema delle aperture deve garantire un ottimo livello di illuminazione naturale all'interno di ogni alloggio
- 11** Ogni edificio deve essere costruito utilizzando materiali eco-compatibili e con ottime prestazioni termiche
- 12** Si richiede una verifica energetica preliminare per ogni tipologia di edificio utilizzata, essenzialmente per il consumo invernale con l'indicazione dei valori di trasmittanza dei pacchetti tecnologici utilizzati per le chiusure orizzontali e verticali, nonché per i componenti finestrati
- 13** E' necessario provvedere a sistemi di raccolta delle acque piovane e alla riduzione dei consumi d'acqua



# Il Metaprogetto Bioclimatico

## A: ESIGENZE

**Benessere  
termo/igrometrico  
degli spazi esterni  
ed interni**

## B: REQUISITI

**Controllo della  
radiazione solare**

**Controllo della  
temperatura  
dell'aria**

**Controllo della  
ventilazione**

## C: STRATEGIE

**ESTATE**  
Riduzione della  
radiazione solare

Uso della  
ventilazione  
naturale

Incentivazione  
degli scambi  
convettivi

Massa termica  
come elemento  
accumulatore del  
calore durante il  
giorno

## INVERNO

Captazione solare  
passiva

Involucro isolato

Riduzione degli  
scambi convettivi

## D: ELEMENTI

Involucro edilizio

Sistemi di  
schermatura

Sistemi per  
l'illuminazione  
naturale

Sistemi per la  
climatizzazione  
invernale

Sistemi per il  
condizionamento  
estivo

Sistemi per  
l'accumulo Massa  
termica

Produzione di  
energia  
Rinnovabile

## E: CARATTERISTICHE

### MORFOLOGICHE

Compattezza delle  
forme per evitare le  
dispersioni termiche  
nei punti di giunzione

### MATERICHE

Scelta di materiali con  
elevati coefficienti di  
inerzia termica

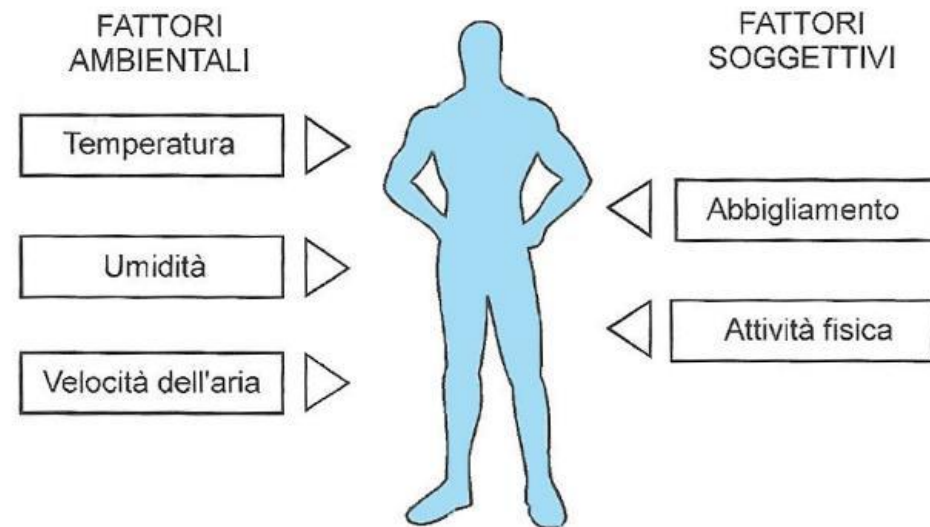


1. **FATTORI SOGGETTIVI** (attività svolta, abbigliamento, etc.)
2. **FATTORI AMBIENTALI** (temperatura, velocità dell'aria, umidità, condizioni acustiche, livello di illuminamento, etc.)

**Il corpo umano attraverso il metabolismo genera calore che deve essere smaltito**

**La quantità di calore scambiata con l'ambiente circostante dipende:**

- **Dalla temperatura media radiante**
- **Dalla velocità dell'aria**
- **Dall'umidità relativa**



# Protezione Termica in Estate:

## Ombreggiamento

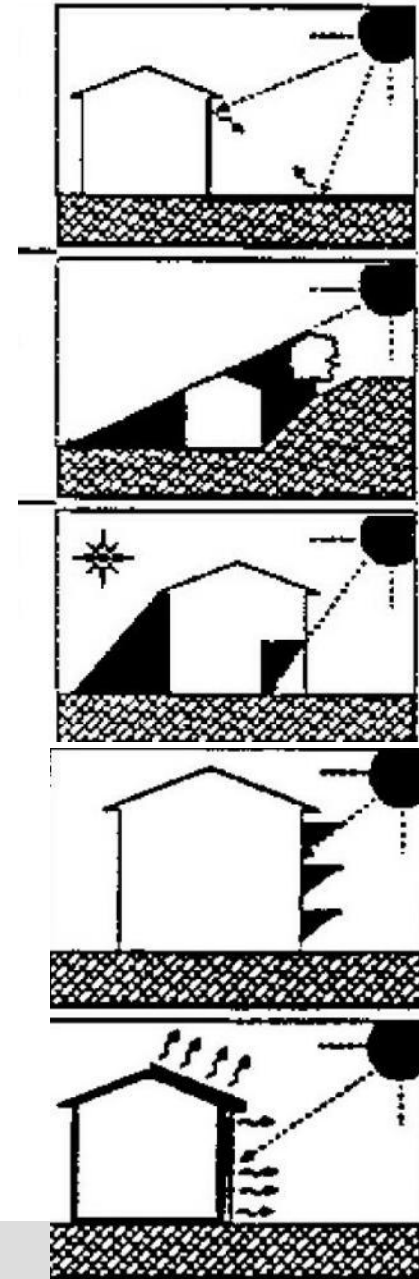
**Ridurre la riflessione** del terreno e delle finestre esposte alla radiazione solare

**Sfruttare la conformazione del terreno e le strutture artificiali e vegetazionali per ombreggiare**

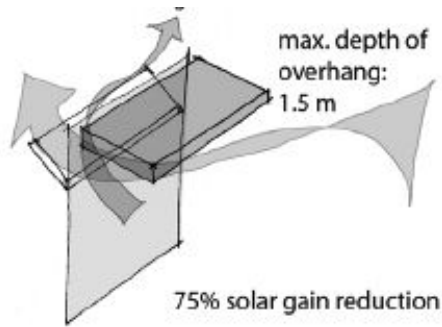
**Orientare gli edifici in modo da ridurre l'esposizione secondo il soleggiamento estivo**

**Dispositivi di ombreggiamento**

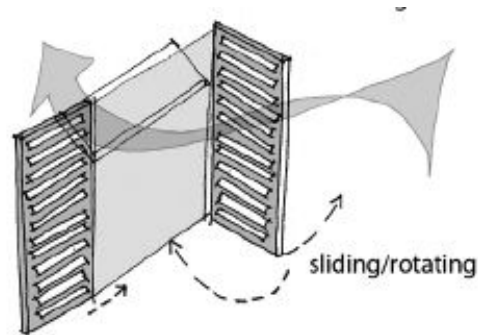
**Utilizzo di materiali che riflettono il calore**



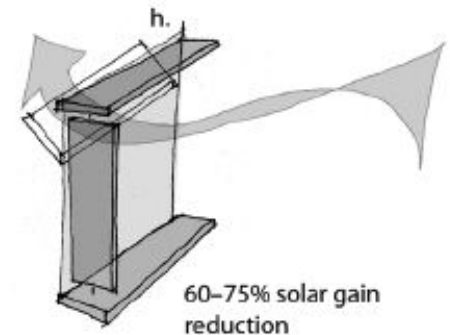
**Modalità**



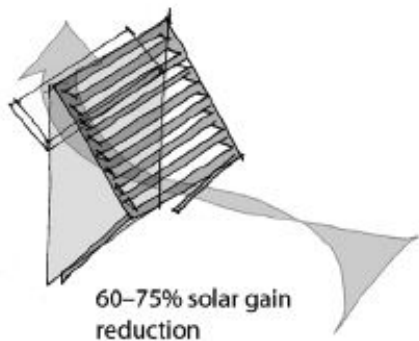
**Horizontal solar shading**  
south



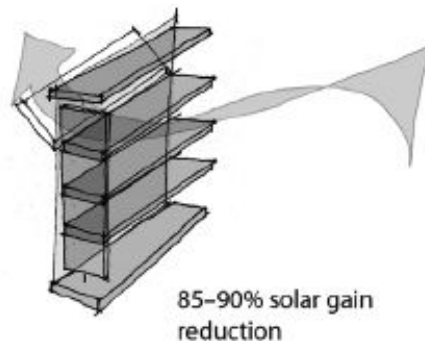
**Vertical shading**  
west/east



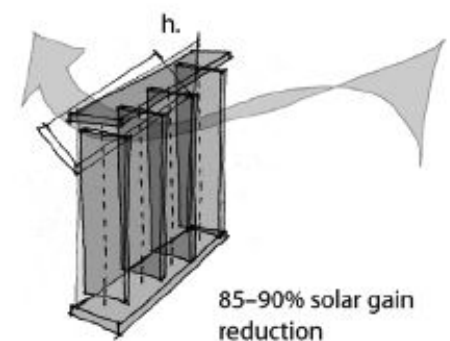
**Horizontal + vertical 'fins'**  
SW/SE



**Awning**



**(Movable) horizontal**



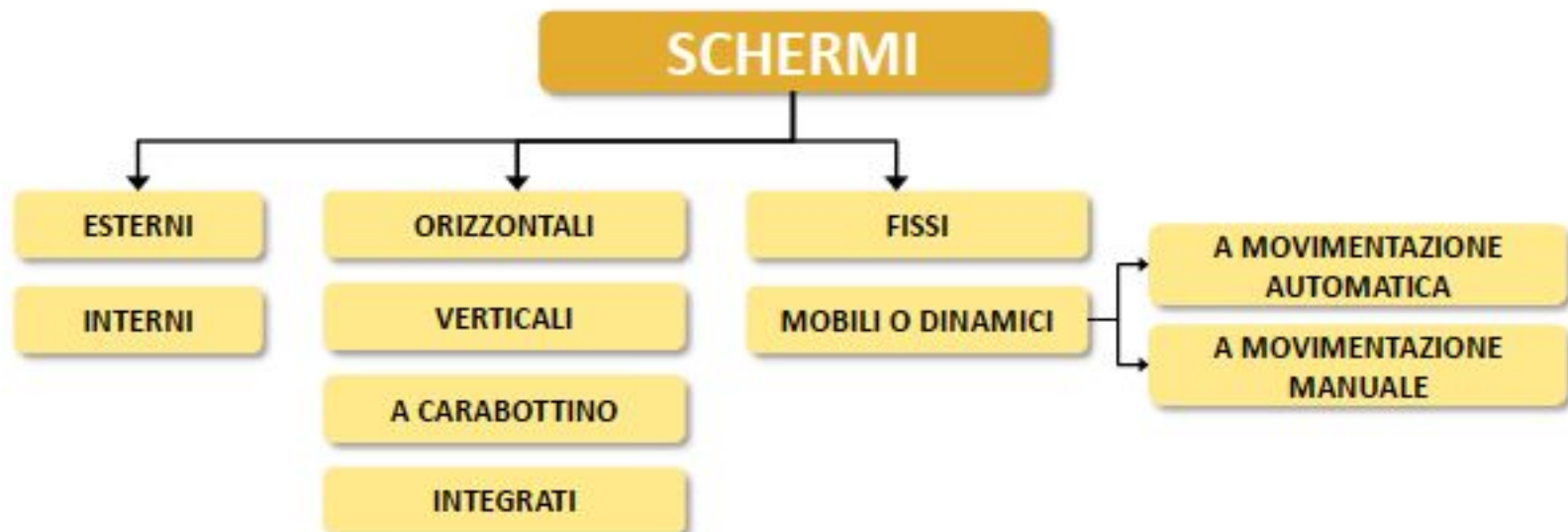
**(Movable) vertical fins/louvers**

**Le vetrate con esposizione sud, sud-est e sud-ovest dovranno disporre di protezioni esterne** progettate in modo da non bloccare l'accesso della radiazione solare diretta in inverno.

***“Lo schermo è un elemento tecnico con funzione di controllare in modo specifico l’energia radiante, l’illuminazione, il flusso termico e la visibilità tra gli spazi interni e gli spazi esterni”***

UNI 8369:1988 – Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia

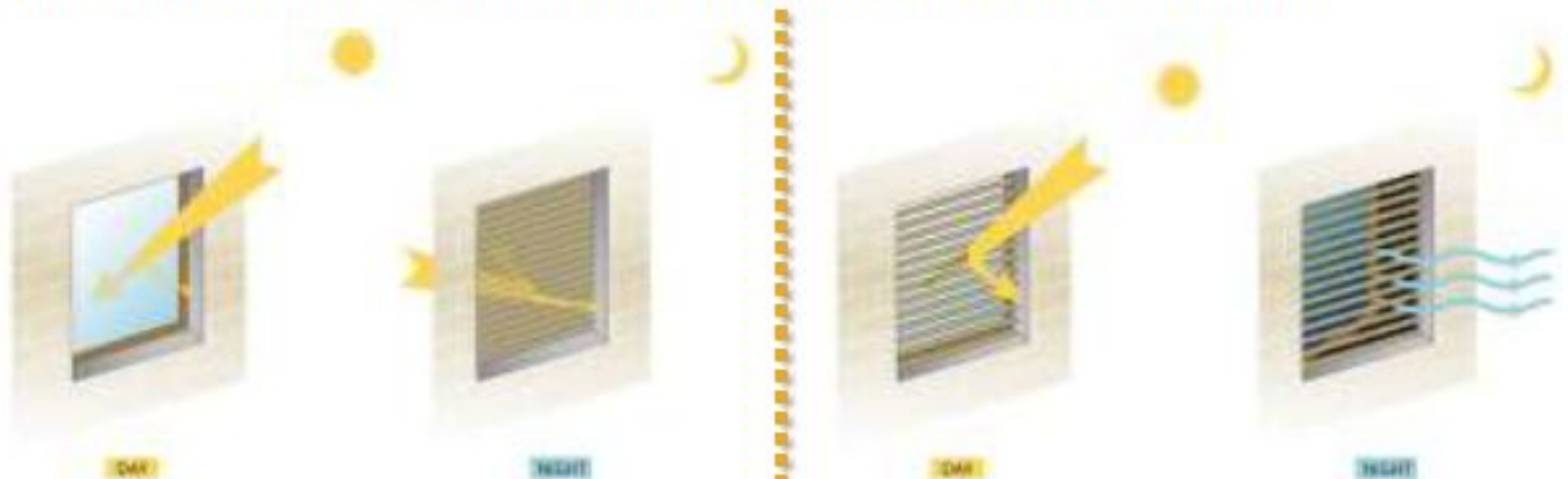
**Gli schermi sono dispositivi complementari al serramento a cui è affidato il compito di controllare la radiazione solare convogliata all’interno degli ambienti, sia dal punto di vista energetico che luminoso.** Lo schermo può contribuire ad integrare le prestazioni offerte dall’infisso come, ad esempio, la sicurezza, la resistenza alle intrusioni, l’isolamento termico e acustico notturni.





## Gli schermi solari

Se opportunamente progettate, le schermature sono in grado di controllare la penetrazione della radiazione luminosa (luce e calore) durante tutto l'anno.



### Comportamento invernale

Durante il giorno devono rimanere sollevate per lasciar entrare la radiazione solare (guadagni diretti).

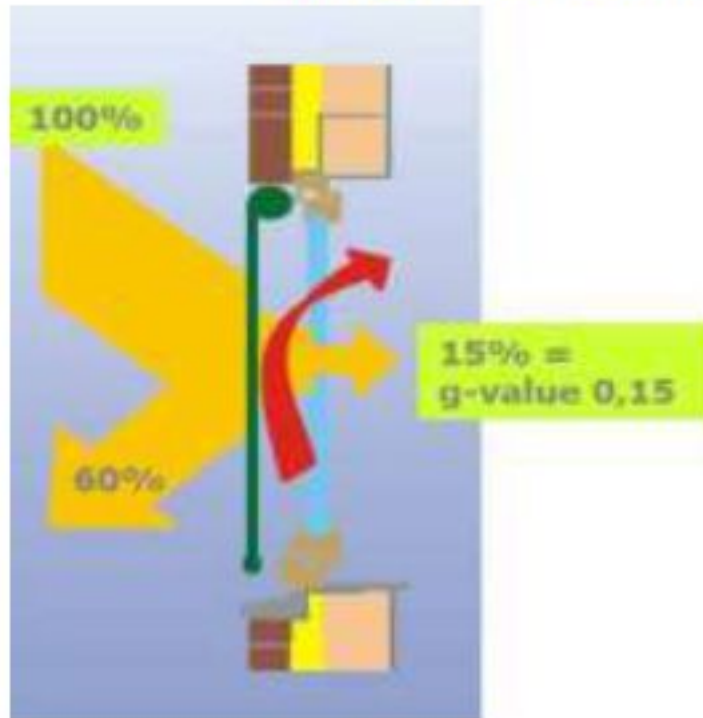
Durante la notte devono essere completamente chiuse per non lasciar uscire il calore (perdite per trasmissione)

### Comportamento estivo

Durante il giorno contribuiscono al controllo del surriscaldamento.

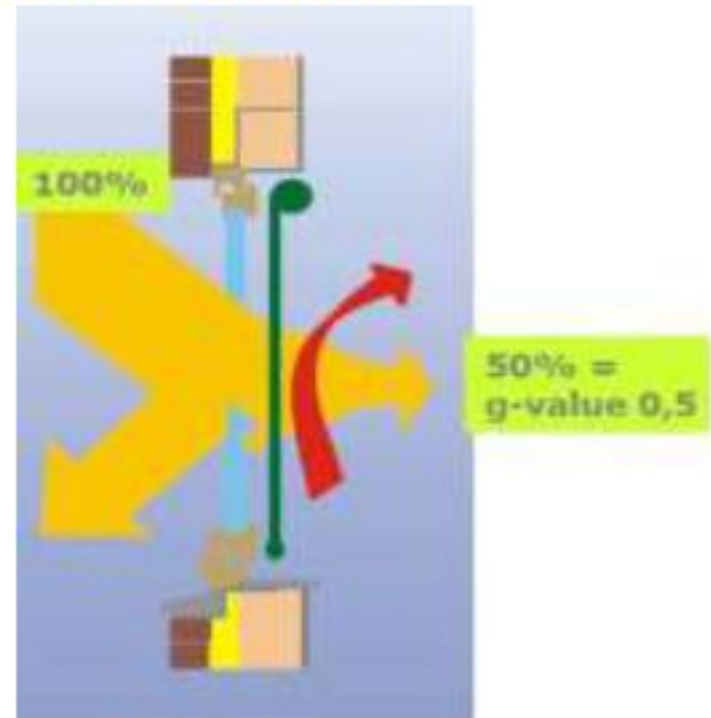
Durante la notte sono permeabili alle brezze e permettono la ventilazione naturale degli ambienti (raffrescamento notturno)

## Schermi esterni VS schermi interni



### Schermo esterno

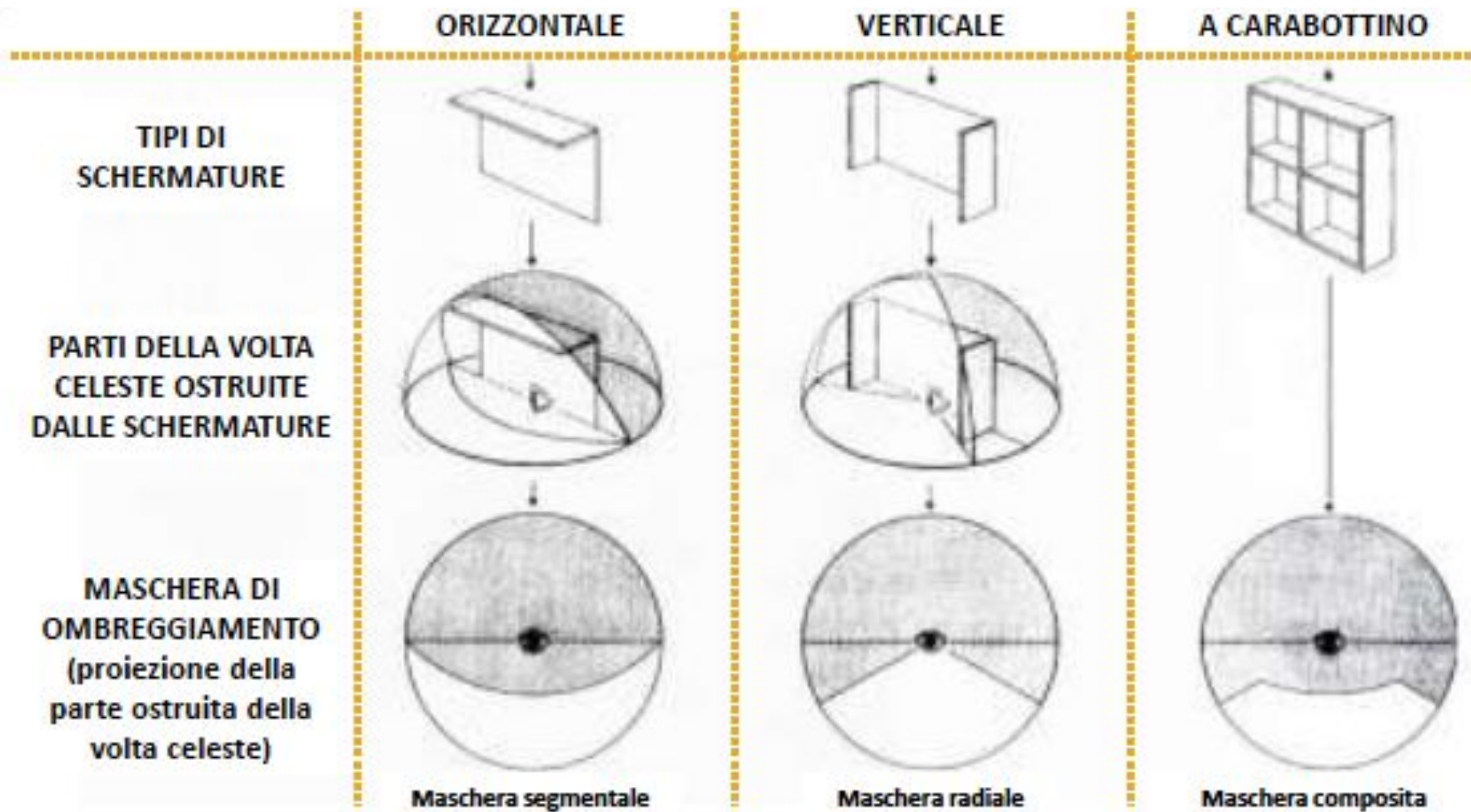
Bloccano la radiazione solare prima che essa penetri all'interno dell'edificio. Hanno una forte valenza architettonica (in particolare i frangisole)



### Schermo interno

Riflettono e diffondono la radiazione solare verso l'esterno, assorbendone una quota spesso significativa, con conseguente rilascio di calore verso l'interno. Sono efficaci per prevenire l'abbagliamento.







## Gli schermi solari verticali

Le schermature con elementi verticali sono impiegate generalmente per i **fronti est e ovest**, sui quali la radiazione solare incide con un'altezza inferiore rispetto all'orizzonte (mattino e pomeriggio). In questi fronti non è possibile schermare efficacemente la radiazione solare attraverso dispositivi fissi, quali gli aggetti.

L'effetto di schermatura può essere ottenuto anche mediante **elementi inclinati** rispetto al fronte dell'edificio, con **elementi mobili** (orientabili secondo le diverse ore del giorno) e mediante la **combinazione di elementi orizzontali e verticali**.





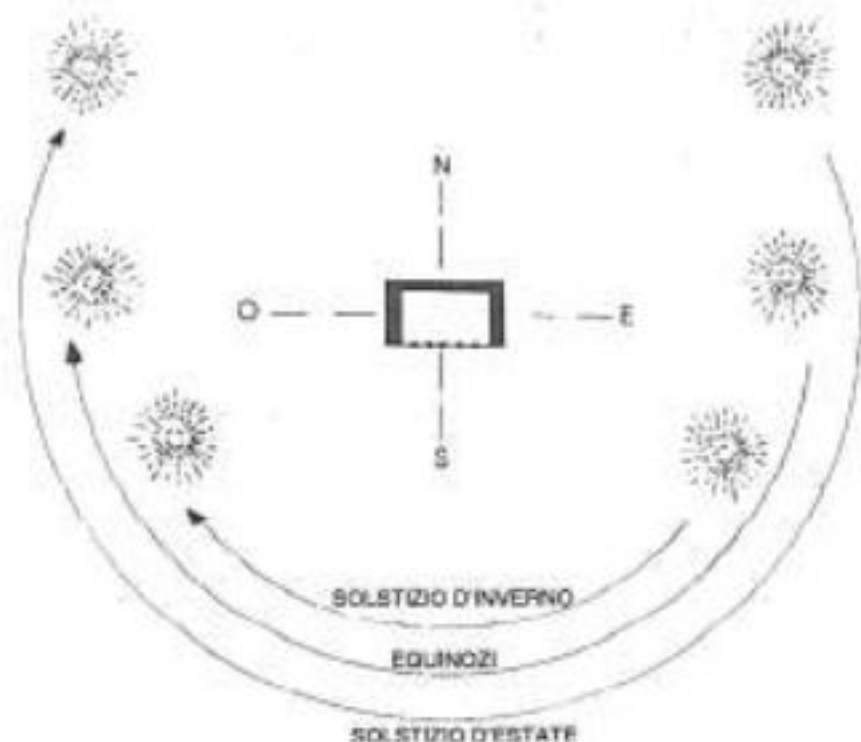
## Progetto di schermi per infissi esposti a est e ovest

Poiché il contributo di guadagno diretto invernale dei fronti est e ovest non è sostanziale, il progetto degli schermi può basarsi esclusivamente sulle necessità estive.

Per avere maggiore schermatura delle pareti est e ovest ci si può avvalere degli **schermi verticali**. A parte il periodo invernale, dalla primavera all'autunno, le superfici est e ovest sono irraggiate in modo diretto e, dunque, devono essere protette.

Per minimizzare questa radiazione è necessario valutare l'inclinazione degli schermi: ciò si può ottenere **diminuendo lo spazio tra gli elementi, la dimensione e la profondità**.

Per raggiungere migliori prestazioni gli elementi dovrebbero essere talmente vicini tra loro e così inclinati da rendere impossibile la visione verso l'esterno.

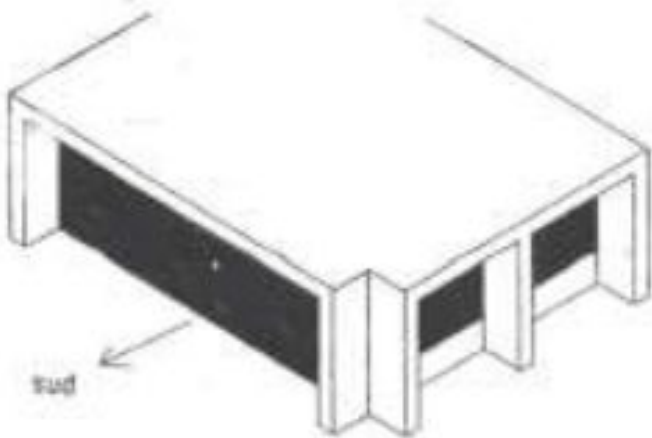


## Progetto di schermi per infissi esposti a est e ovest

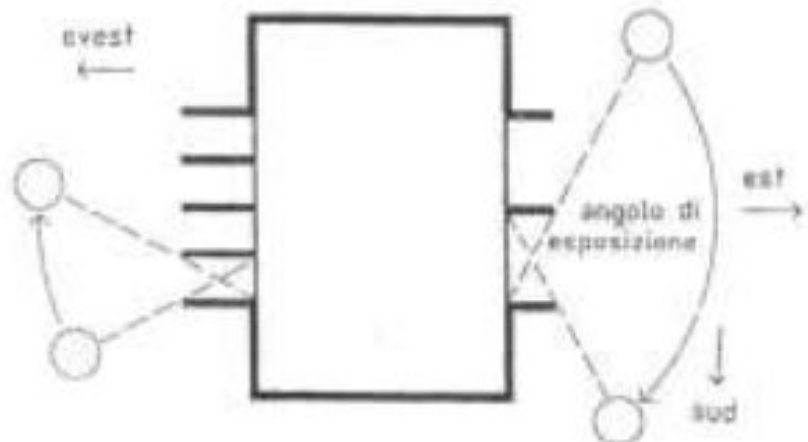
Una migliore soluzione sarebbe utilizzare schermi verticali inclinati verso nord e disegnati in modo tale da bloccare completamente la radiazione solare diretta; ciò comporterebbe una notevole riduzione della visione esterna, se non si prevede l'utilizzo di schermi mobili.

Se agli schermi orizzontali è permessa la rotazione seguendo il percorso solare durante l'arco della giornata sarà più probabile una migliore intercettazione della radiazione diretta prima che essa incida sui carichi termici, mantenendo al tempo stesso una visuale più libera.

AGGETTO ORIZZONTALE A SUD, AGGETTO  
ORIZZONTALE E VERTICALE A EST

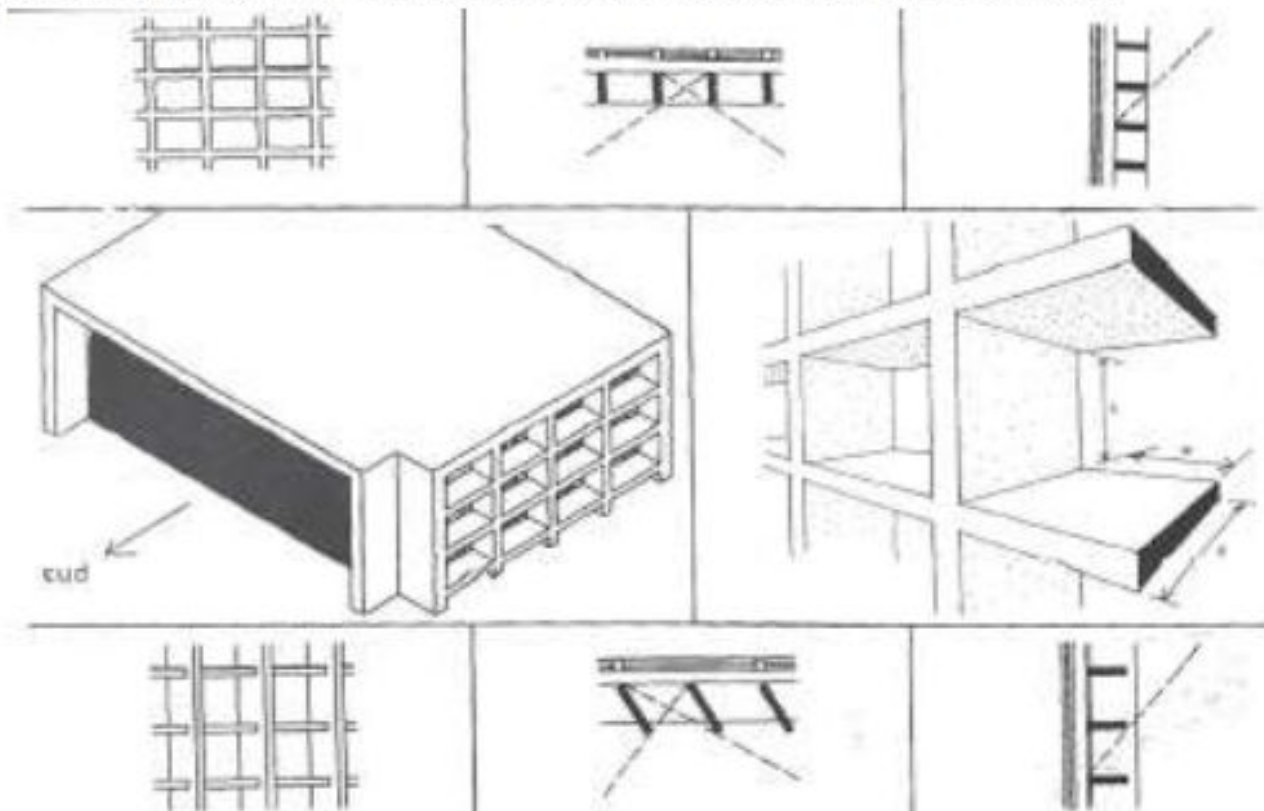


SCHEMA DI AGGETTO VERTICALE  
PERPENDICOLARE AL FRONTE



## Progetto di schermi per infissi esposti a est e ovest

I dispositivi fissi posti perpendicolarmente tra loro (a “carabottino”) sono i più adatti alla protezione delle superfici est e ovest in climi molto caldi. Il sistema è particolarmente efficace poiché permette il controllo dei raggi solari sia nelle diverse ore del giorno che nelle diverse stagioni, ma riduce notevolmente la visione verso l'esterno.

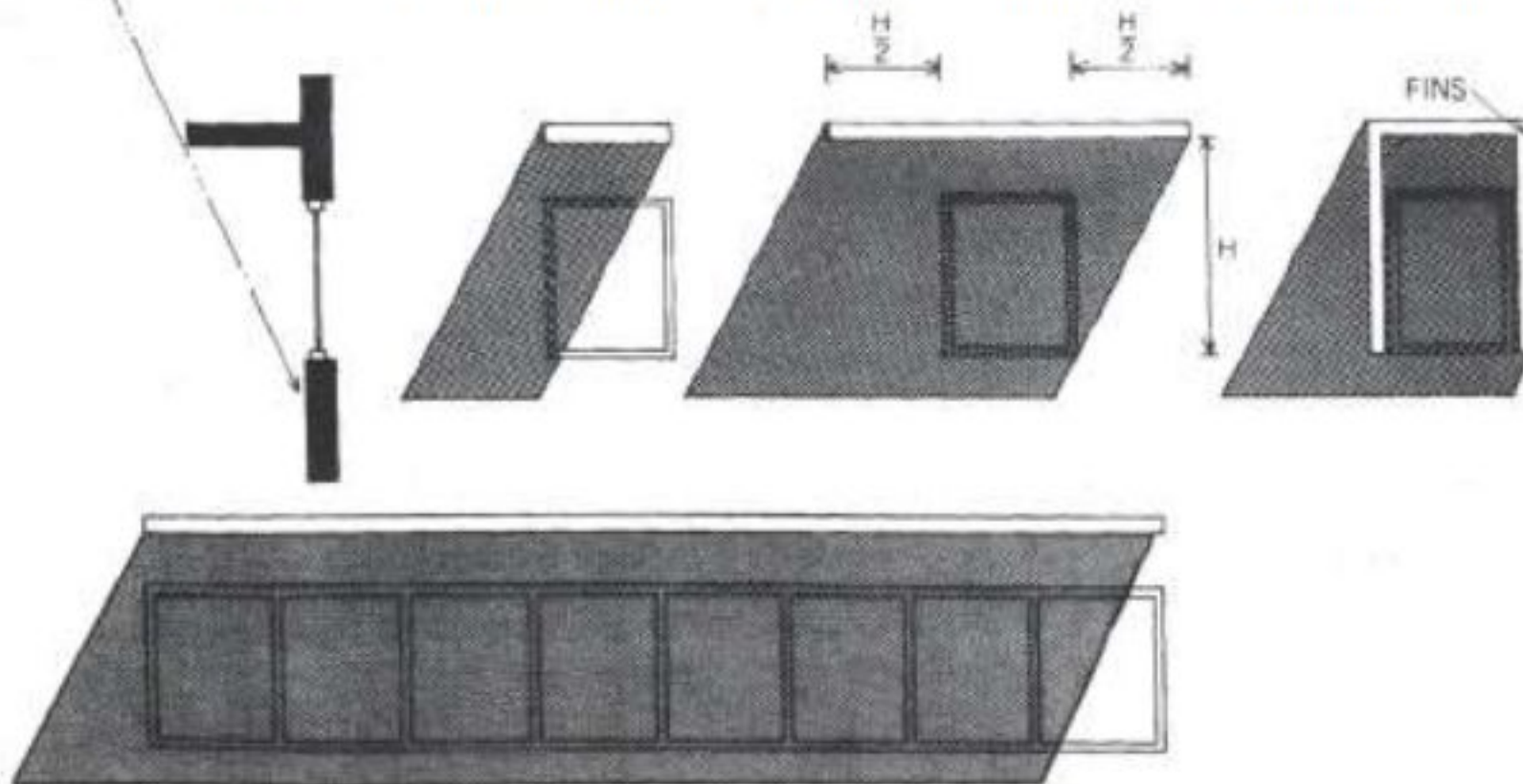




## Gli schermi solari orizzontali (strutture a sbalzo)



Se l'aggetto è della medesima larghezza della finestra che deve schermare, non si verifica un totale ombreggiamento nel momento in cui il sole è a Sud-Est e Sud-Ovest. È dunque consigliabile ampliare l'estensione laterale degli aggetti.

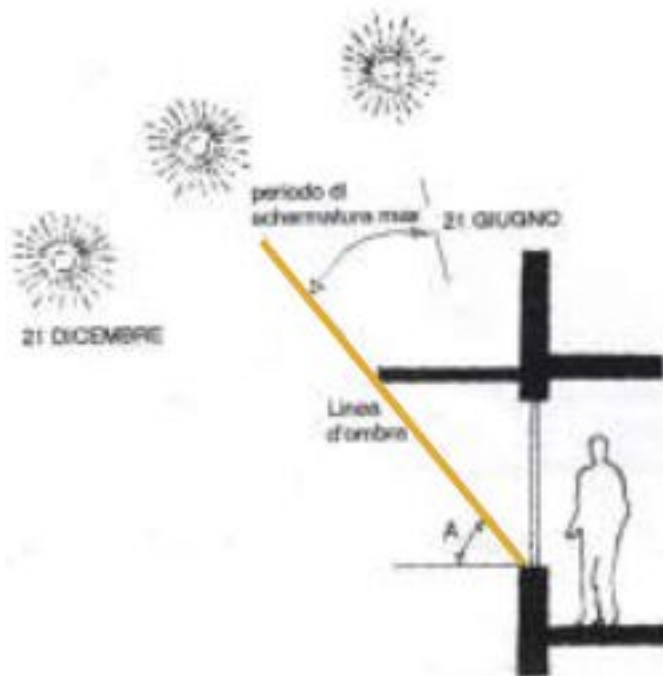




## Progetto di schermi per infissi esposti a sud

In fase di progettazione, il primo passo è scegliere se adottare un dispositivo fisso o mobile considerando che:

- se la priorità è l'ombreggiamento (e meno il guadagno termico) è preferibile uno schermo fisso, ad esempio un aggetto
- se è necessario garantire sia l'ombreggiamento che il guadagno termico, è preferibile adottare un sistema mobile



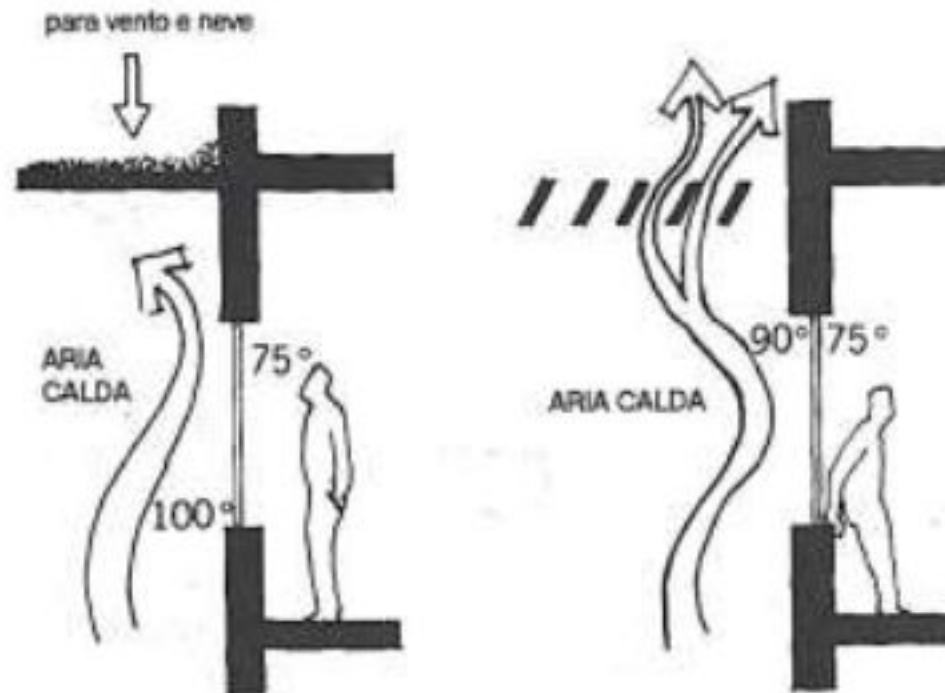
Variazione dell'angolo di incidenza della radiazione solare tra il periodo estivo e quello invernale: se l'aggetto fosse dimensionato rispetto all'angolo estivo riuscirebbe a schermare la finestra solo per quel giorno dell'anno in cui i raggi solari hanno altezza massima (21 giugno).

Per un corretto dimensionamento ci si basa sulla **retta di piena insolazione**, definita dall'angolo A e tracciata dal davanzale della finestra.

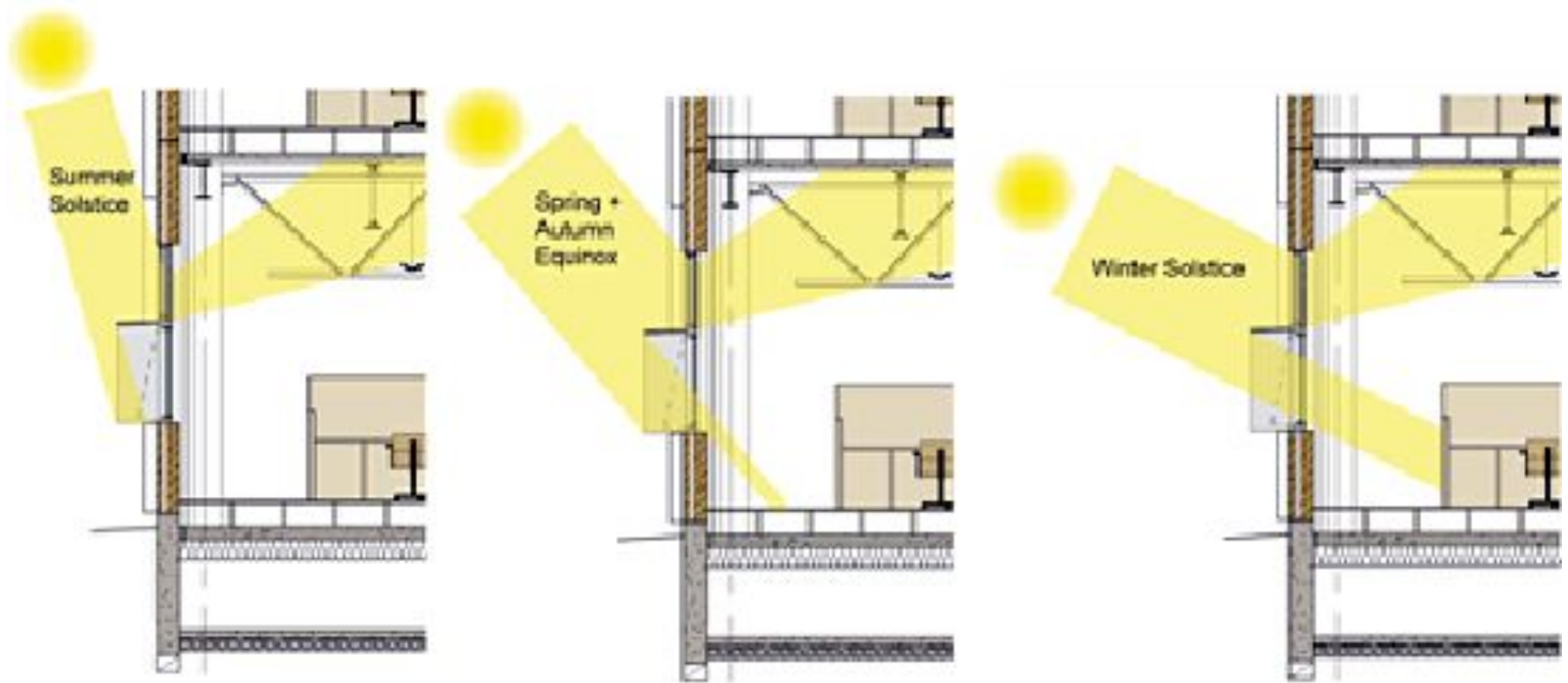
Il valore di A (altezza solare) è tabellato in funzione della regione climatica di appartenenza e della latitudine e del periodo dell'anno.

## Progetto di schermi per infissi esposti a sud

Un unico oggetto orizzontale può essere sostituito da una **serie di elementi schermanti inclinati** la cui dimensione e la cui distanza saranno determinati in modo tale da impedire il passaggio della radiazione solare diretta. In questo modo si riduce sia il **carico strutturale**, sia il **sovraccarico accidentale**, lasciando permeabilità al vento e alla neve. In estate, la presenza di un elemento permeabile permette lo smaltimento dell'aria calda che si accumula nelle immediate vicinanze dell'edificio.



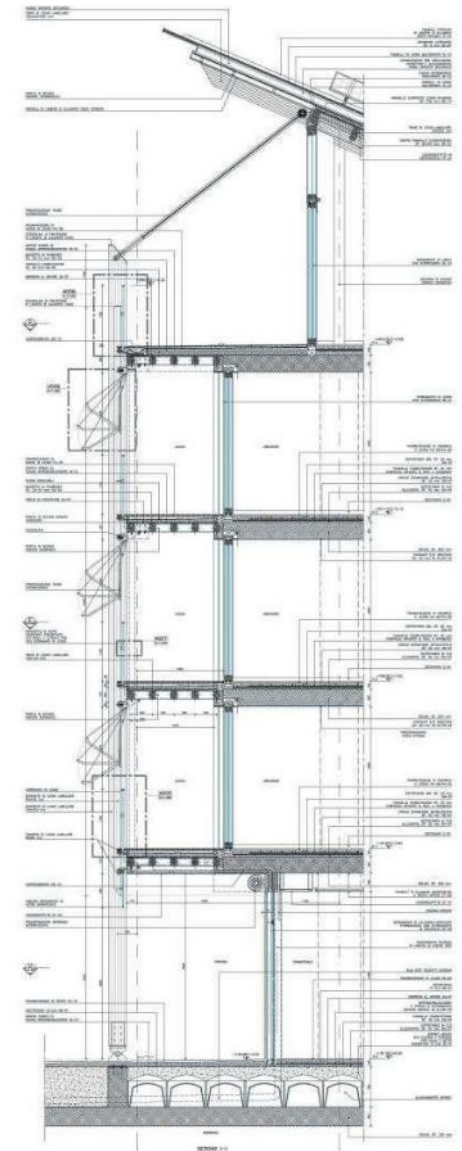
# Schermature solari



Prevedere **l'inserimento di dispositivi per il direccionamento della luce e/o per il controllo dell'abbagliamento** in modo tale da impedire situazioni di elevato contrasto che possono ostacolare le attività.



Utilizzare dispositivi di ombreggiamento





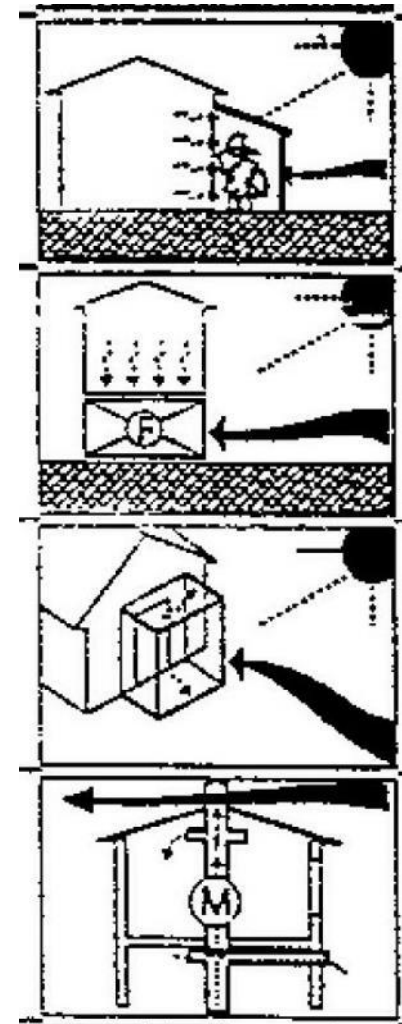
# Protezione Termica in INVERNO

Realizzare **zone protette e serre** per mediare le condizioni climatiche esterno/interno

Impiegare **spazi filtro** a contatto con il terreno

Usare **vestiboli o bussole** esterne all'entrata dei manufatti

Realizzare **prese d'aria e canali di ventilazione naturale** per il recupero e la distribuzione del calore



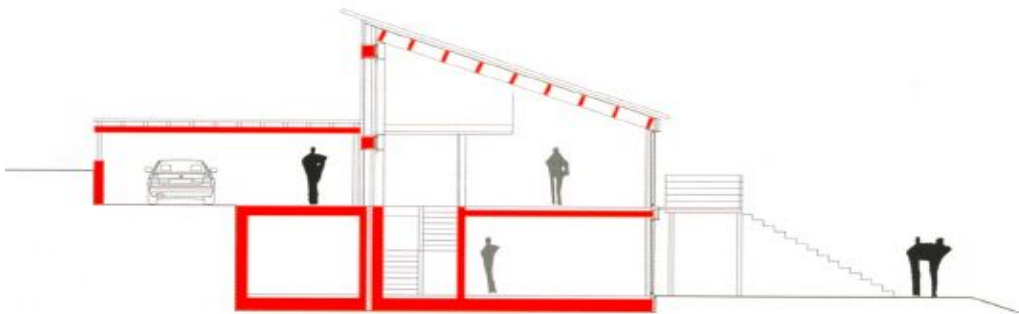
Modalità

# Involucro Termico: Esempi

Realizzare zone protette e serre per mediare le condizioni climatiche esterno/interno



Impiegare spazi filtro a contatto con il terreno





# Involucro Termico: Esempi

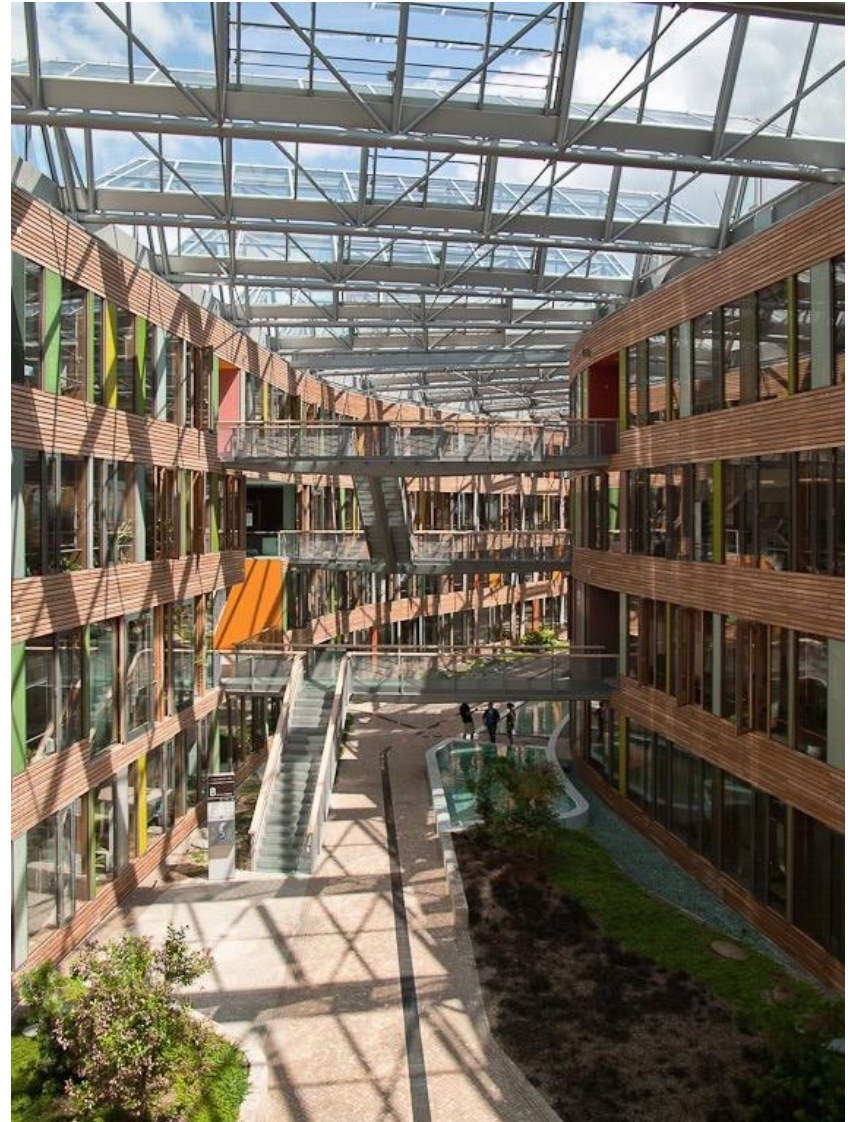
## The new Energy Academy Europe building



<https://www.youtube.com/watch?v=g1YcZ1J4olc>



# Involucro Termico: Esempi



Sauerbruch Hutton,, Federal Environmental Agency, Dessau, Germania, 2001-2005



# Guadagni Solari: involucro

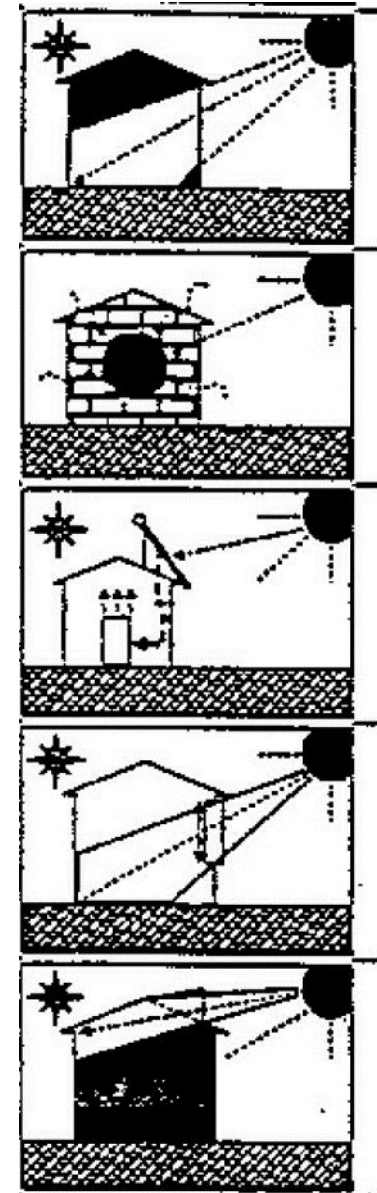
Conformare ed orientare gli edifici per ottimizzare la **captazione solare**

Impiegare materiali ad alta capacità di immagazzinamento di calore

Utilizzare collettori solari sulle superfici orientate a sud

Incrementare le superfici vetrate esposte a sud

Impiegare lucernari per il guadagno solare e l'illuminazione naturale



**Modalità**

# Pareti e Finestre Solari: Esempi



Conformare ed orientare gli edifici per ottimizzare la captazione solare



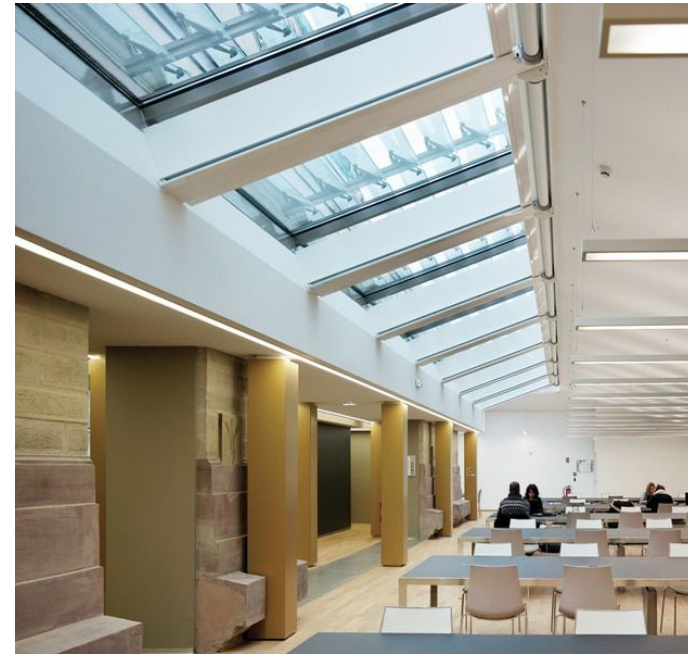
Incrementare le superfici vetrate esposte a sud





# Pareti e Finestre Solari: Esempi

Impiegare lucernari per il guadagno solare e l'illuminazione naturale





# Interazione di camini solari



**neubau volksschule/sanierung neue  
mittelschule feldkirchen an der donau**

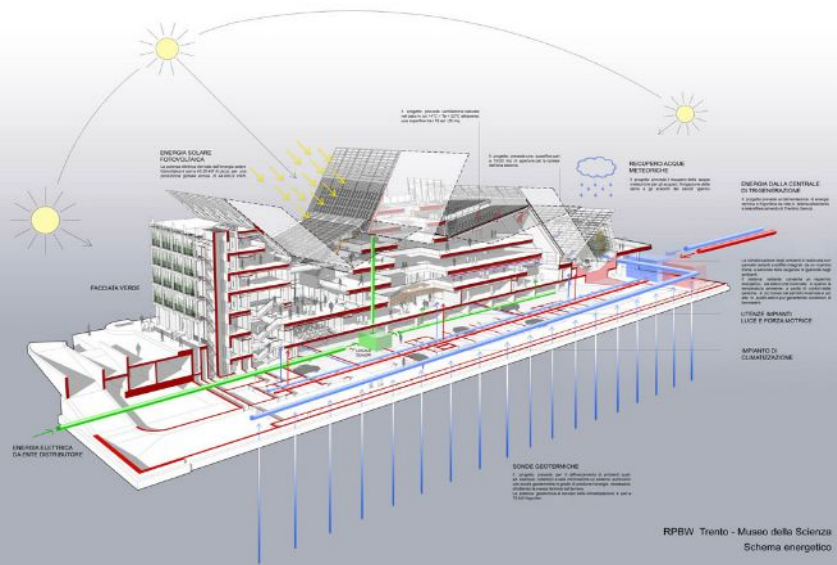
<https://faschundfuchs.com/index.php?top=bauten&sub=feld2>





# Collettori Solari: Esempi

Integrare tecnologie per la produzione di acqua calda sanitaria sulle superfici orientate a sud



**RENZO PIANO**  
Museo della Scienza, Trento (I) 2013

# Barriere Frangivento

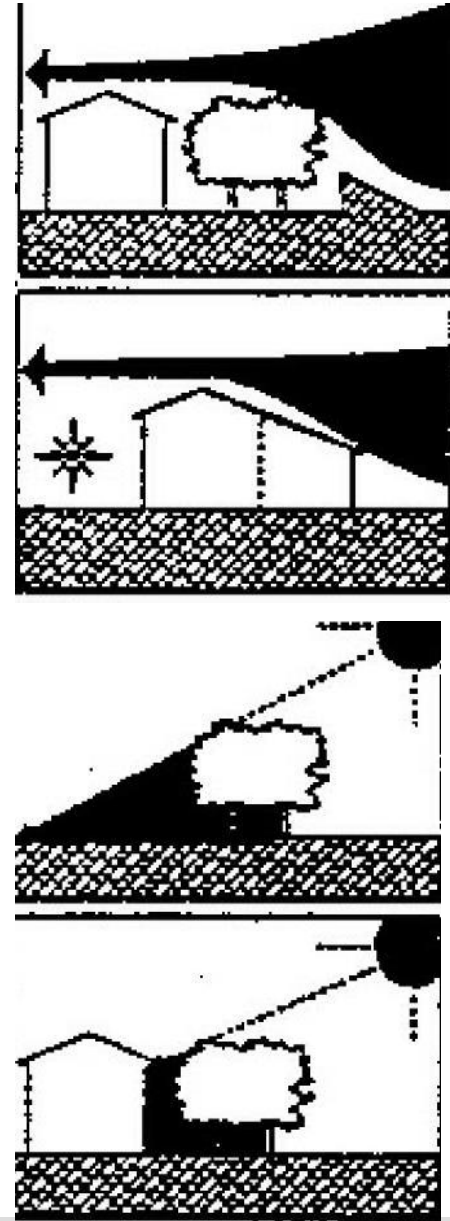
Utilizzare la conformazione del terreno, impiegare **strutture artificiali o vegetazionali**

**Conformare ed orientare** gli edifici in modo da ridurre gli effetti negativi dei venti

## VEGETAZIONE

Intervenire nella sistemazione dell'assetto della copertura dei suoli

Utilizzare la **vegetazione** in prossimità dei fronti dell'edificio



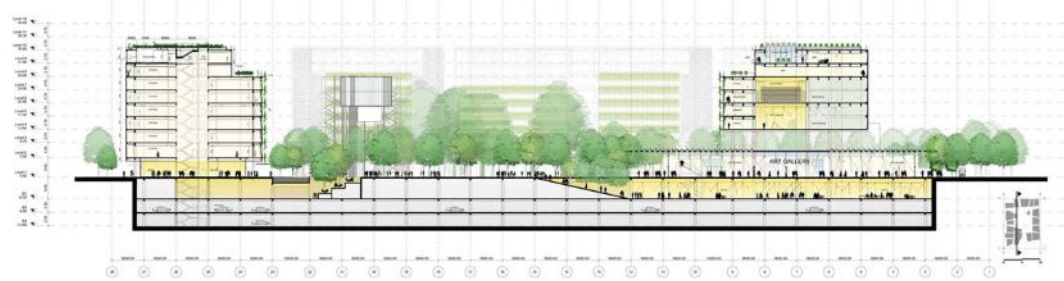
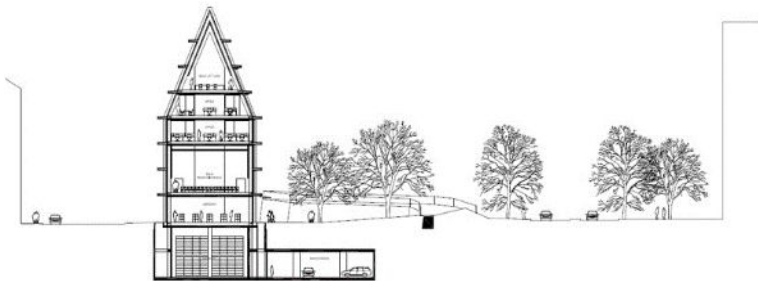


# USO DELLA VEGETAZIONE: Esempi

Utilizzare la conformazione del terreno, impiegare strutture artificiali o vegetazionali



Utilizzare la vegetazione in prossimità dei fronti dell'edificio





# USO DELLA VEGETAZIONE: Esempi



[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.gruppofrassati.com%2Fbiophilic-design%2F&psig=AOvVaw1G\\_qinlehFien1\\_IK\\_V4cB&ust=1738331104582000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQqRqFwoTCIGUpZLKnySDFQAAAAAaAAAAABAS](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.gruppofrassati.com%2Fbiophilic-design%2F&psig=AOvVaw1G_qinlehFien1_IK_V4cB&ust=1738331104582000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQqRqFwoTCIGUpZLKnySDFQAAAAAaAAAAABAS)



# Dispositivi di Ventilazione

Utilizzare la conformazione del terreno per ottimizzare l'esposizione alle brezze estive

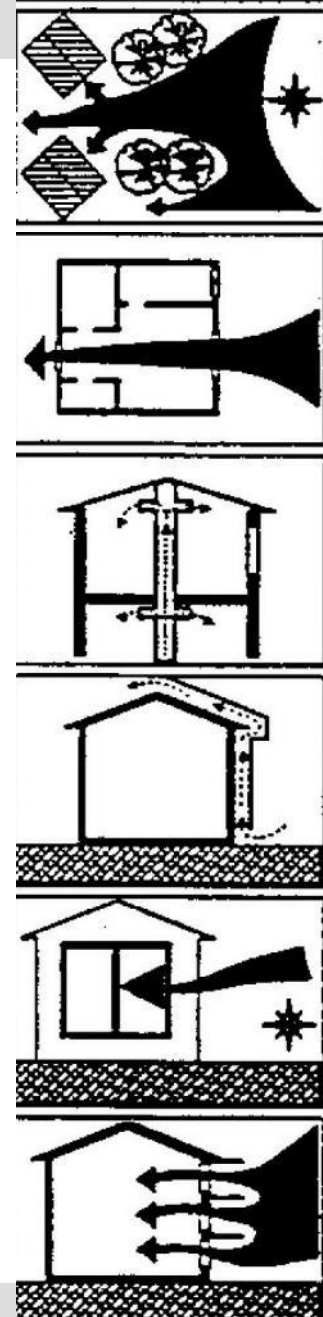
Utilizzare un'organizzazione spaziale aperta per consentire i flussi dell'aria

Prevedere condotti di ventilazione verticali

Impiegare tetti e pareti ventilate

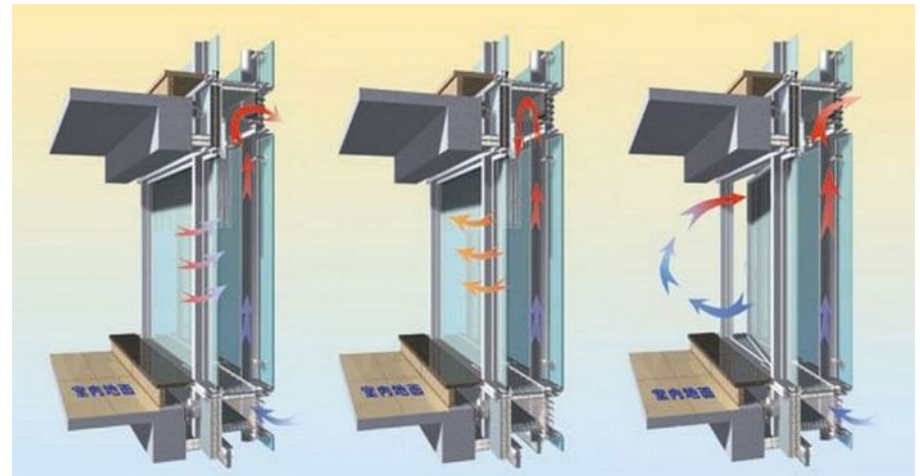
Orientare le aperture secondo le brezze estive prevalenti

Impiegare strutture alettate, aggetti, etc per direzionare i flussi di ventilazione



**Modalità**

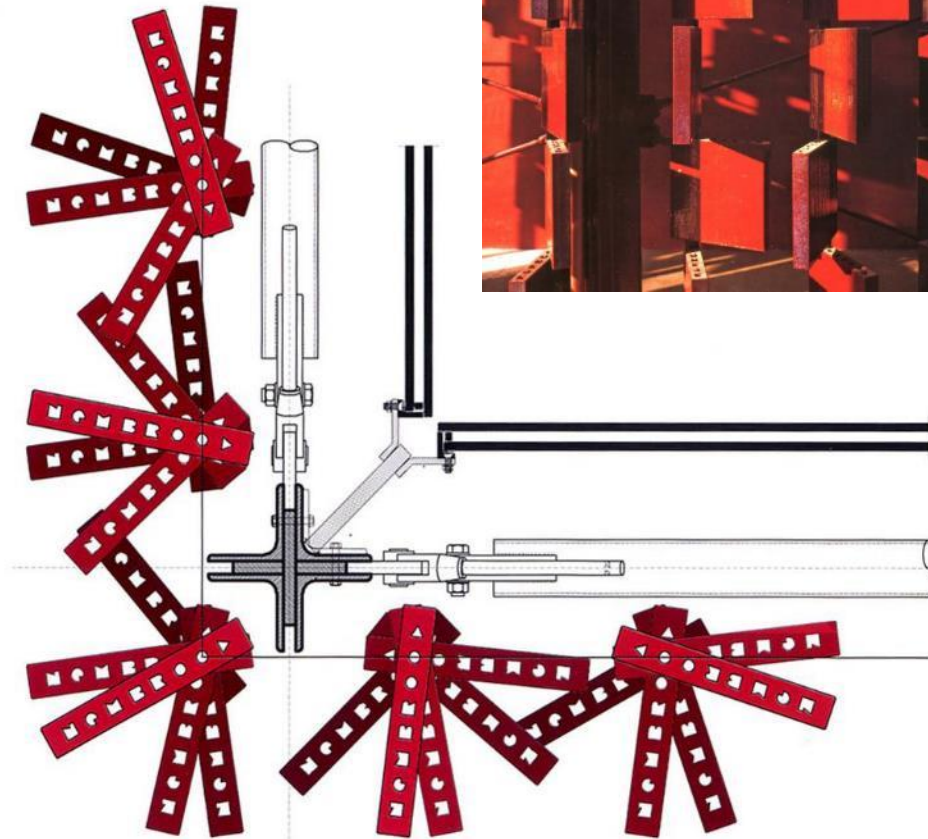
# Pareti ventilate: Esempi





# Facciate a schermo avanzato: Esempi

Impiegare strutture alettate, aggetti, etc per direzionare i flussi di ventilazione



**STUDIO ARCHEA**  
Biblioteca comunale, Nembro (BG) 2002-07

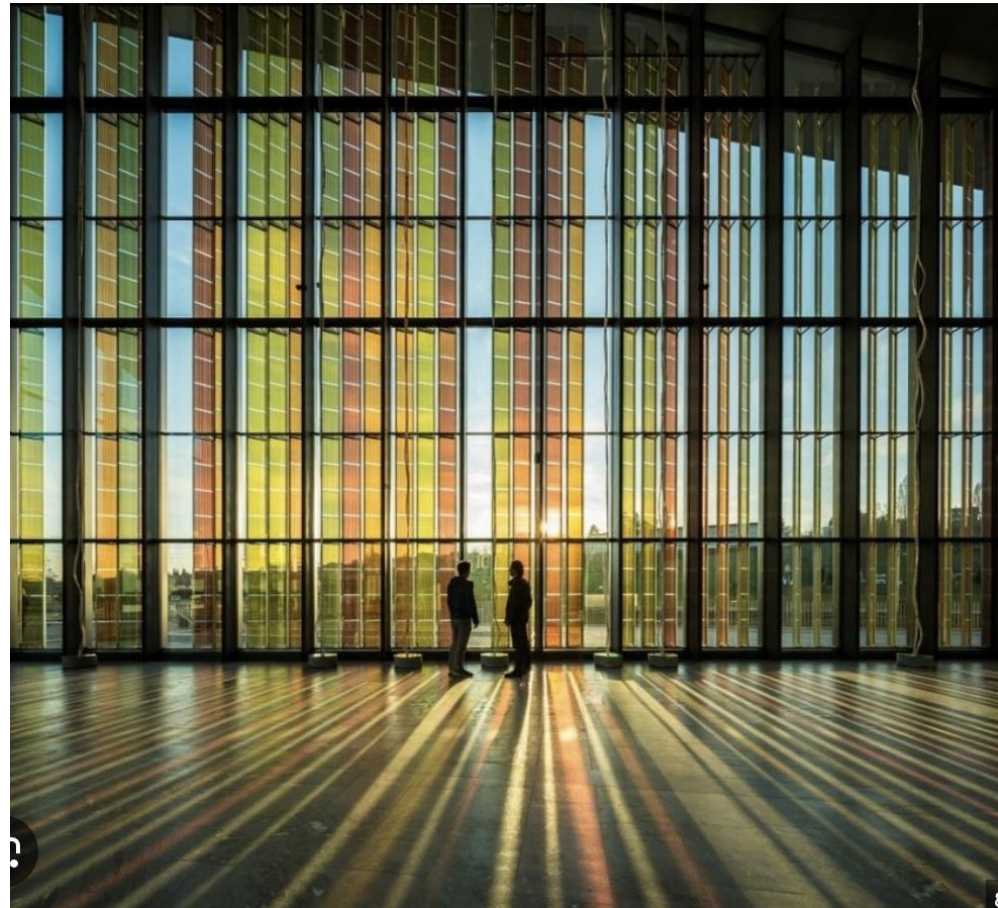




# Soluzioni per la produzione di RES



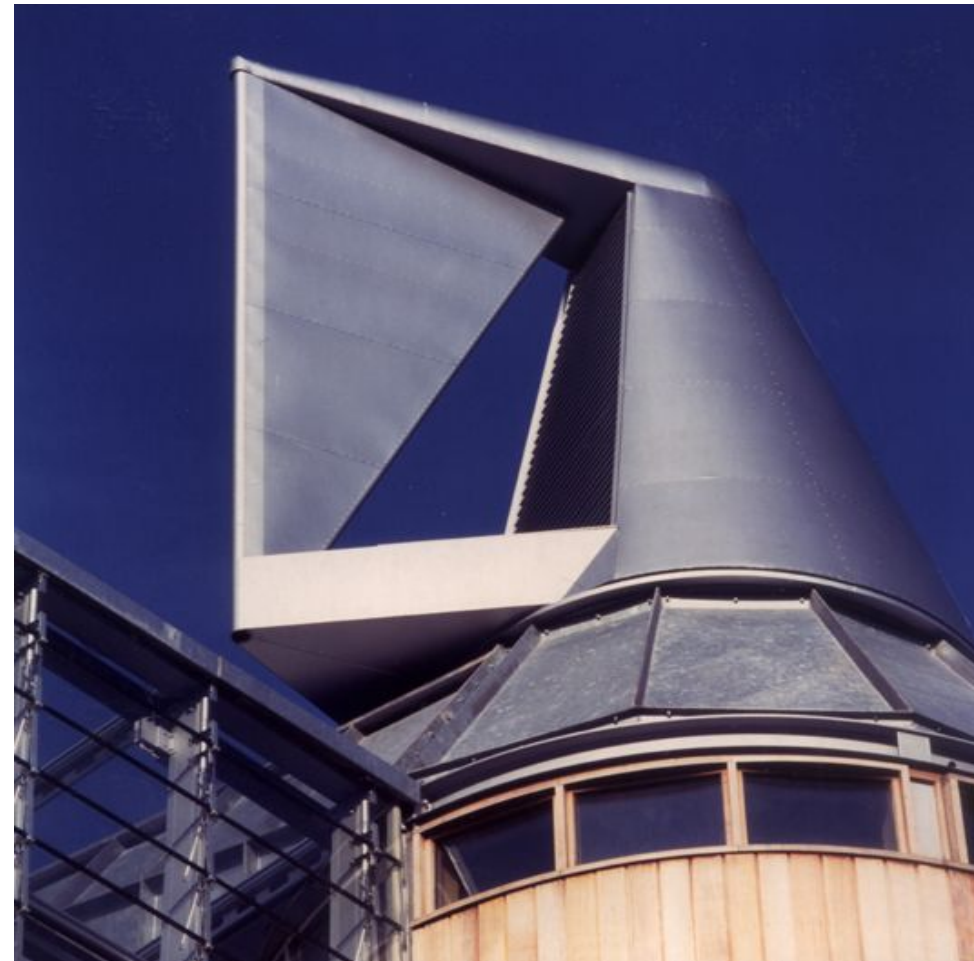
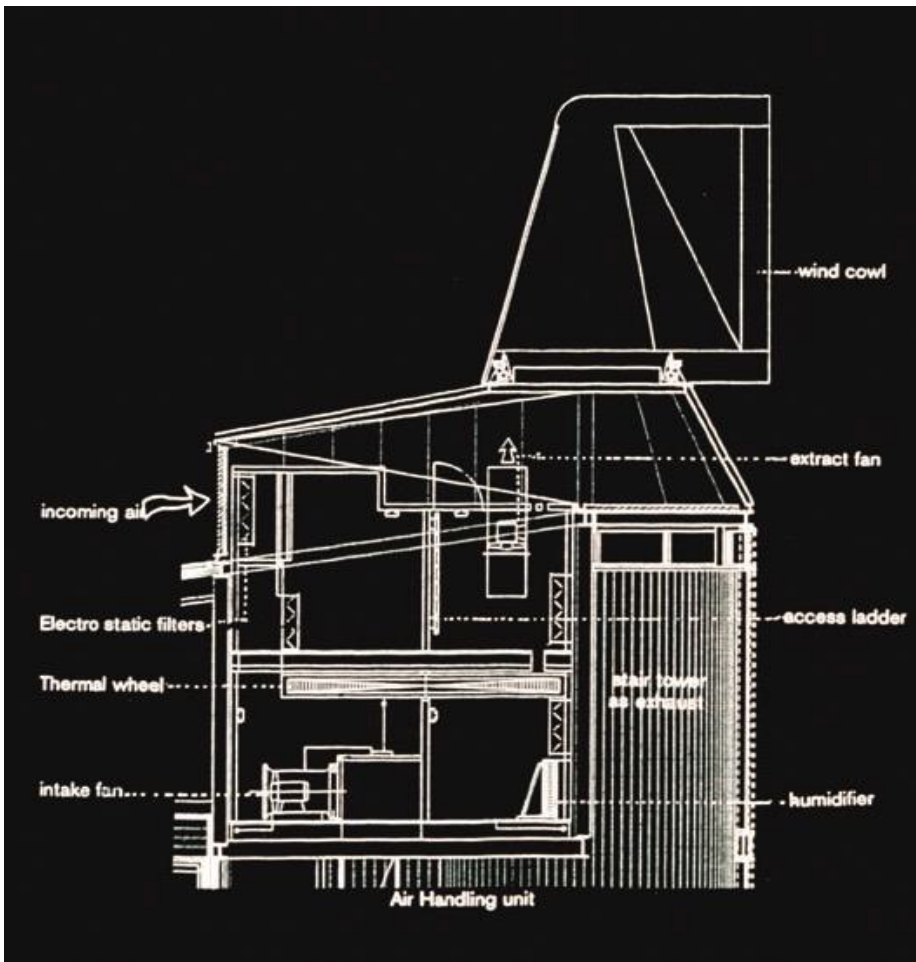
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.archsolar.org%2Fwhat-is-bipv&psig=AOvVaw1RoK2R0cziiyqVsM3RyaEUH&ust=1738331382975000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQjRxqFwoTCN-CUj5jLnYsDFQAAAAAdAAAAABAE>



[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Ffigure%2FColoured-DSSC-facade-of-the-Swiss-Convention-Centre\\_fig\\_68\\_324862677&psig=AOvVaw23iGgbVdAI0jctn2ZYmOcr&ust=1738331477489000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQjRxqFwoTCNjNMTLnYsDFQAAAAAdAAAAABAJ](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Ffigure%2FColoured-DSSC-facade-of-the-Swiss-Convention-Centre_fig_68_324862677&psig=AOvVaw23iGgbVdAI0jctn2ZYmOcr&ust=1738331477489000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQjRxqFwoTCNjNMTLnYsDFQAAAAAdAAAAABAJ)



# Soluzioni per favorire la ventilazione naturale



**Jubilee Campus 1996-1999**

<https://www.hopkins.co.uk/projects/2/211/>

# Soluzioni per favorire la ventilazione naturale



**Jubilee Campus 1996-1999**

<https://www.hopkins.co.uk/projects/2/211/>







UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

**DIDA**  
DIPARTIMENTO DI  
ARCHITETTURA



CNA  
PPC



CONSIGLIO NAZIONALE  
DEGLI ARCHITETTI  
PIANIFICATORI  
PAESAGGISTI  
E CONSERVATORI

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Prof. R. Romano  
[rosa.romano@unifi.it](mailto:rosa.romano@unifi.it)



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

**DIDA**  
DIPARTIMENTO DI  
ARCHITETTURA