

Principi e Sistemi di Architettura Bioclimatica

Ing. F. Bigi, Ing. A. Carosi

Progettare bioclimaticamente

utilizzare le caratteristiche dell'ambiente esterno per raggiungere il benessere nell'ambiente costruito diminuendo il consumo di fonti energetiche non rinnovabili e l'impatto sull'ambiente.

Il consumo viene suddiviso in tre fasi fondamentali:

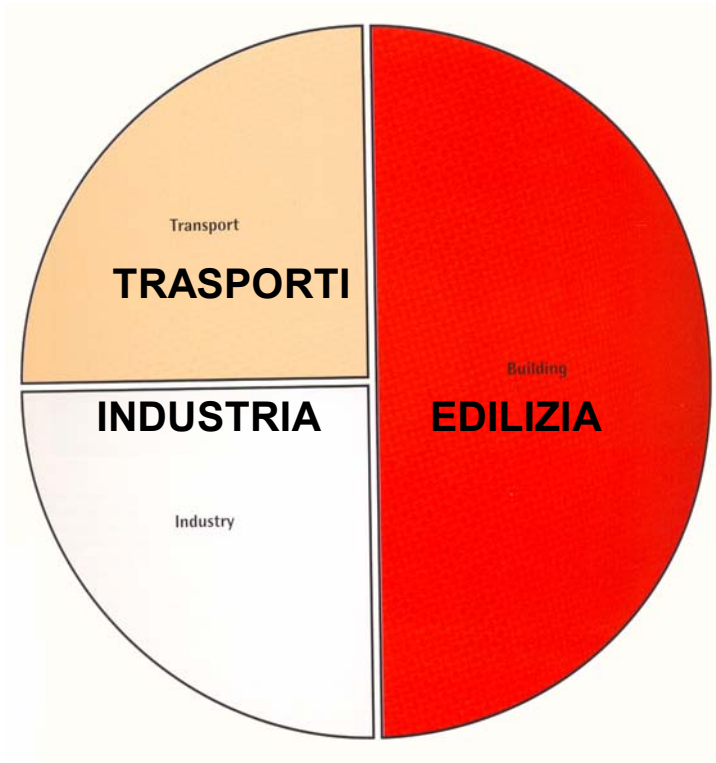
la produzione dei materiali da costruzione,

la realizzazione degli organismi edilizi

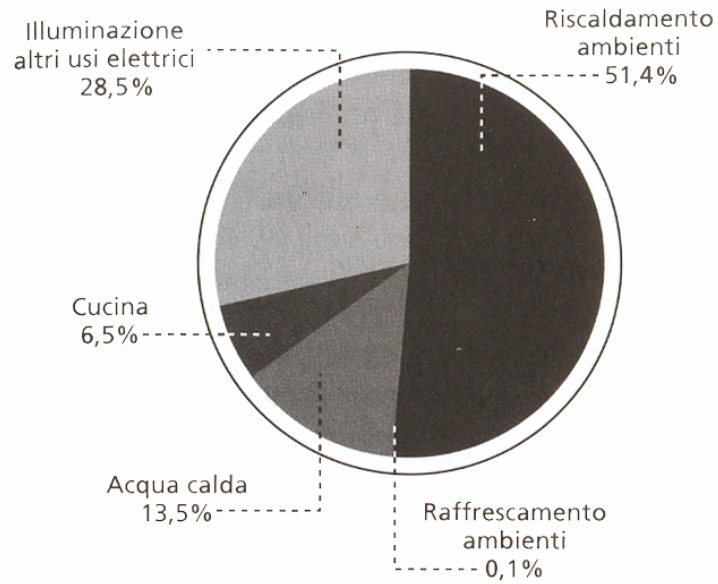
la gestione energetica di essi

La progettazione bioclimatica vuole sfruttare, per ogni fase del processo edilizio, fonti energetiche rinnovabili, nonché tutti gli accorgimenti e sistemi che da una parte minimizzano il consumo e le dispersioni degli edifici, riducendone il fabbisogno energetico, e dall'altra ottimizzano le potenzialità dei materiali di costruzione e dell'ambiente nel quale sorge l'edificio

Principi e sistemi di architettura bioclimatica



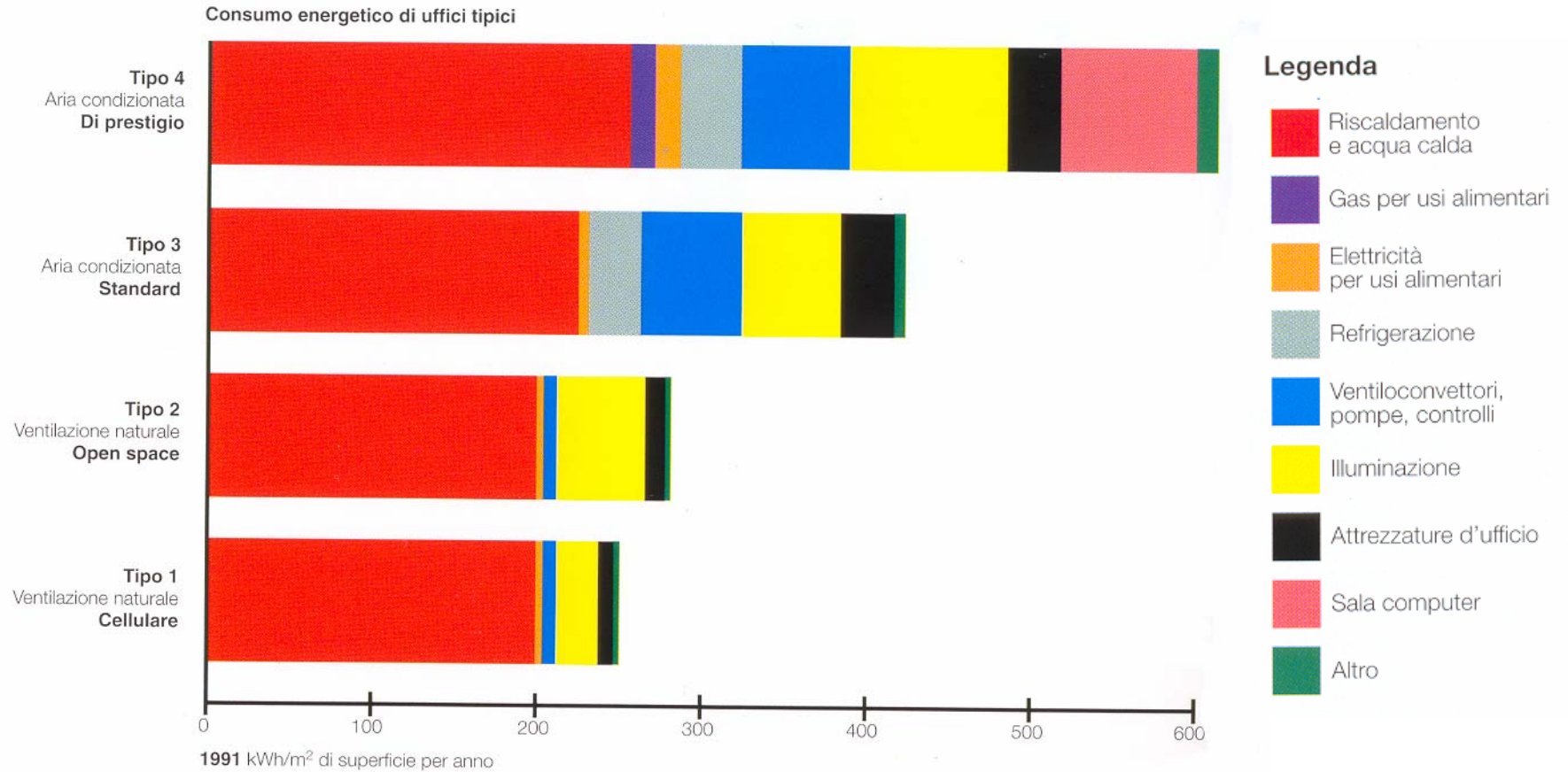
L'edilizia influisce nel consumo di energia in un paese industrializzato come il nostro per almeno il 40%.



Emissione di CO2 nel residenziale

Principi e sistemi di architettura bioclimatica

Consumo energetico di uffici tipici in Gran Bretagna.

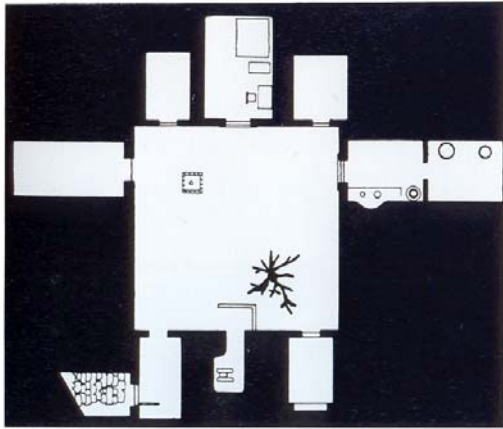


Lo sfruttamento di sistemi di risparmio e approvvigionamento energetico basati sullo **studio dell'ambiente e delle risorse direttamente disponibili nel sito di costruzione** è stato, fino all'avvento delle fonti non rinnovabili, l'unico modo di mitigare l'influenza delle condizioni climatiche avverse all'interno degli ambienti costruiti.

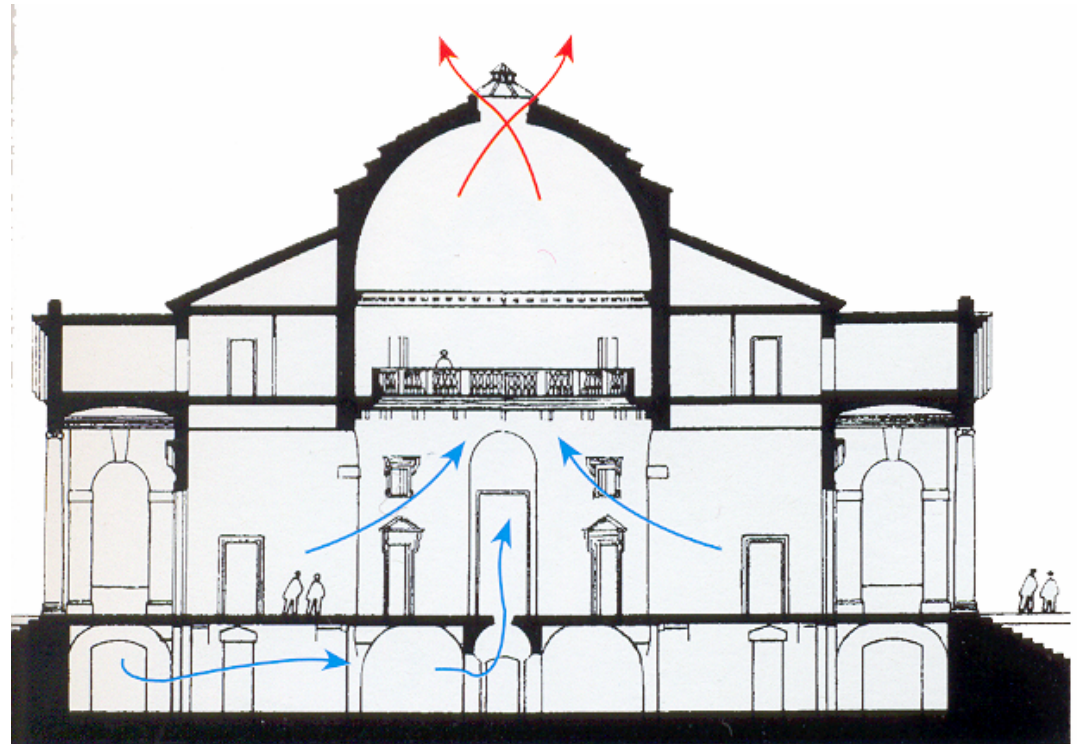
L'alta efficienza delle fonti non rinnovabili, unita ad un **iniziale basso costo di approvvigionamento**, ha reso possibile da parte di progettisti poco attenti al contesto ambientale un **affidamento totale** a questo tipo di risorse e per garantire il benessere climatico all'interno degli edifici, con conseguente **accantonamento di conoscenze** e tecniche considerate da parte di molti superate

L'energia nella gestione dell'organismo edilizio viene utilizzata principalmente per la **produzione di calore necessario al riscaldamento degli ambienti e dell'acqua ad uso sanitario**, per ottenere il **raffrescamento** e per la **produzione di elettricità** da utilizzare per uso domestico e in impianti meccanici e di illuminazione.

Principi e sistemi di architettura bioclimatica

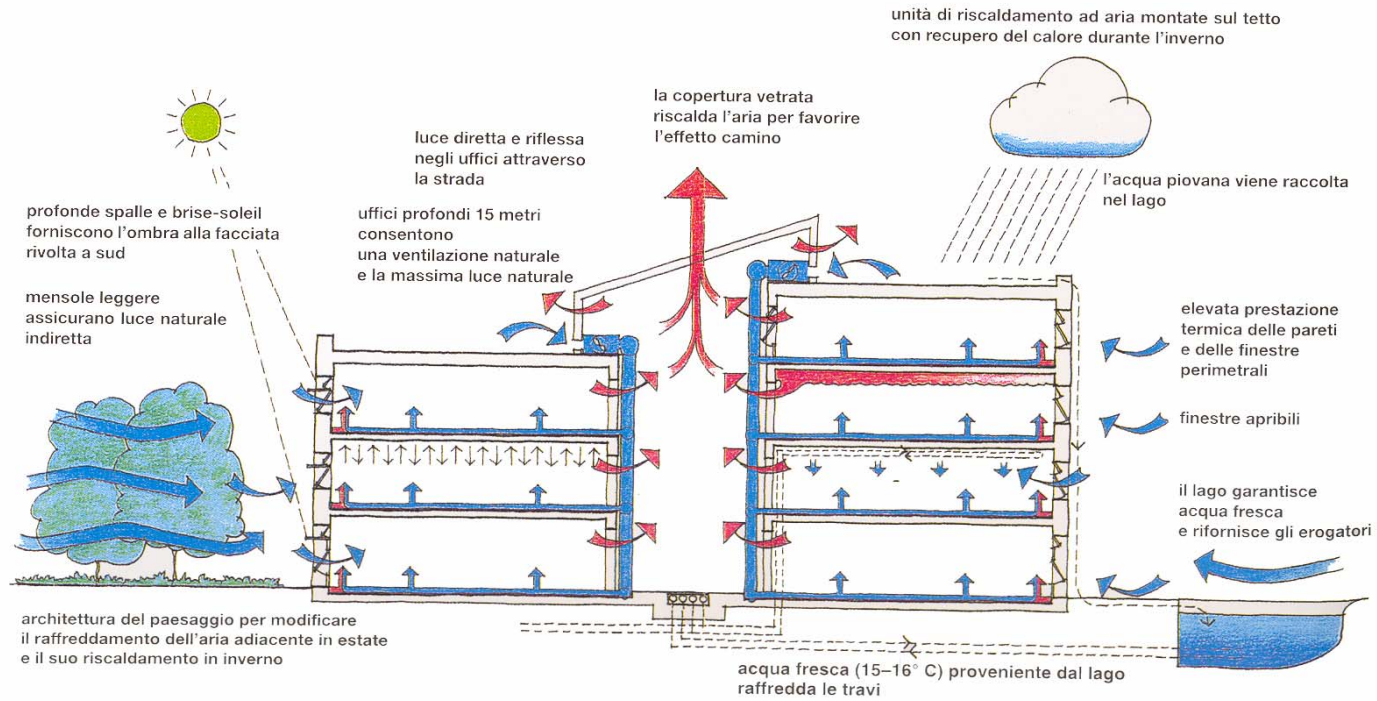


Abitazione ipogea a Tungkwang, Cina: la temperatura interna è di 15 gradi inferiore a quella esterna in estate e 10 gradi superiore in inverno.



La rotonda di A. Palladio, Vicenza (1566).

Principi e sistemi di architettura bioclimatica



**Sede della Barclaycard
Northampton - Regno Unito:
Fitzroy Robison Limited.**



**Mont-Cenis Academy –
Herne Sodingen-architetti.
Jourda e HHS Planer+Architekten BDA.**

Per **fonti energetiche rinnovabili** si intendono quelle che si rinnovano con grande rapidità, superiore o comunque comparabile a quella con la quale l'energia viene consumata; per esempio **il sole, il vento, le risorse idriche** (per piccoli sfruttamenti), **le risorse geotermiche, le maree, il moto ondoso e le biomasse** (legno e materiali organici)

Secondo la Legge n.10 del 9 gennaio 1991, "*Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*" (G.U. n.13 del 6 gennaio 1991):

fonti rinnovabili
(art.1, comma 3)

- il sole
- il vento
- l'energia idraulica
- le risorse geotermiche
- le maree e il moto ondoso
- la trasformazione dei rifiuti organici ed inorganici o di prodotti vegetali



fonti assimilabili alle rinnovabili

- cogenerazione (produzione combinata di energia elettrica o meccanica e calore)
- calore recuperabile nei fumi di scarico, da impianti termici ed elettrici e da processi industriali altre forme di energia recuperabile in processi, in impianti e in prodotti
- risparmi di energia nella climatizzazione e nell'illuminazione degli edifici (interventi sia sull'involucro edilizio che sugli impianti)

In edilizia l'utilizzo di fonti rinnovabili per intervenire nel controllo del comfort e quindi del riscaldamento, raffrescamento e illuminazione degli ambienti costruiti può avvenire attraverso due tipi di sistemi:

- sistemi attivi
- sistemi passivi

I sistemi attivi captano, accumulano e utilizzano l'energia proveniente da fonti rinnovabili con una tecnologia di tipo impiantistico

Nei sistemi passivi a differenza di quelli attivi è l'edificio stesso che, attraverso i suoi elementi costruttivi, capta, accumula e trasporta al suo interno l'energia ricavata da fonti rinnovabili.

La progettazione di un organismo architettonico con criteri passivi implica un organizzazione di tutto lo spazio e dei suoi elementi in funzione di un'ottimizzazione delle risorse ambientali con importanti conseguenze architettoniche:

1. fronti larghi verso sud nel nostro emisfero
2. forte presenza di aperture vetrate per captare il sole
3. chiusura verso il fronte nord per diminuire i disperdimenti
4. alto isolamento dell'involucro
5. sfruttamento delle ventilazioni

Principi e sistemi di architettura bioclimatica

RAPPORTO EDIFICIO - AMBIENTE

• Studio dell'ambiente naturale



• Studio dell'ambiente costruito

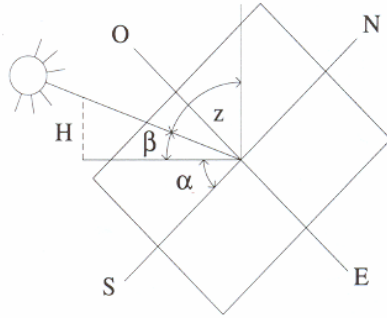


• Orientamento dell'edificio nel lotto



Principi e sistemi di architettura bioclimatica

individuazione della posizione geografica



$z = \text{angolo complementare di } \beta = H = \text{altezza del sole}$
 $a = \text{azimut del sole}$

determinazione della posizione del sole rispetto alla terra mediante l'altezza, precisata dall'angolo β e dall'azimut α

MESI

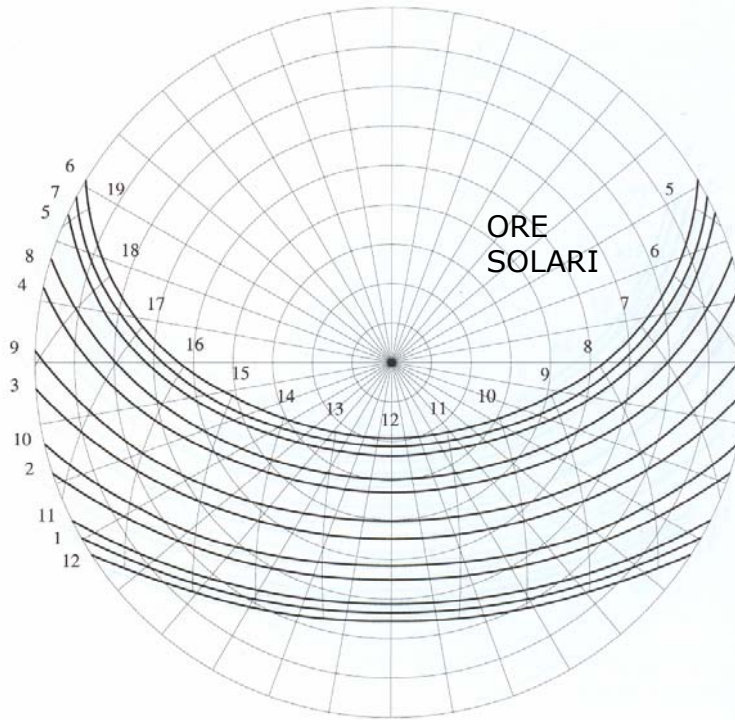
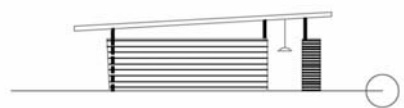


Diagramma polare calcolato per 42°N, il giorno 20 di ogni mese.

Latitudine 42° N
 Altezza ed azimut del sole

	Ora	Altezza	Azimut
21-1	8-16	6,8	55,0
21-11	9-15	15,2	43,5
	10-14	22,0	30,4
	11-13	26,3	15,7
	12	27,9	0
21-2	7-17	3,3	71,6
21-10	8-16	13,5	60,9
	9-15	22,7	48,7
	10-14	30,1	34,5
	11-13	35,0	18,1
	12	36,8	0
21-3	7-17	10,8	79,5
21-9	8-16	21,5	68,6
	9-15	31,4	55,9
	10-14	39,7	40,5
	11-13	45,5	21,7
	12	47,6	0
21-4	6-18	7,7	98,7
21-8	7-17	18,8	88,8
	8-16	29,9	78,1
	9-15	40,5	65,6
	10-14	49,9	49,5
	11-13	56,9	27,6
	12	59,6	0
21-5	6-18	13,3	105,2
21-7	7-17	24,3	95,9
	8-16	35,4	85,9
	9-15	46,4	74,2
	10-14	56,6	58,5
	11-13	64,7	34,7
	12	68,1	0
21-6	5-19	5,2	117,2
21-1	6-18	15,4	107,9
	7-17	26,3	98,8
	8-16	37,4	89,2
	9-15	48,4	78,0
	10-14	58,9	62,8
	11-13	67,6	38,6
21-12	12	71,4	0
	8-16	4,3	52,8
	9-15	12,5	41,6
	10-14	18,9	29,0
21-11	11-13	23,1	15,0
	12	24,6	0

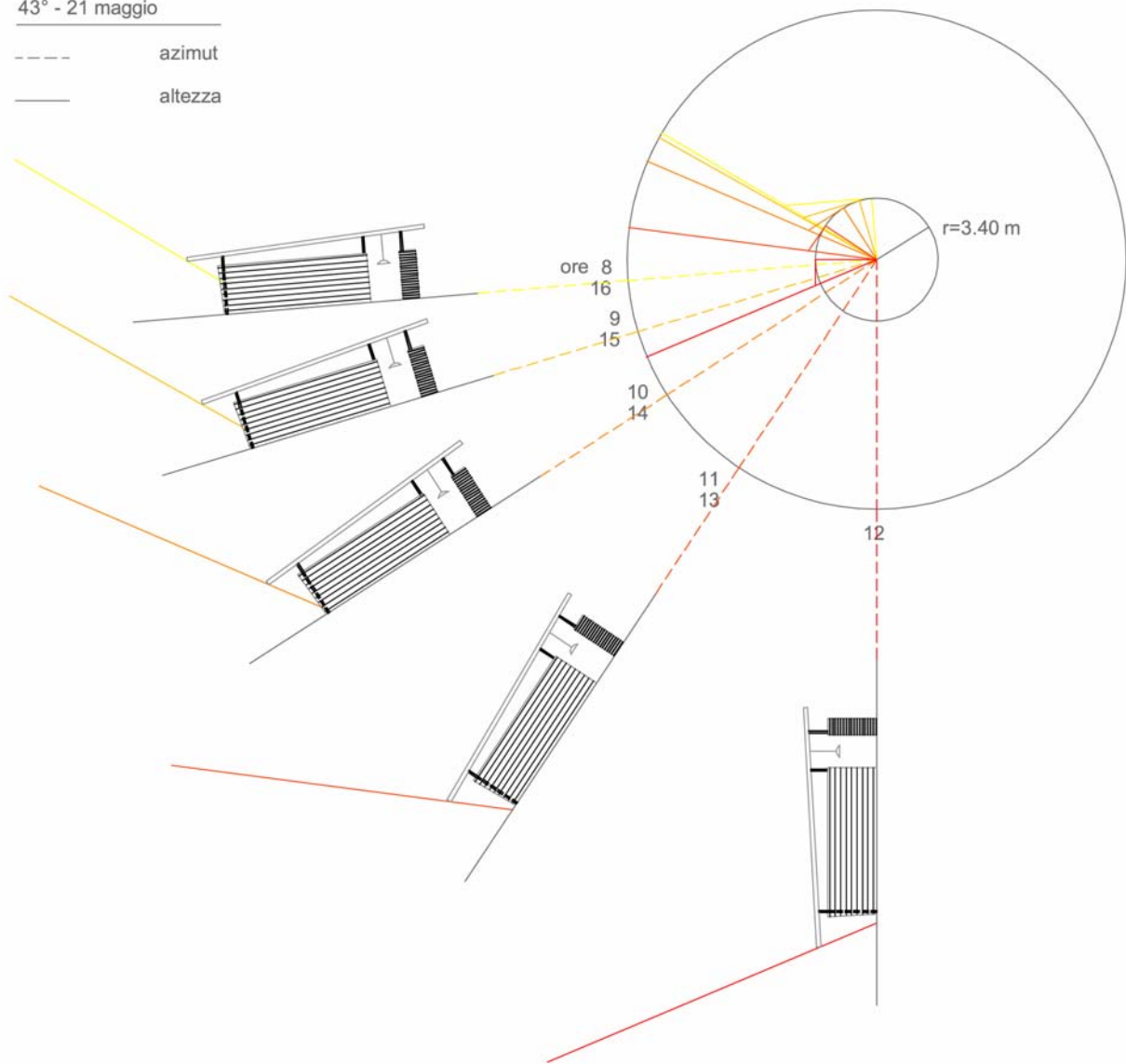
Principi e sistemi di architettura bioclimatica



43° - 21 maggio

----- azimut

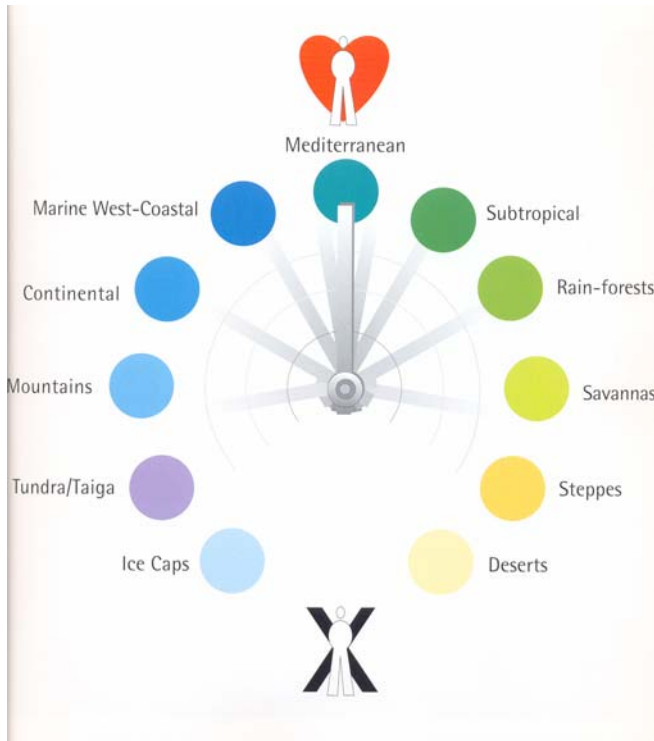
— altezza



Principi e sistemi di architettura bioclimatica

fascia climatica di appartenenza

Nella progettazione bioclimatica ciò che interessa è il microclima e il clima locale, direttamente influenzati dalle caratteristiche del luogo



MISURE DI RISPARMIO ENERGETICO PER REGIONI

ZONE CLIMATICHE

L'importanza è misurata su una scala da 0 a 7 o da azzurro a rosso

MISURE PASSIVE PER IL COMFORT	MISURE ATTIVE PER IL COMFORT	ZONE CLIMATICHE										
		Calotte glaciali	Tundra	Altipiani	Continentale	Temperato	Mediterraneo	Subtropicale	Tropicale	Savana	Steppe	Deserto
Ventilazione naturale		0	0	1	4	6	6	7	7	7	7	7
	Ventilazione meccanica	5	5	3	3	3	4	5	6	6	6	6
Ventilazione notturna		0	1	2	3	5	6	7	7	7	7	7
	Raffreddamento artificiale	0	0	0	1	1	3	5	5	5	5	6
Raffreddamento evaporativo		0	0	0	1	2	3	2	2	5	6	7
	Raffreddamento libero	0	0	0	4	3	5	6	6	7	7	7
Struttura pesante		3	4	4	6	5	6	2	2	3	5	6
Struttura leggera		3	3	2	2	3	3	5	5	6	4	4
	Riscaldamento artificiale	7	7	7	7	6	4	0	0	2	4	1
Riscaldamento solare		2	3	6	6	7	6	0	0	2	3	0
	Riscaldamento libero	7	7	7	6	6	5	0	0	0	3	0
Calore incidente		6	6	6	5	5	4	0	0	1	2	0
Isolamento/Permeabilità		7	7	7	7	6	5	0	0	1	3	4
Controllo solare/ombreggiamento		0	1	3	4	5	6	6	6	6	7	7
	Illuminazione artificiale diurna	6	6	4	4	4	3	3	3	2	2	2
Illuminazione naturale		6	6	6	6	6	6	5	5	5	4	4

Legenda

0 Non importante 7 Molto importante

MISURE A ELEVATA EFFICIENZA ENERGETICA COSTANTI INDIPENDENTEMENTE DALLA POSIZIONE DELL'EDIFICIO

Energia intrinseca, grigia e indotta Gestione del comfort Generazione d'energia

I fattori meteorologici principali sono:

- **la temperatura ovvero lo stato termico dell'atmosfera;**
- **le precipitazioni quali pioggia, neve, grandine, brina e rugiada;**
- **la pressione atmosferica;**
- **l'umidità relativa intesa come rapporto tra quantità di vapore acqueo presente nell'atmosfera e la quantità massima che potrebbe esservi contenuta in condizioni di saturazione;**
- **lo stato del cielo;**
- **il regime dei venti;**
- **la radiazione solare come flusso di energia emessa dal sole in un unità di tempo su di un metro quadrato di superficie (kW/m²h).**

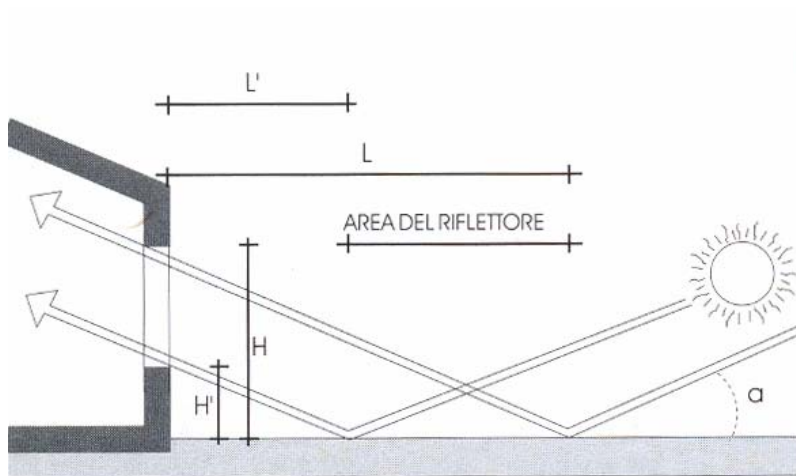
I materiali del luogo

Tutti quegli elementi che pur non intervenendo direttamente alla formazione del clima, influenzano il microclima locale con la loro presenza e natura e sono principalmente:

la natura del suolo ai fini della porosità e della riflessione dei raggi solari;

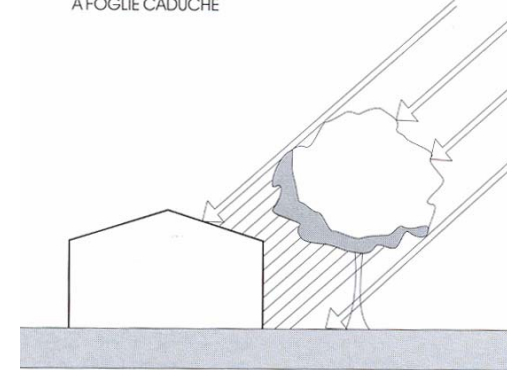
la presenza e l'uso del verde per eventuali ombreggiature, influenza sulla ventilazione, sull'inquinamento acustico e sulla salubrità dell'aria;

la presenza di acqua per gli effetti di mitigazione degli sbalzi di temperatura e l'influenza nell'umidità relativa del sito.

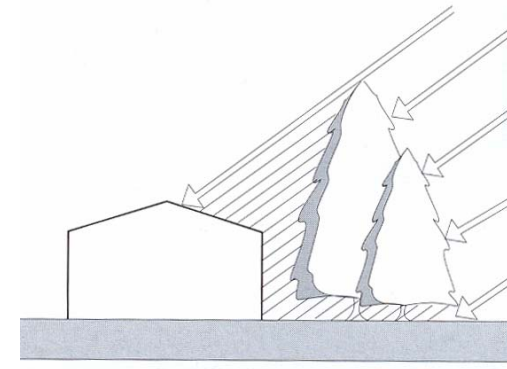


posizione delle alberature per ottenere un efficace ombreggiamento

SUL LATO SUD DELL'EDIFICIO VANNO PIANTATI ALBERI ALTI ED A FOGLIE CADUCHE



SUL LATO OVEST DELL'EDIFICIO VANNO PIANTATI ALBERI DENSI E CESPUGLI, ANCHE SEMPREVERDI

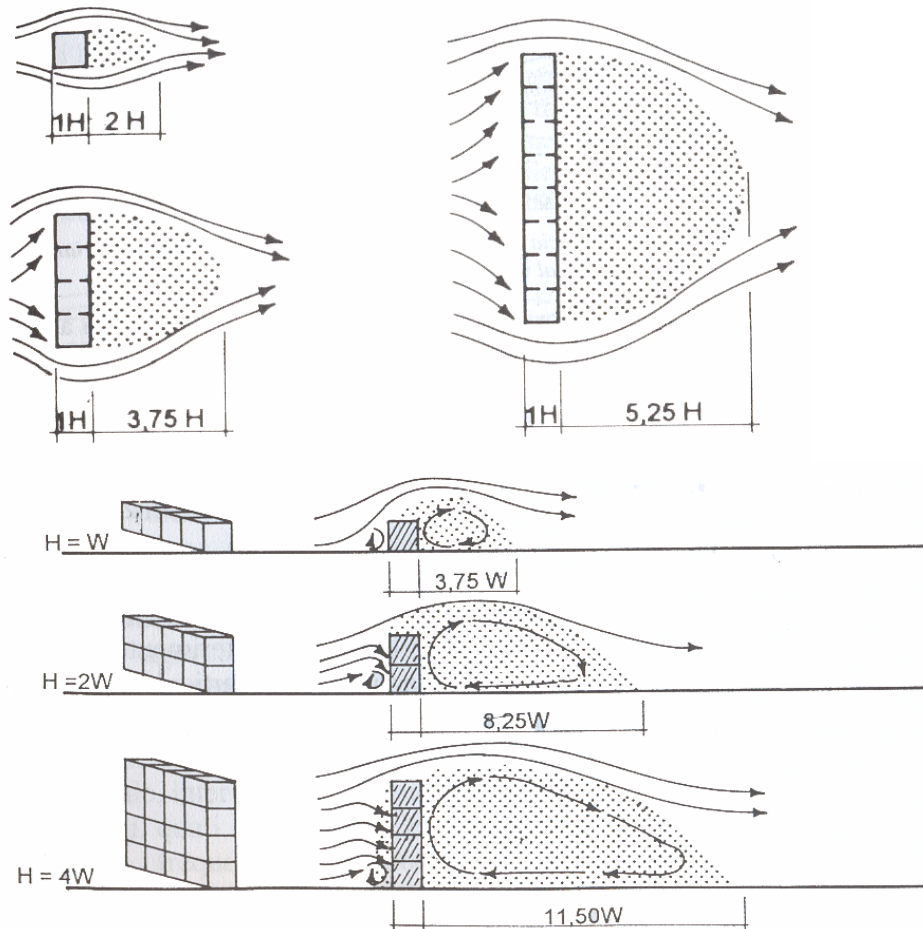


elementi per il calcolo dell'estensione ottimale delle superfici riflettenti orizzontali

Principi e sistemi di architettura bioclimatica

Studio dell'ambiente costruito

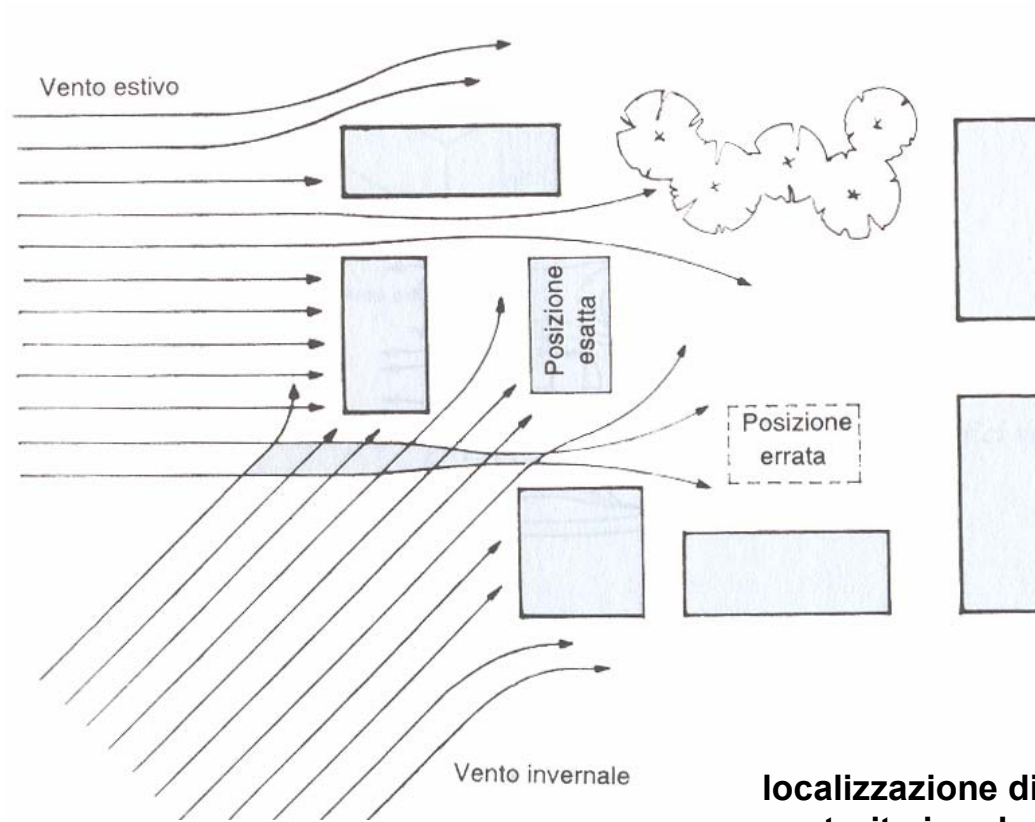
L'ambiente costruito influisce attraverso **i materiali da costruzione** e la **presenza e conformazione del tessuto urbano** in funzione alla posizione e densità degli edifici limitrofi per la loro influenza sulle ombre, sui venti e sulle temperature locali;



estensione della scia di edifici a forma parallelepipedica di lunghezza variabile, con direzione del vento perpendicolare alle facciate più lunghe.

sezione verticale della scia di un edificio a forma parallelepipedica, al variare dell'altezza, con direzione del vento perpendicolare alle facciate più lunghe

Principi e sistemi di architettura bioclimatica



**localizzazione di un edificio in un contesto
costruito in relazione al vento.**

Orientamento dell'edificio nel lotto

Principi e sistemi di architettura bioclimatica

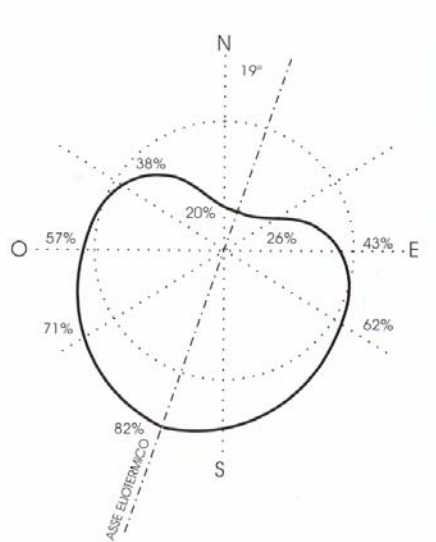
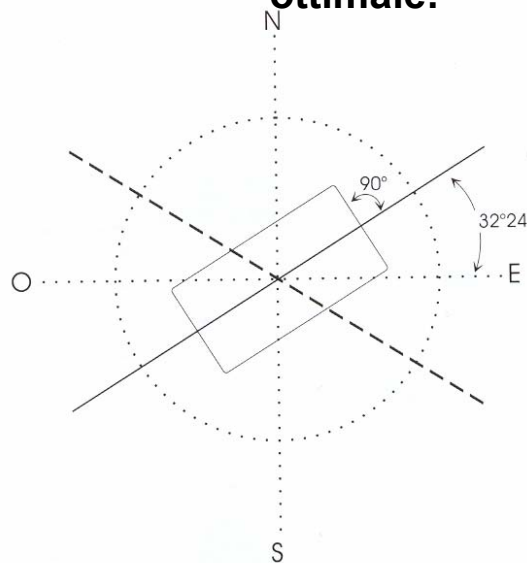


diagramma del valore eliotermico

nel 1920 da Rey e Pidoux per Parigi come asse di orientamento di un piano verticale che riceve durante l'anno lo **stesso valore eliotermico sulle due facce**, il valore eliotermico veniva computato moltiplicando le ore di sole di insolazione di una facciata per la temperatura media dell'aria

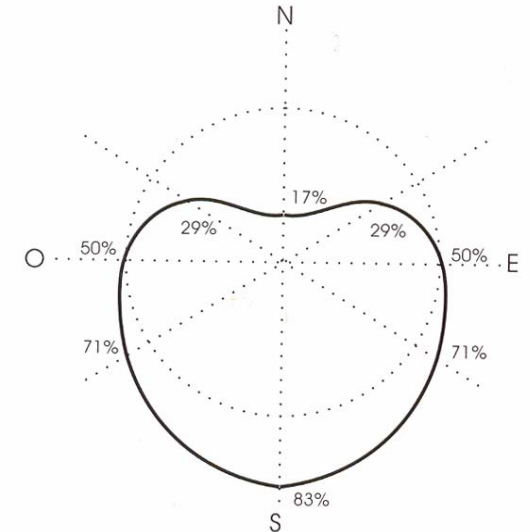
L'orientamento indica il punto cardinale verso il quale è rivolta una facciata di riferimento.

Nel corso della storia dell'architettura sono stati numerosi gli studi sull'orientamento ottimale.



orientazione equisolare

nel 1940 proposto da Vinaccia nasceva dalla **preoccupazione di perequare l'effetto termico per quattro esposizioni** anziché per due sole, ipotizzando tipologie edilizie a quattro orientamenti anziché due.



orientazione nord - sud.

Principi e sistemi di architettura bioclimatica

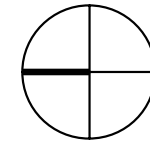
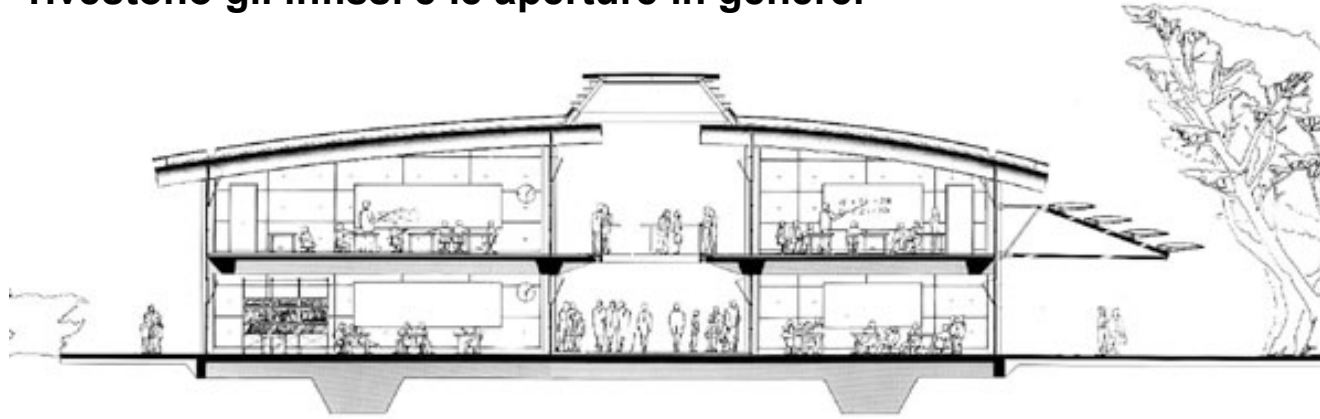
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
camere da letto		x	x	x	x	x		
soggiorno				x	x	x	x	
pranzo			x	x	x	x	x	
cucina		x	x					x
lavanderia	x	x						x
ambienti pluriuso				x	x	x	x	
bagni	x	x						x
ripostiglio	x	x						x
terrazze			x	x	x	x	x	
corpi scala	x	x						x

Ai fini di un guadagno di energia radiante dal fatto che nel nostro emisfero l'arco apparente formato dal sole nella volta celeste si svolge in direzione sud, deriva che **il fronte a meridione è quello ottimale per il guadagno termico solare, viceversa il fronte nord investito dai venti freddi sarà quello più suscettibile alle dispersioni termiche**

Per **latitudini superiori a 35° N** e in particolare per la situazione italiana, è possibile quindi identificare degli orientamenti preferibili

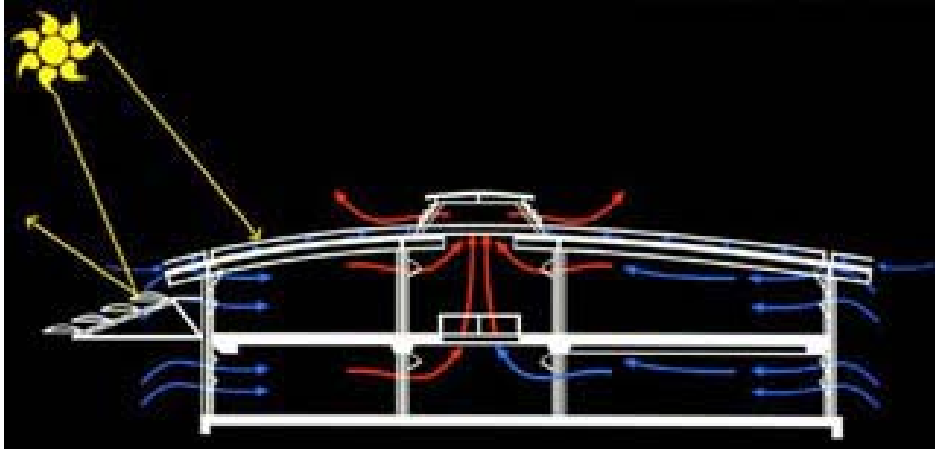
Studio dell'involucro

Ai fini di una progettazione bioclimatica si deve porre l'accento sulla necessità di avere gli elementi opachi isolati termicamente e sulla particolare importanza che rivestono gli infissi e le aperture in genere.

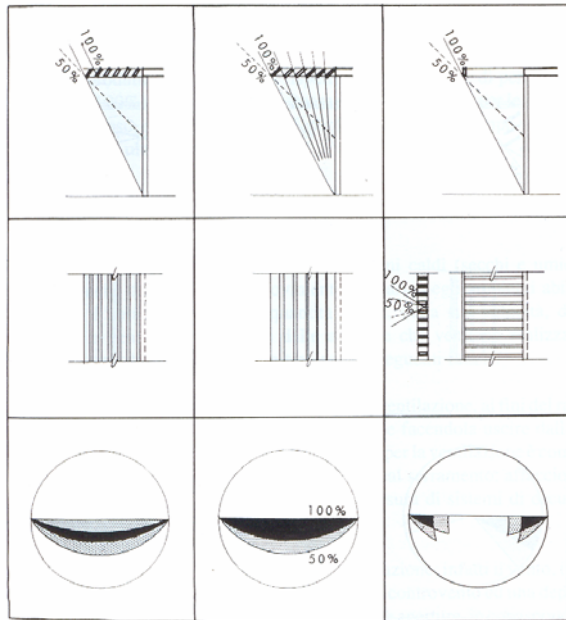


*Norman Foster- Liceo Polivalente-
Frejus, 1991-93*

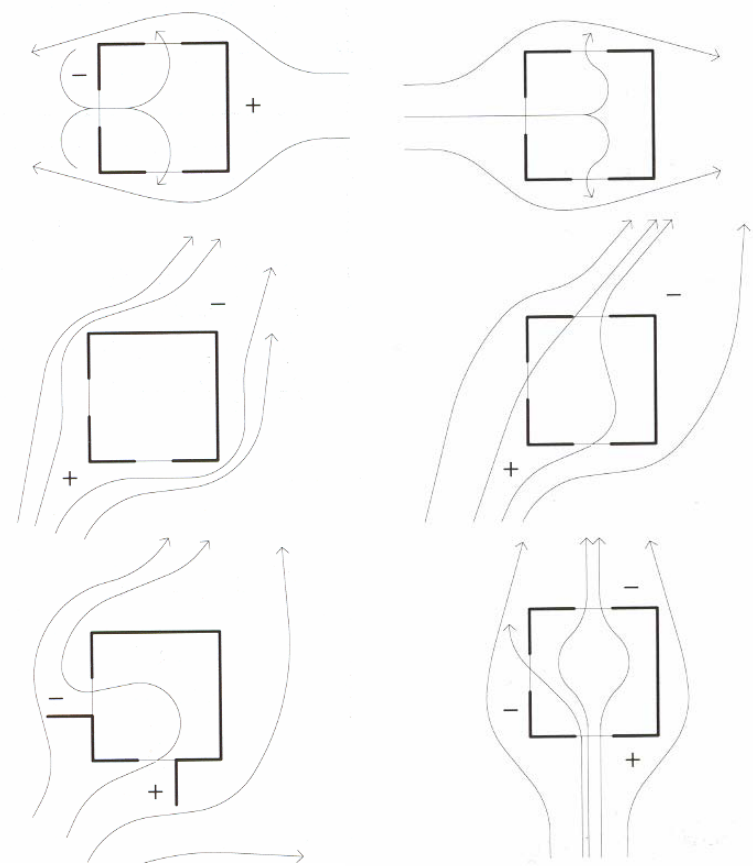
Principi e sistemi di architettura bioclimatica



Principi e sistemi di architettura bioclimatica



Schermature ad elementi verticali.



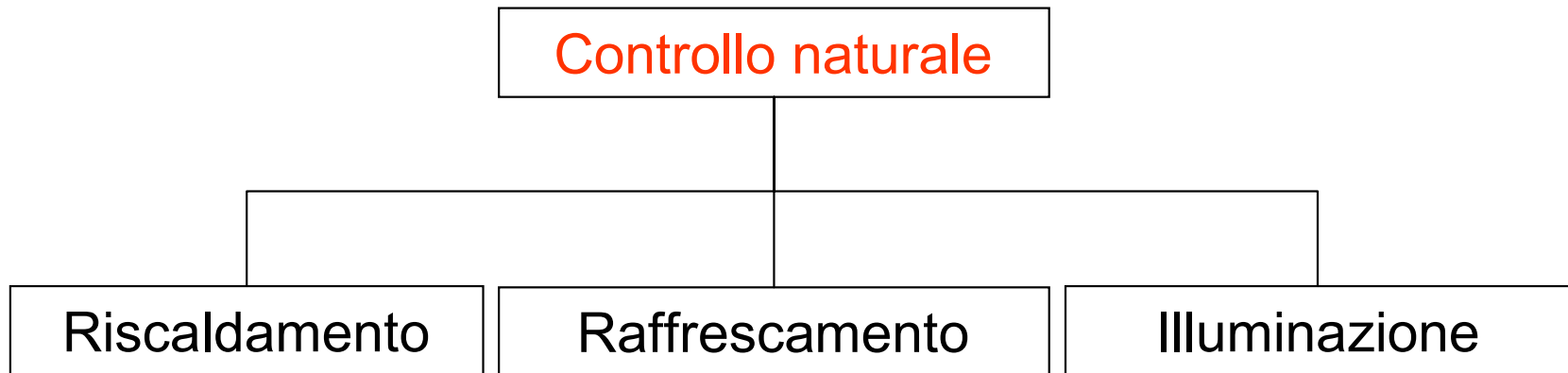
le condizioni di benessere, soprattutto in climi caldi, sono assicurate da un adeguato movimento dell'aria negli ambienti; tale ventilazione dipende dal tipo di apertura e dalla sua posizione.

Principi e sistemi di architettura bioclimatica

In edilizia l'utilizzo di fonti rinnovabili per intervenire nel controllo del comfort e quindi del riscaldamento, raffrescamento e illuminazione degli ambienti costruiti può avvenire attraverso due tipi di sistemi:

- sistemi attivi
- sistemi passivi

I sistemi attivi captano, accumulano e utilizzano l'energia proveniente da fonti rinnovabili con una tecnologia di tipo impiantistico



Cenni sulla trasmissione del calore

la conduzione, attraverso corpi solidi a differente temperatura; ai fini della qualità del calore trasmesso con andamento ciclico, come avviene per le pareti dell'involucro edilizio, è molto importante *l'effetto della massa* degli elementi, che contribuirà ad abbassare la differenza tra temperatura massima e minima e a ritardarne l'afflusso

la convezione, metodo di trasmissione dell'energia termica all'interno di un fluido che si attua attraverso il trasferimento fisico della parte di fluido più calda che per differenza di densità si porta verso l'alto spostando la parte di fluido più fredda, questa riscaldandosi a sua volta si alternerà con la parte spostatesi precedentemente innescando un moto detto convettivo. In edilizia si sfruttano le capacità isolanti dell'aria, questa in effetti risulta isolante solo se asciutta e ferma, questo è possibile confinandola attraverso spessori ridotti al di sotto dei 4 ÷ 5 cm, accorgimento usato nelle pareti a cassetta.

l'irraggiamento, forma elettromagnetica di trasmissione dell'energia valido per corpi non a contatto diretto tra loro; il calore una volta assorbito viene rimesso sotto forma di onda termica.

Es.:il vetro risulta trasparente alle onde elettromagnetiche corte della luce ma opaco alle onde lunghe della radiazione termica, si determina quindi un riscaldamento degli ambienti direttamente irraggiati dal sole, questo fenomeno viene chiamato effetto serra.

Riscaldamento

Uso dell'energia solare

Termico

energia solare → calore

si distinguono dalla posizione e funzionamento dei componenti:

collettori, accumulatori, distribuzione e controllo.

Fotovoltaico

energia solare → e. elettrica

sistemi attivi

en. captata, accumulata ed utilizzata
con apparecchiature di tipo impiantistico.

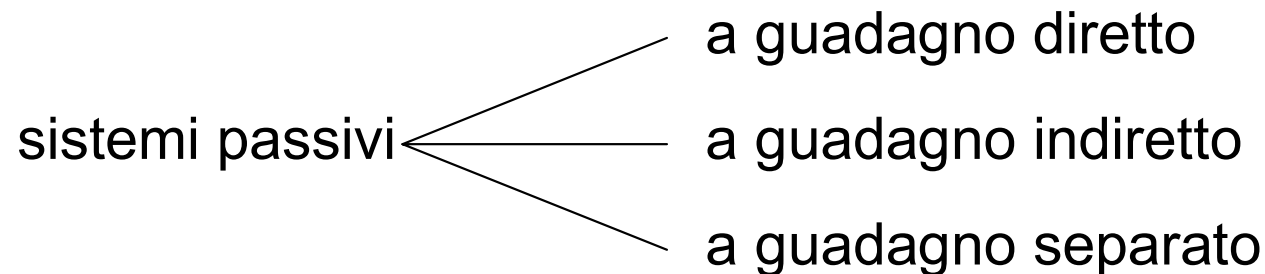
sistemi passivi

en. captata, accumulata ed utilizzata
grazie ad elementi dell'edificio stesso.

Il riscaldamento con i sistemi solari passivi

Combinazione di 4 elementi:

1. Lo spazio da riscaldare;
2. Il collettore, consiste in una superficie vetrata integrata;
3. Un assorbitore, consiste in una superficie opaca di colore scuro posizionata dietro il vetro che assorbe la radiazione solare e la converte in calore;
4. L'accumulo, costituito da uno o più materiali di elevata capacità termica che possono immagazzinare calore per poi ricederlo nei momenti in cui l'edificio non è direttamente riscaldato dal sole;
5. I sistemi di controllo della radiazione solare. Possono essere elementi isolanti che riducono le perdite di calore notturne; elementi ombreggianti che riducono l'irraggiamento in estate; ecc.



Sistemi a guadagno diretto

La radiazione entra direttamente nello spazio da riscaldare mediante ampie superfici trasparenti e si converte in calore.

Le superfici dell'ambiente dotate di grande inerzia termica assorbono il calore in eccesso rilasciandolo nelle ore notturne.

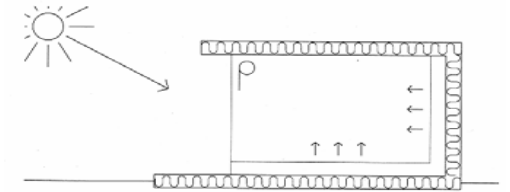
Collettore ed accumulatore coincidono con i locali abitati

L'edificio deve essere dotato di aperture orientate verso il sole e fortemente coibentato nelle zone non esposte

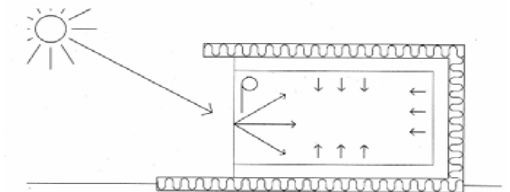
Grande influenza architettonica

Serve solo i vani esposti

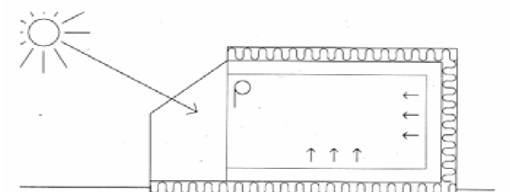
prevedere l'apertura diffusa degli ambienti vetrati e la loro schermatura nel periodo estivo.



Guadagno diretto non diffuso



Guadagno diretto diffuso



Spazio solare a guadagno diretto

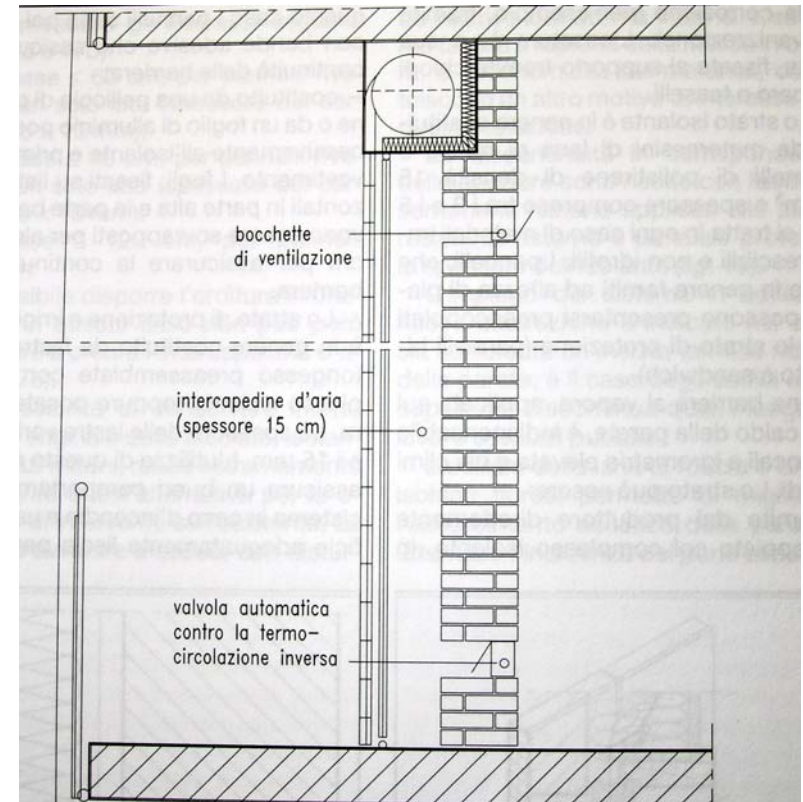
Sistemi a guadagno indiretto

Collettore ed accumulatore fanno parte dell'*involucro* dell'edificio e trasmettono anche per conduzione

Muro di Trombe - Michel

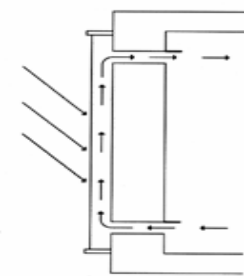
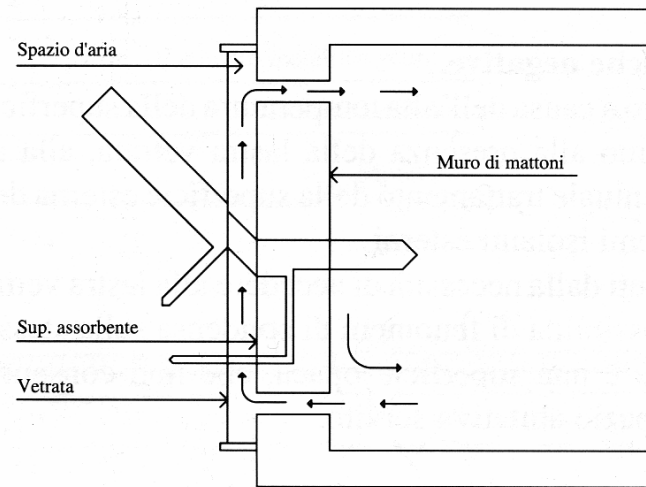
Parete ad accumulo

Sistemi passivi

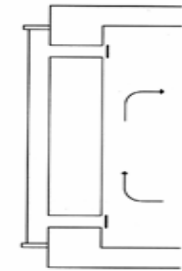


Muro di Trombe - Michel

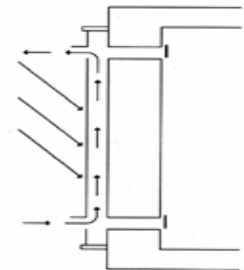
Collettore ed accumulatore sono una parete vetrata ed un paramento massivo o muro d'acqua



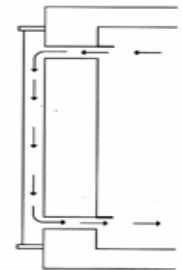
Comportamento inverno giorno



Comportamento inverno notte



Comportamento estate giorno



Comportamento estate notte



Sistemi passivi

Basso costo di installazione

Basso rendimento

Problemi di manutenzione

Chiusura del fronte

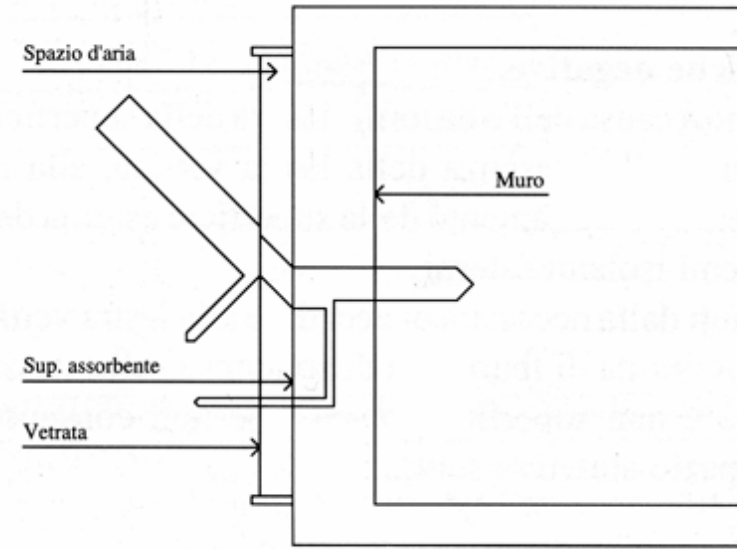
Serve solo l'ambiente collegato

Parete ad accumulo

Funziona come i sistemi di Trombe ma senza scambi di natura convettiva

Evita cambi indesiderati di flusso

Rendimento minore



Sistemi passivi

Sistemi a spazio solare – le serre

Lo spazio solare consiste in una serra che forma ambiente distinto dal resto dell'abitazione

Aumenta la superficie

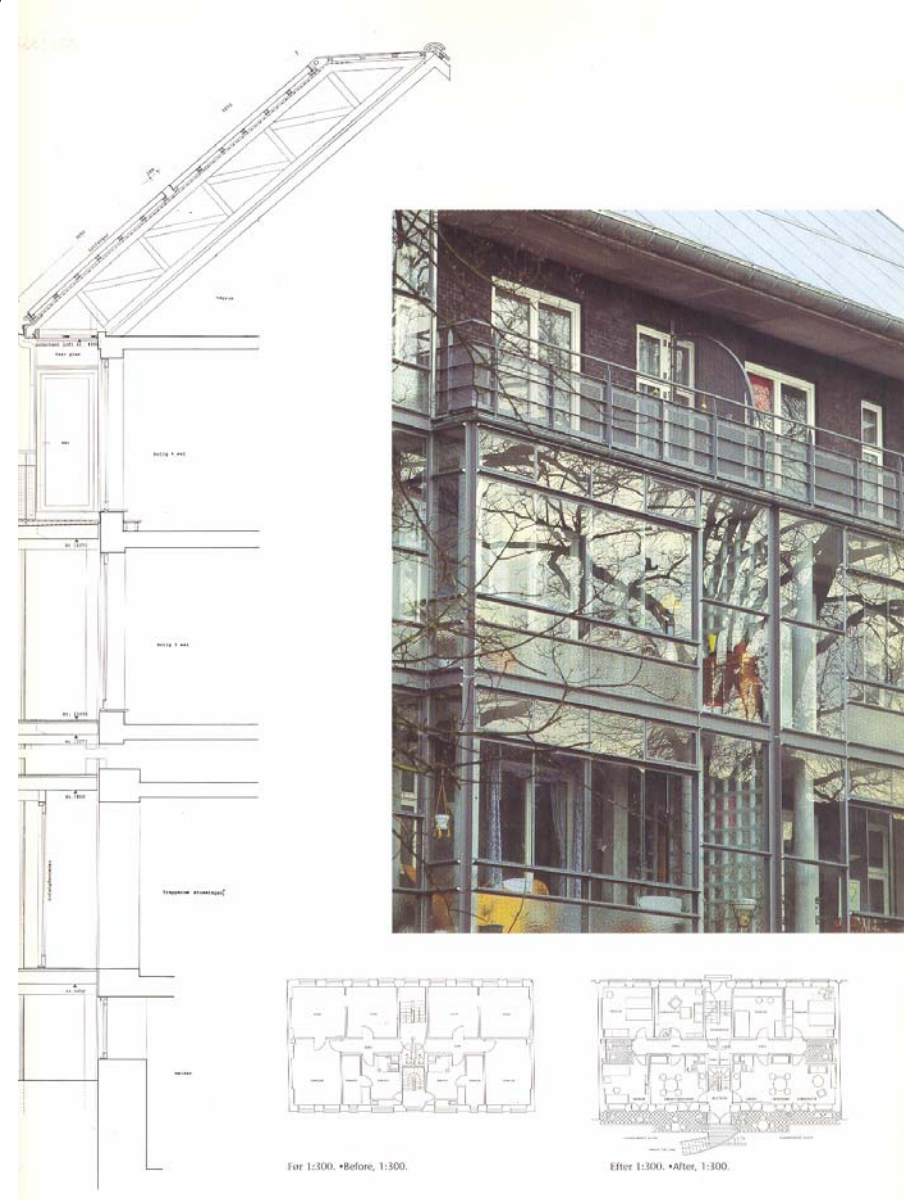
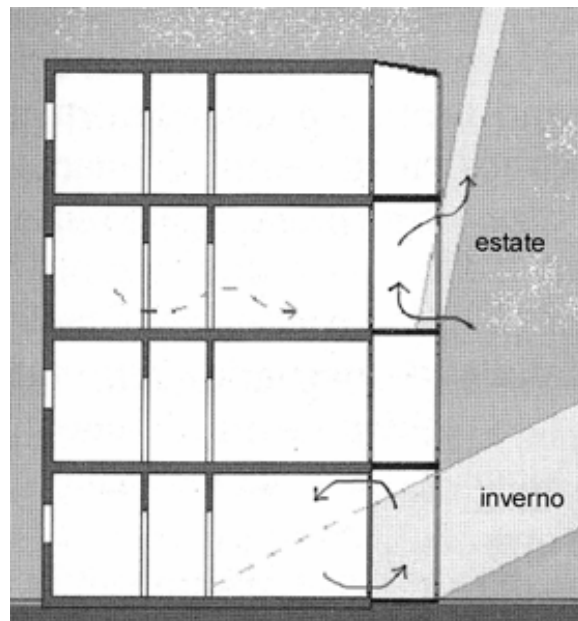
Crea uno spazio cuscinetto

Semplice da realizzare

Sistemi di controllo laboriosi

Problemi di natura urbanistica

Sistemi passivi



Sistemi a spazio solare – le serre

Il funzionamento **più efficiente** si ha quando:

- La serra è posta a sud;
- È separata dal resto dell'abitazione da una parete di accumulo.

Il **trasferimento dell'aria calda** può avvenire :

- Per conduzione mediante superfici vetrate tra i due ambienti;
- Per conduzione mediante le pareti opache;
- Per trasferimento mediante apposite aperture

Il surriscaldamento deve essere evitato:

- Per forma;
- Con elementi ombreggianti.
- Ventilazione con aperture alla base e alla sommità (0,1 mq di apertura per ogni mq di sup. vetrata)

Sistemi passivi



Solare Termico



Sistemi attivi

Per scaldare l'acqua si utilizzano degli impianti costituiti da:
collettori solari,
accumulo di acqua calda,
eventuale centralina di regolazione.

Il principio di funzionamento si basa sul riscaldamento dell'acqua all'interno dei tubi di un assorbitore isolato termicamente sul retro ed ai lati e protetto superiormente con uno o due vetri.

L'acqua viene riscaldata dal sole e trasferita all'interno dell'accumulo o attraverso una pompa di circolazione (circolazione forzata) o sfruttando il principio del termosifone (circolazione naturale).

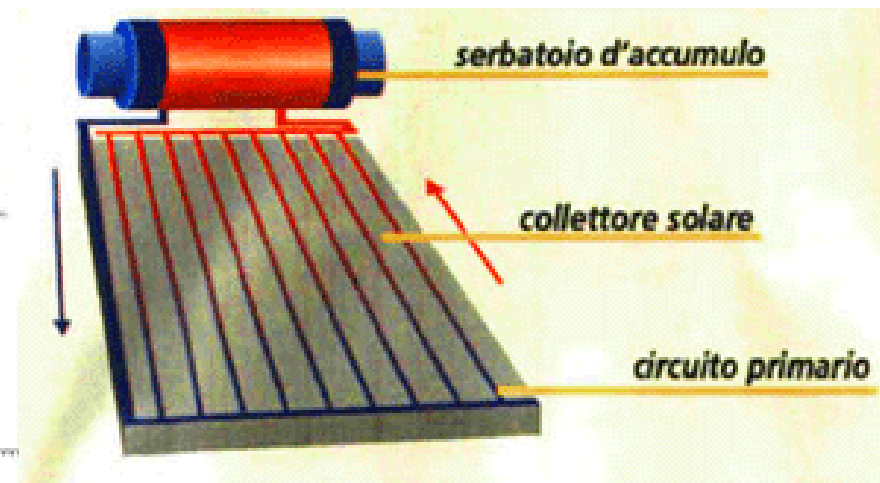
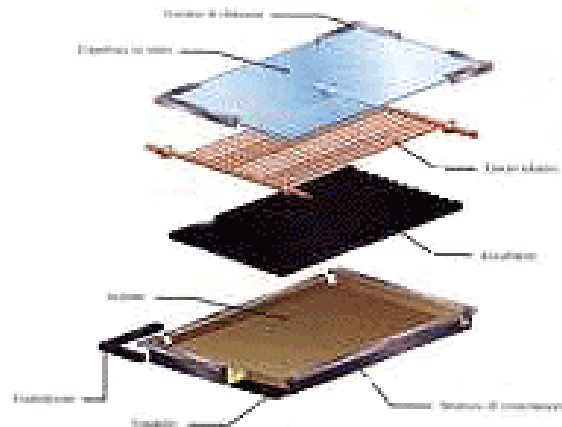
I collettori solari possono essere di diversi tipi:

1. collettori piani (i più comuni)
2. collettori a tubo vuoto (di forma cilindrica, più costosi ma più efficienti)
3. collettori ad accumulo integrato (oltre a riscaldare l'acqua hanno incorporato l'accumulo per l'acqua calda).

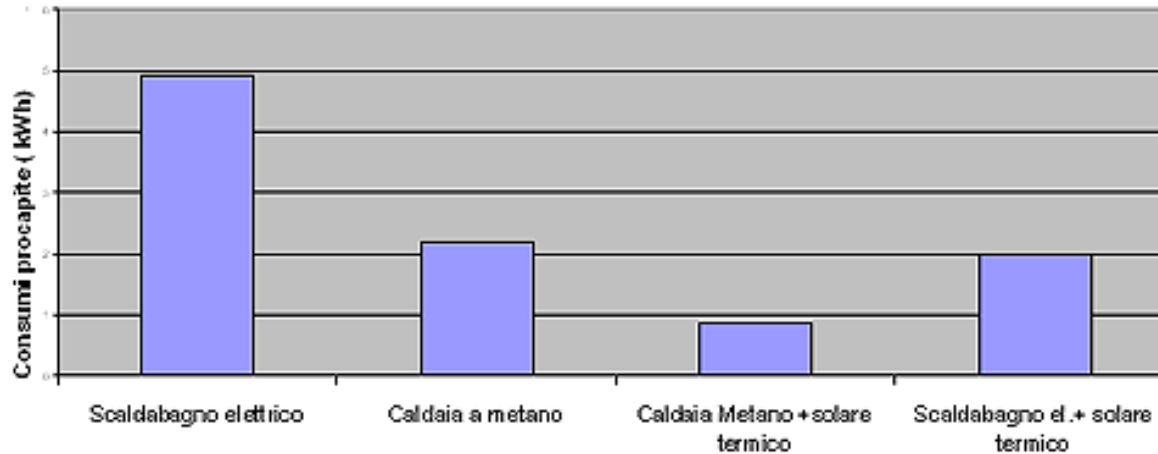
Solare Termico

Un metro quadrato di collettore solare può scaldare a $45\div 60$ °C tra i 40 ed i 300 litri d'acqua in un giorno a secondo dell'efficienza che varia con le condizioni climatiche e con la tipologia di collettore

un collettore solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria dimensionato correttamente viene progettato per soddisfare il $60\div 65\%$ del fabbisogno termico



Solare Termico - confronto dei consumi



(Fonte Ministero dell'Ambiente)

nel passaggio dalla soluzione con scaldabagno elettrico a quella con caldaia a gas integrata da collettori solari, il consumo energetico procapite passa da 4,93 a 0,87 kWh e porta ad una riduzione dell'82% del consumo energetico, a parità di servizio reso.

Nel confronto tra il sistema basato sull'integrazione di collettore solare con una caldaia a gas e la caldaia stessa, si nota come il consumo passi da 2,18 kWh, per il caso della sola caldaia, a 0,87 kWh, per il sistema integrato. Nel passaggio dal solo scaldabagno elettrico ad uno scaldabagno integrato da collettori solari, il consumo energetico scende da 4,93 a 1,97 kWh.

Solare Termico - confronto consumi

(Fonte Ministero dell'Ambiente)

Nel caso dei collettori solari il costo al metro quadro è poco indicativo, Il vero costo deve essere correlato alla quantità di acqua calda prodotta in un anno.

Es: Una famiglia di 4 persone che consuma 50÷60 litri di acqua calda a persona ogni giorno, per un totale di 80÷100 mila litri annui spende circa 1 milione per riscaldare l'acqua con energia elettrica e 750.000 £ se la scalda con caldaia a metano.

Se l'impianto solare integra la caldaia per un 60÷70% il risparmio annuo oscilla tra 500 e 700 mila lire ed in 5 anni si ammortizza una spesa di 2,5 ÷ 3,5 milioni di lire. Le agevolazioni statali consentono, inoltre, di detrarre dalle tasse parte delle spese di acquisto e di installazione.

Nuove tecnologie –sistemi integrati

La caldaia a condensazione

Alimentata a metano. Abbassa la temperatura dei fumi, recuperando una percentuale (10%) del calore che altrimenti andrebbe perso. Ha un rendimento del 108 % con una riduzione dei consumi del 30% circa rispetto alle caldaie ad alto rendimento.

Si utilizza sia per il riscaldamento sia per la produzione di acqua calda sanitaria.

Può essere integrata con pannelli solari termici (costo a partire da 10.000 €)

Solare Termico - inclinazione

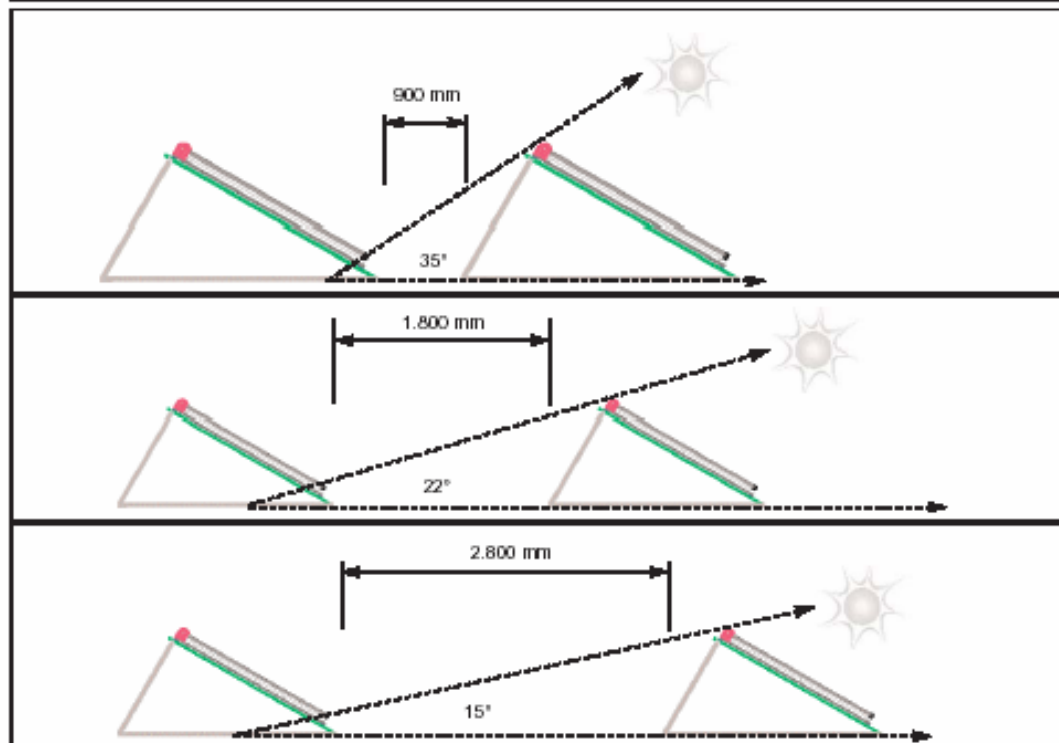
INCLINAZIONI POSSIBILI DEI COLLETTORI SOLARI



Da 15° a 60°
(per inclinazioni diverse contattare ECOFLAM)




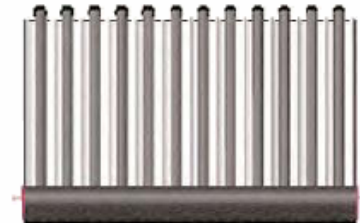

DISTANZA TRA LE BATTERIE DI COLLETTORI



Sistemi attivi

Solare Termico - orientamento

Sistemi attivi

<p>Orientamento ottimale = 0° Sud</p>		
		
<p>Orientamento massimo consigliato = 30° Sud/Est</p>		<p>Orientamento massimo consigliato = 30° Sud/Ovest</p>
<p>E' molto importante verificare che sulla linea dell'orizzonte non ci siano ingombri che possano pregiudicare l'irraggiamento del collettore durante il transito del sole. Nel caso di presenza di ingombri, e' opportuno segnalarli, poichè tale informazione condiziona il dimensionamento dei collettori solari necessari.</p>		

Solare Fotovoltaico



Un dispositivo fotovoltaico è in grado di trasformare direttamente la luce solare in energia elettrica, sfruttando il cosiddetto effetto fotoelettrico.

Il principio di funzionamento si basa sulla proprietà che hanno alcuni materiali semiconduttori opportunamente trattati come il silicio di fornire energia elettrica quando sono colpiti da radiazione solare.

(Fonte Ministero dell'Ambiente)

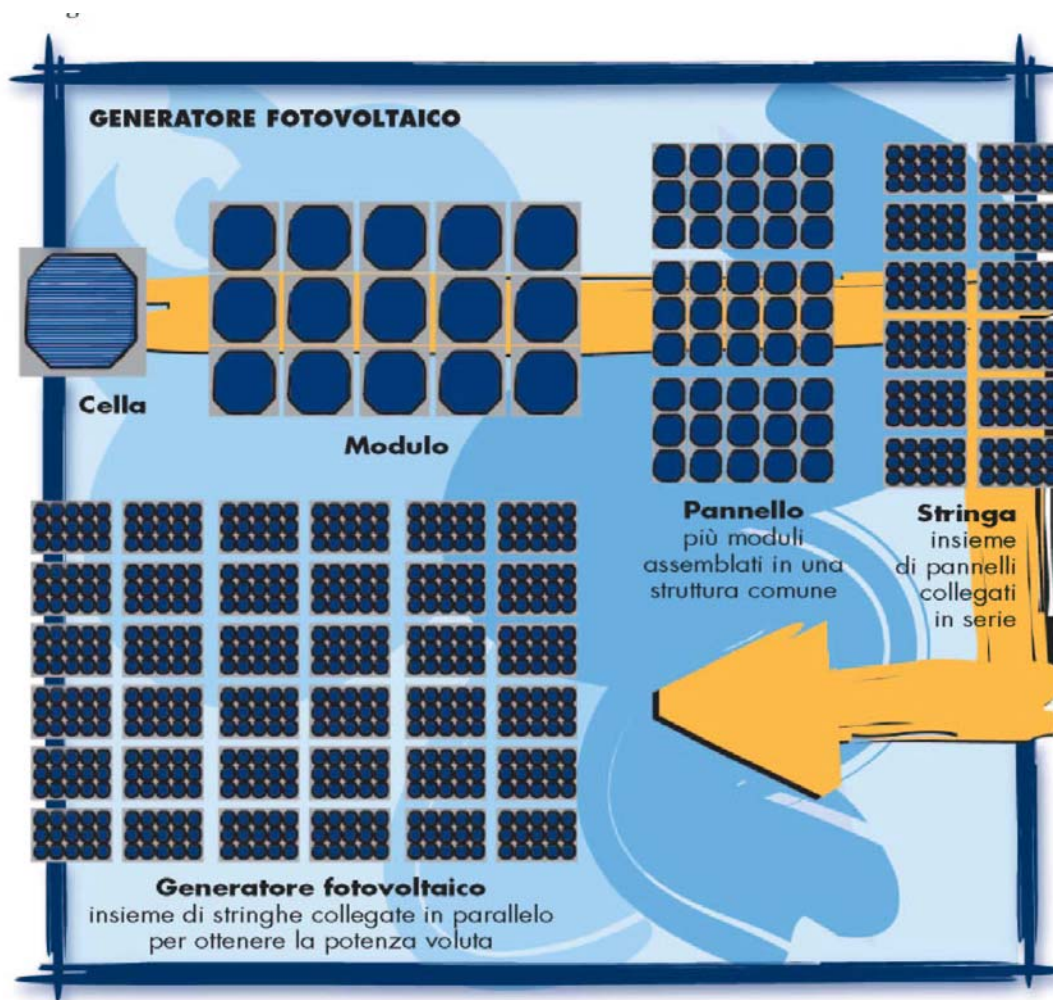
Sistemi attivi

L'impianto fotovoltaico è basato su moduli fotovoltaici (ciascuno di potenza tra i 30 e i 100 Wp, a tensione continua di 12 o 24 V) collegati in serie o in parallelo.

Ogni modulo è dotato di un diodo (un dispositivo che permette il passaggio della corrente in una sola direzione) per evitare che il modulo si trasformi da generatore a dissipatore di energia.

Se si richiede corrente alternata è necessario inserire un'apparecchiatura detta inverter in grado di trasformare la corrente continua in alternata.

1mq = 120 W di picco

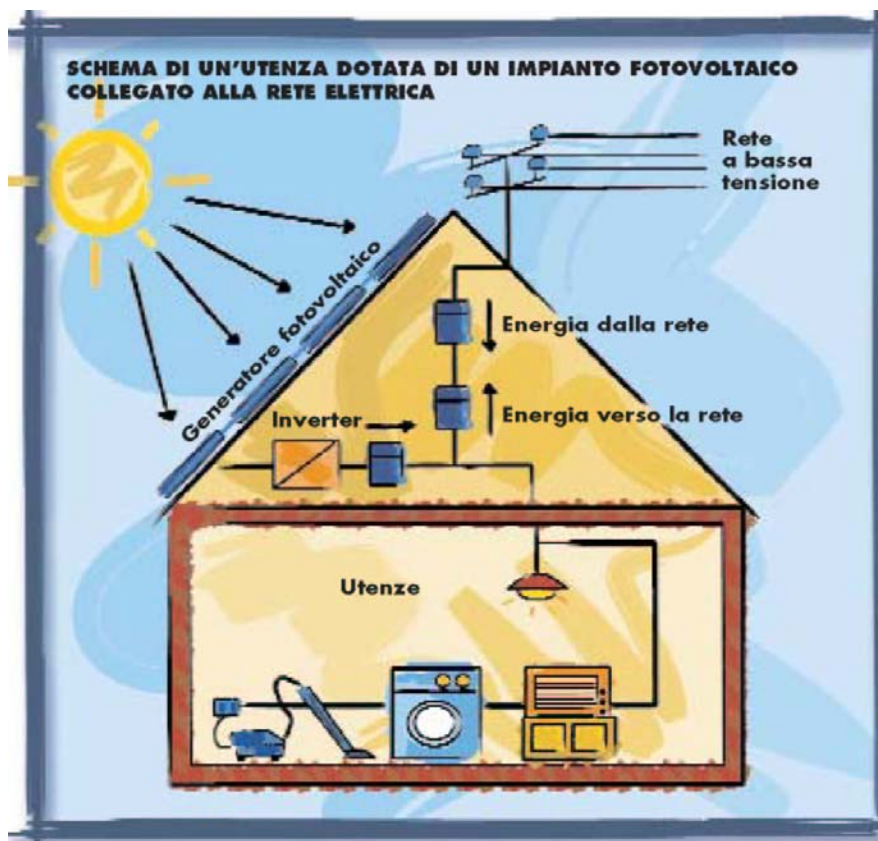


Il modulo FV tradizionale è costituito dal collegamento in serie di 36 celle, per ottenere una potenza in uscita pari a circa 50 Watt, ma oggi, anche fino a 200 Watt per ogni singolo modulo.

A seconda della tensione necessaria all'alimentazione delle utenze elettriche, più moduli possono poi essere collegati in serie in una "stringa". La potenza elettrica richiesta determina poi il numero di stringhe da collegare in parallelo per realizzare finalmente un generatore fotovoltaico.

Solare Fotovoltaico

(Fonte: ENEA)



Il trasferimento dell'energia dal sistema fotovoltaico all'utenza avviene attraverso ulteriori dispositivi, necessari per trasformare ed adattare la corrente continua prodotta dai moduli alle esigenze dell'utenza finale. Il complesso di tali dispositivi prende il nome di **BOS** (Balance of System).

Sistemi attivi

Calcolo dell'energia elettrica in corrente alternata mediamente prodotta in un anno da 1 kWp di moduli:

	Elettricit� prodotta mediamente in un anno in corrente continua	X efficienza del BOS	= Elettricit� prodotta mediamente in un anno in corrente alternata
MILANO	1372.4 kWhel/kWp anno	85%	1167 kWhel/kWp anno
ROMA	1737.4 kWhel/kWp anno	85%	1477 kWhel/kWp anno
TRAPANI	1963.7 kWhel/kWp anno	85%	1669 kWhel/kWp anno

Solare Fotovoltaico

Sistemi attivi

IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER UNA FAMIGLIA DI 3/4 PERSONE (6/7 VANI)						
	Consumo elettrico medio annuale kWh/anno	Energia prodotta x 1 kWp (8 mq di pannelli) a Roma				
	3000	1477				
Pannelli fotovoltaici necessari (kWp)			2	(16mq)		
	costo /kWp (comprensivo di 10% iva)					
	€ 7,700.00					
Costo totale pannelli fotovoltaici		€ 15,639.81				
	Produzione di energia kWh/anno	Guadagno per vendita energia €/kWh (0,49 incentivo +0,09 vendita)	Guadagno totale per vendita energia/anno	Costo acquisto energia €/kWh	Costo evitato per acquisto energia/anno	
	3000	€ 0.58	€ 1,740.00	€ 0.18	€ 540.00	
Guadagno totale euro/anno						€ 2,280.00
Tempo di ritorno dell'investimento (anni)						6.86
CONCLUSIONI:						
- Il DECRETO FINANZIARIA 2007 permette di diventare produttori di energia elettrica, consentendo la vendita dell'energia a 0,58 €/kWh (=0,49 €/kWh come incentivo statale + 0,09 €/kWh come ricavo dalla vendita) tramite un contratto di 20 anni con l'Ente per la distribuzione dell'energia.						
- costo impianto di pannelli fotovoltaici per la produzione energia elettrica ammortizzato in 7 anni						
- importo del guadagno per i successivi 13 anni (*)		€ 29,640.00				
- erogazione dei finanziamenti a tasso agevolato per soggetti pubblici e privati nel triennio 2007-2009.						

(*) L'incentivo statale è garantito per 20 anni e la vita media dell'impianto fotovoltaico è di 25 anni.

Emissioni evitate da un kWp di moduli nel tempo di vita degli impianti

	Energia elettrica generata in c.a. in un anno	X Fattore del mix elettrico italiano	= Emissioni evitate in un anno	X Tempo di vita dell'impianto	= Emissioni evitate nel tempo di vita
Milano	1167.4kWhel/kWp	0,531kg CO ₂ /kWhel	729kg CO ₂	30anni	18590kg CO ₂
Roma	1477.4kWhel/kWp	0,531kg CO ₂ /kWhel	922kg CO ₂	30anni	23529kg CO ₂
Trapani	1669.7kWhel/kWp	0,531kg CO ₂ /kWhel	1043kg CO ₂	30anni	26587kg CO ₂

Posizione dei moduli FV nello spazio (angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale ed angolo di orientamento rispetto al Sud) La posizione dei moduli fotovoltaici rispetto al sole influisce notevolmente sulla quantità di energia captata e quindi sulla quantità di energia elettrica generata. I parametri che direttamente influiscono sul fenomeno sono:

1. angolo di inclinazione rispetto al terreno (angolo di tilt)
2. angolo di azimut

La produzione di energia elettrica su base media annua nell'emisfero Nord è massima per l'esposizione Sud con angolo di inclinazione pari alla latitudine locale sottratta di 10° circa. Consideriamo l'influenza dell'angolo di inclinazione (tilt) sulla radiazione incidente di un sistema, rivolto a Sud, che si trovi a Milano, Roma oppure Trapani. Il valore della radiazione incidente è quello giornaliero medio annuo.

	Milano (kWh/m ²)	Roma (kWh/m ²)	Trapani (kWh/m ²)
90° (facciata)	2.44	3.15	3.43
0° (tetto piano)	3.39	4.18	4.77
30° (tetto inclinato)	3.76	4.76	5.38

Solare Fotovoltaico

Sistemi attivi

