RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO DEGLI EDIFICI

Prof. Arch. Mario GROSSO, II Facoltà d'Architettura,
Politecnico di Torino

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

1b) LA PROGETTAZIONE BIOCLIMATICA

Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

la progettazione bioclimatica

Il concetto di progettazione *bioclimatica* nasce con Victor Olgyay (*Design with climate*, 1963), che applica all'architettura i principi bioclimatici elaborati, a partire dalgi anni '30, dai climatologi Köppen e Geiger.

Esprime un approccio alla progettazione dell'architettura finalizzato all'utilizzo delle *risorse climatiche* per ridurre il consumo di combustibili fossili e raggiungere condizione di *salute e benessere* dell'utente.

Rappresenta un aspetto della *bioarchitettura* (di cui fa parte la *bioedilizia*).

Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

progettazione bioclimatica e sviluppo sostenibile

Il concetto di *progettazione bioclimatica*, è strettamente connesso a quello di sviluppo *sostenibile*, che "*soddisfa i bisogni delle generazioni presenti senza compromettere la disponibilità di risorse per quelle future*" *(Rapporto Brundtland 1987)*, nella consapevolezza che l'azione locale si ripercuote a livello globale.

La *sostenibilità ambientale* dipende oggi dalla capacità di ridurre i consumi energetici da fonti non rinnovabili, basate su combustibili fossili e causa di cambiamenti climatici da effetto serra, tramite misure di conservazione energetica e utilizzo di *fonti rinnovabili*.

Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

ARCHETIPI BIOCLIMATICI

- **Mondo animale**
- **Dal rifugio alla tenda dei popoli nomadi**
- **Il sito come elemento di climatizzazione**
- **Utilizzo del clima nell'architettura pre-moderna**

Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

Archetipo bioclimatico del mondo animale: il termitaio



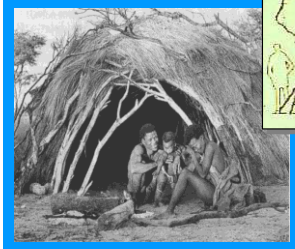
Foto e sezione schematica di un termitaio con indicazione dei canali di ventilazione

Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Dal rifugio alla tenda dei popoli nomadi: a) la capanna primigenia



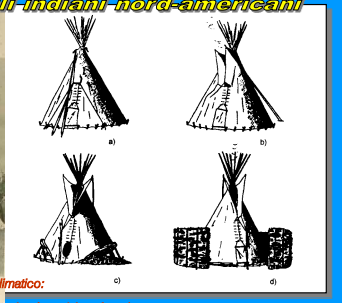
Dal rifugio alla tenda dei popoli nomadi: b) capanna africana e igloo artico





Dal rifugio alla tenda dei popoli nomadi: c) il tepee degli indiani nord-americani





Modelli di controllo microclimatico:
a) chiuso (periodo freddo)
b)ventilazione per effetto camino (espulsione fumo)
c)ventilazione passante
d)barriere protettive dai venti freddi

Dal rifugio alla tenda dei popoli nomadi: d) una capanna montabile e smontabile in breve tempo

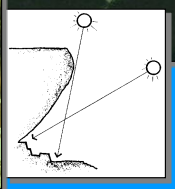


Yurt mongolo

il sito come elemento di climatizzazione: a) i "cliff dwellings" degli indiani Anazasi del SW degli Stati Uniti

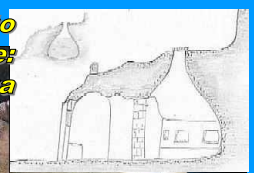


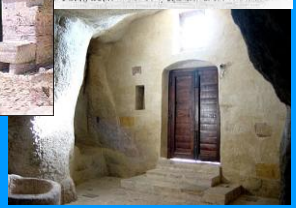




il sito come elemento di climatizzazione: b) i "sassi" di Matera





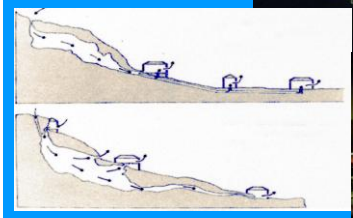


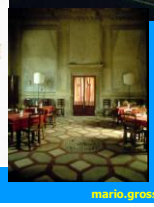
il sito come elemento di climatizzazione: c) le case sotto roccia in Val Pellice



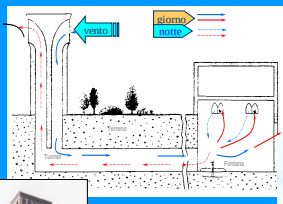
il sito come elemento di climatizzazione: d) le ville palladiane di Costoza (VI) con i ventidotti sotterranei (Covoli) per il raffrescamento







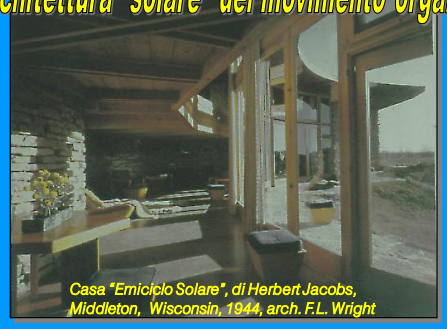
utilizzo del clima nell'architettura pre-moderna: a) medio-oriente





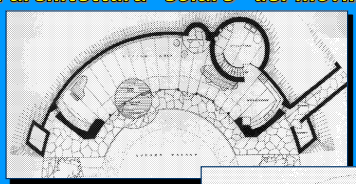


l'architettura "solare" del movimento organico



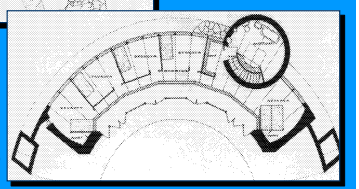
Casa "Emiciclo Solare", di Herbert Jacobs, Middleton, Wisconsin, 1944, arch. F.L. Wright

l'architettura "solare" del movimento organico



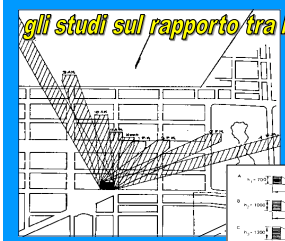
Casa "Emiciclo Solare"

Pianta piano terra



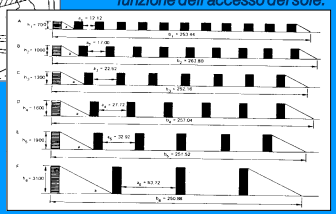
Pianta piano soppalco

gli studi sul rapporto tra localizzazione degli edifici e irraggiamento solare



Studi di William Atkinson sul soleggiamento. Boston, 1910-12.

Gropius, 1929: studio della distanza tra edifici e della densità planimetrica in funzione dell'accesso del sole.



- PROGETTAZIONE BIOCLIMATICA DI SITO
  - CRITERI

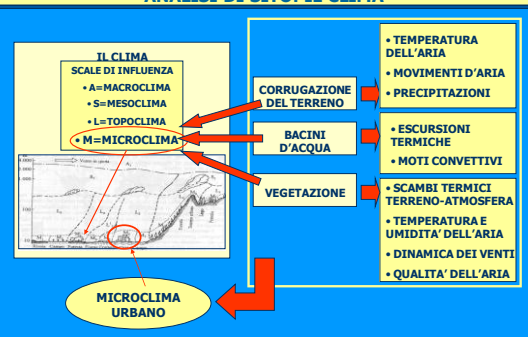
    LOCALIZZAZIONE DEGLI INSEDIAMENTI

    LOCALIZZAZIONE, FORMA GENERALE E ORIENTAMENTO DEGLI EDIFICI

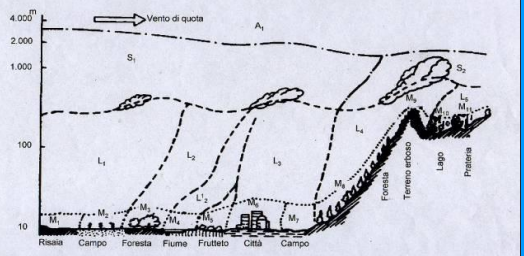
    SISTEMAZIONE DEGLI SPAZI ESTERNI
  - STRUMENTI

    PER LA VERIFICA DELL'ACCESSO/PROTEZIONE AL/DAL SOLE
    PER LA VERIFICA DELL'ACCESSO/PROTEZIONE AL/DAL VENTO

ANALISI DI SITO: IL CLIMA

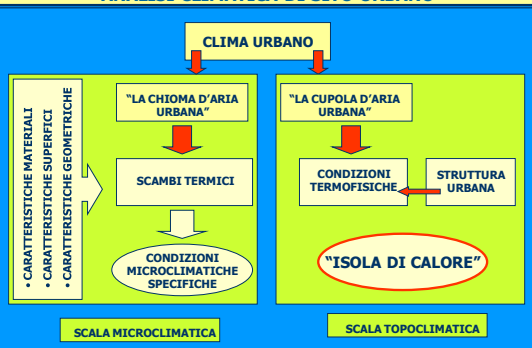


CLASSIFICAZIONE DEL CLIMA IN RELAZIONE ALLA SCALA DI influenza (YOSHIMO)

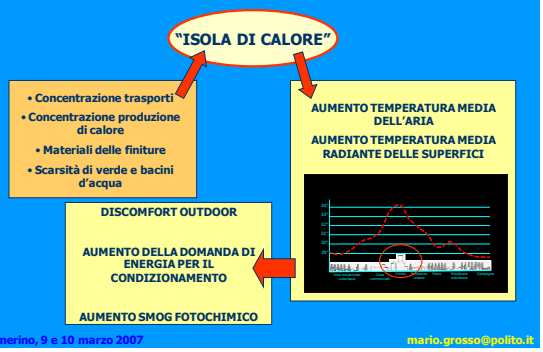


Classificazione del clima in funzione della scala di influenza: A = macroclima; S = mesoclima; L = topoclima; M = microclima.

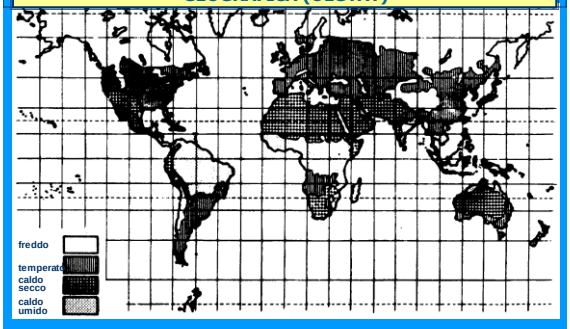
ANALISI CLIMATICA DI SITO URBANO



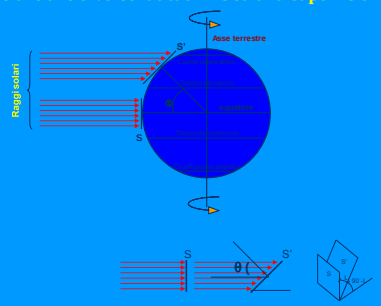
ANALISI CLIMATICA DI SITO URBANO



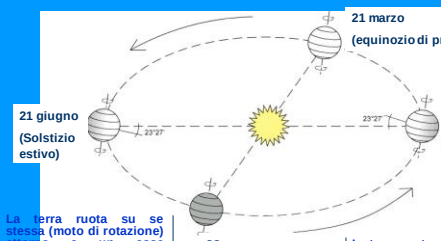
CLASSIFICAZIONE DEL CLIMA SECONDO LA DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA (OLGYAY)



La radiazione solare alle diverse latitudini e su una superficie



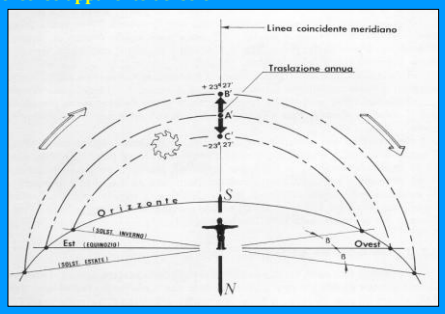
La relazione Terra - Sole



La terra ruota su se stessa (moto di rotazione) attorno a un asse inclinato di 23°.27' rispetto al piano dell'"eclittica". L'eclittica è l'orbita seguita dalla terra nella rivoluzione attorno al sole. Il moto di rotazione dura circa 24 ore.

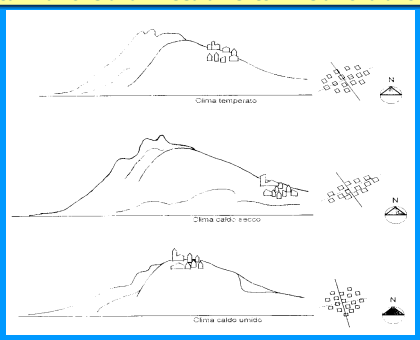
La terra ruota attorno al sole (moto di rivoluzione) secondo un'orbita "ellittica" (una circonferenza schiacciata). 1 orbita completa è percorsa in 365.25 giorni.

Il percorso apparente del sole

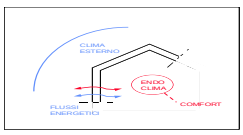


Corso apparente del sole. *(fonte: Gaudenzi, P, 1980)*

SITO E CLIMA:
Localizzazione di un insediamento in relaziona al clima



RAPPORTO CLIMA-EDIFICIO



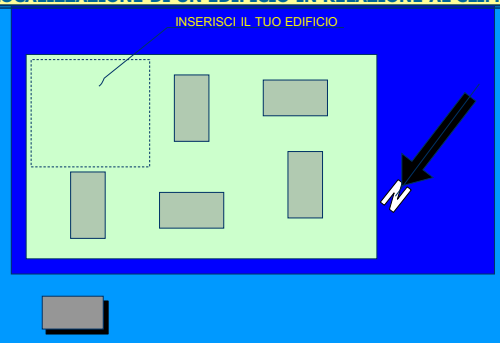
PARAMETRI CLIMATICI:

- temperatura esterna di progetto
- gradi giorno
- temperatura aria-sole
- temperatura media radiante del cielo
- temperatura operativa (endo-clima)
- coefficiente di pressione

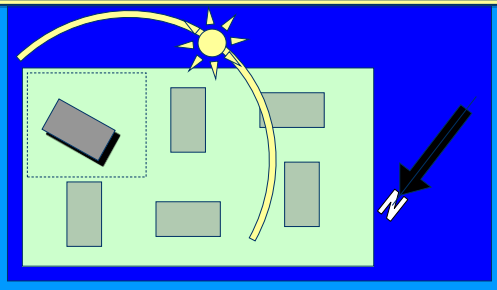
VARIABILI METEREOLOGICHE:

- irraggiamento
- temperatura dell'aria
- umidità relativa dell'aria
- piovosità
- indice di copertura del cielo
- velocità del vento
- direzione del vento

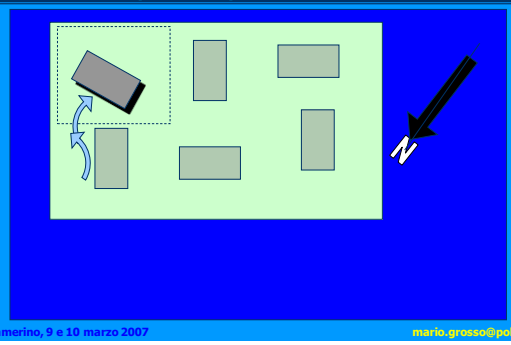
LOCALIZZAZIONE DI UN EDIFICIO IN RELAZIONE AL CLIMA



LOCALIZZAZIONE DI UN EDIFICIO IN RELAZIONE AL CLIMA: esposizione/protezione dal sole



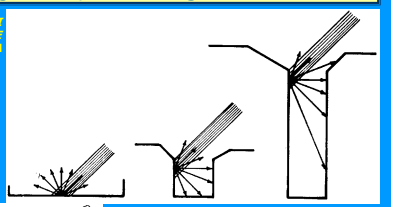
LOCALIZZAZIONE DI UN EDIFICIO IN RELAZIONE AL CLIMA: esposizione/protezione dal vento

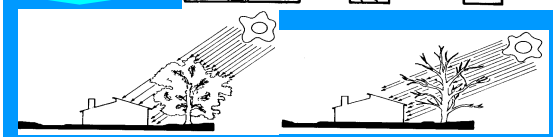


SITO E CLIMA: Soleggiamento, strade e vegetazione

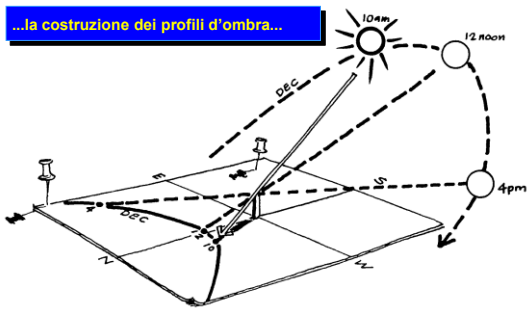
RAPPORTO DI FORMA IN SEZIONE VIARIA URBANA

EFFETTO DELLA VEGETAZIONE (PERMEABILITÀ) SUL SOLEGGGIAMENTO



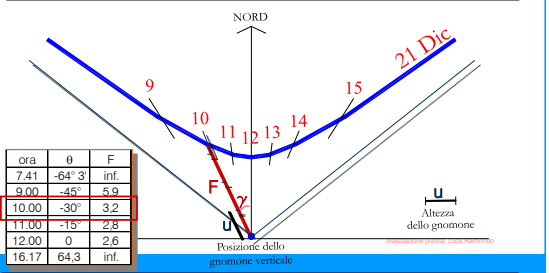


...la costruzione dei profili d'ombra...



Profilo d'ombra di uno gnomone di altezza unitaria prodotta sul piano orizzontale il 21 dicembre alla latitudine di 40° nord. *(fonte: Moore, F., 1993)*

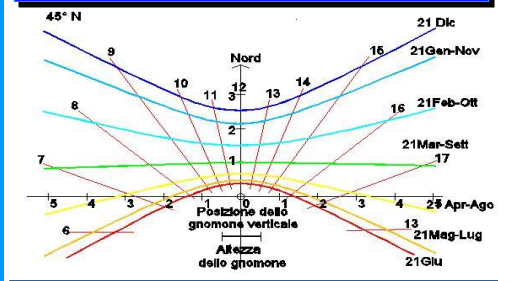
Il profilo d'ombra per Lat. 45° (solstizio invernale)



ora	θ	F
7.41	-64° 3'	inf.
9.00	-45°	5,9
10.00	-30°	3,2
11.00	-15°	2,8
12.00	0	2,6
16.17	64,3	inf.

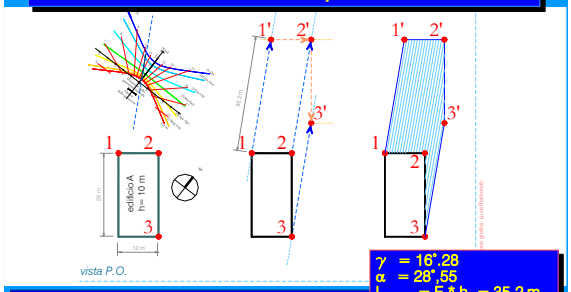
Profilo d'ombra sul piano orizzontale prodotto nel mese di dicembre da un segmento verticale di altezza unitaria – Latitudine 45° nord

I profili d'ombra mensili per Lat. 45°



Profili d'ombra sul piano orizzontale prodotti, nei diversi mesi dell'anno, da un segmento verticale di altezza H = 1 – Latitudine 45° nord

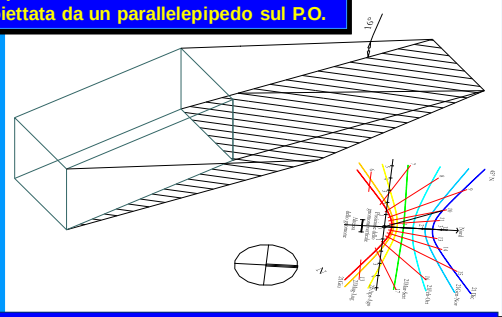
La costruzione dell'ombra proiettata sul P.O.



γ = 16°.28
α = 28°.55
$L_{ombra} = F * h$ = 35.2 m

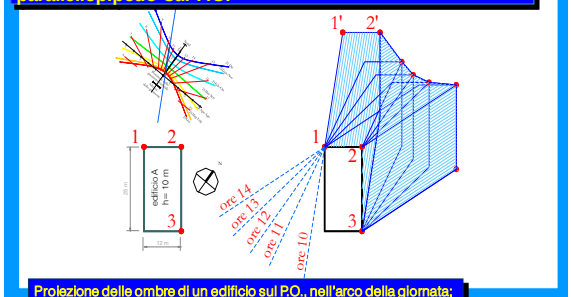
Costruzione dell'ombra proiettata da un edificio sul piano orizzontale; Torino, 21 dicembre – ore 10;

Rappresentazione 3-D dell'ombra proiettata da un parallelepipedo sul P.O.



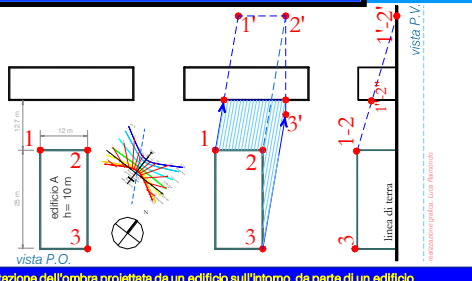
Ombra proiettata da un edificio sul piano orizzontale; Torino, 21 dicembre – ore 10.

Campo d'ombra giornaliero delle ombre proiettate da un parallellepipedo sul P.O.



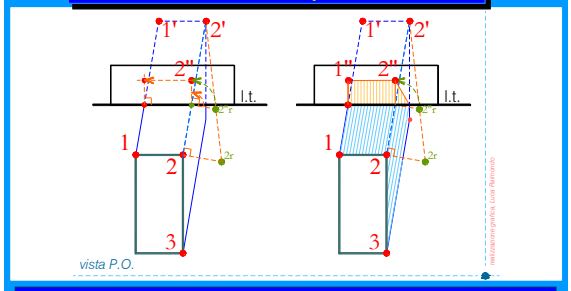
Proiezione delle ombre di un edificio sul P.O., nell'arco della giornata; Torino, 21 dicembre, dalle ore 10 alle ore 14.

La costruzione dell'ombra proiettata sul P.V.



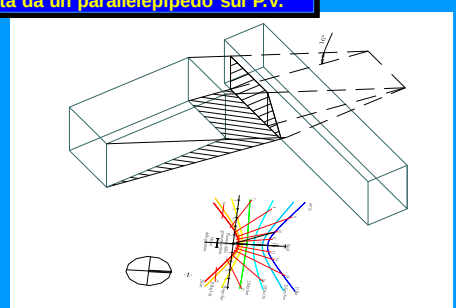
Intercettazione dell'ombra proiettata da un edificio sull'intorno, da parte di un edificio confrontante; Torino, 21 dicembre – ore 10.
Caso (a): estremi dell'ombra degli spigoli sul P.O. parte oltre la facciata, parte al di qua della facciata.

La costruzione dell'ombra proiettata sul P.V.



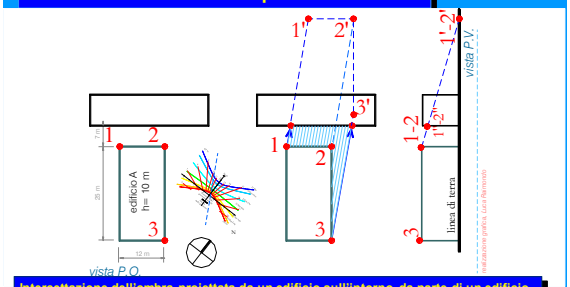
Costruzione dell'ombra proiettata da un edificio sulla facciata di un edificio confrontante, tramite il metodo del ribaltamento; Torino, 21 dicembre – ore 10. Caso (a).

Rappresentazione 3-D dell'ombra proiettata da un parallelepipedo sul P.V.



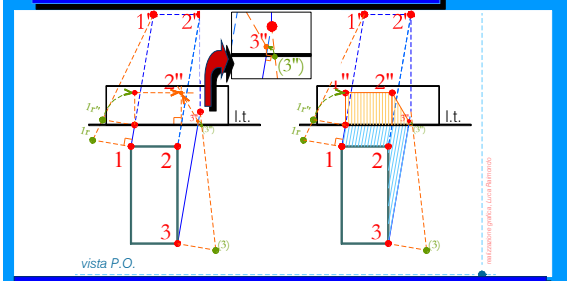
Ombra proiettata da un edificio sulla facciata di un edificio confrontante; Torino, 21 dicembre – ore 10.

La costruzione dell'ombra proiettata sul P.V.



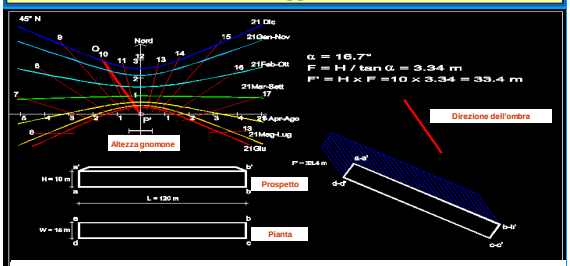
Intercettazione dell'ombra proiettata da un edificio sull'intorno, da parte di un edificio confrontante; Torino, 21 dicembre – ore 10.
Caso (*b*) estremi dell'ombra degli spigoli sul P.O. tutti oltre la facciata.

La costruzione dell'ombra proiettata sul P.V.



Costruzione dell'ombra proiettata da un edificio sulla facciata di un edificio confrontante, tramite il metodo del ribaltamento; Torino, 21 dicembre – ore 10. Caso (*b*).

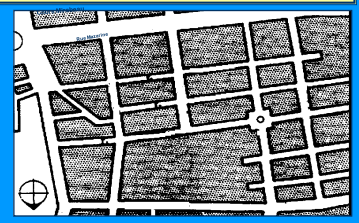
Applicazione del metodo di determinazione dell'ombreggiamento



DETERMINAZIONE GRAFICA E TRIGONOMETRICA DELL'OMBRA PROIETTATA SUL PIANO ORIZZONTALE DA UN SOLIDO PARALLELEPIPEDO
ore 10.00, 21 Dicembre, lat. 45°

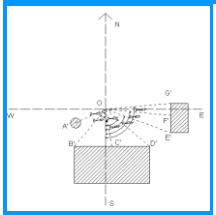
Soleggiamento e distanza tra fabbricati

Quartiere "Quatre Dauphins" (Aix en Provence)

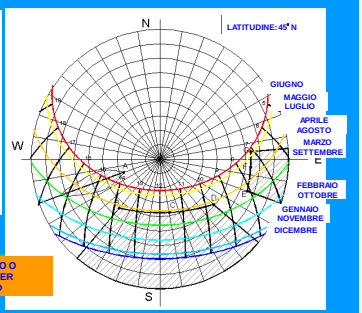




Metodo per la determinazione del periodo di soleggiamento

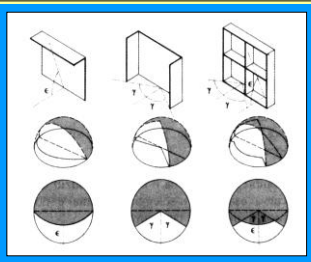


CONTESTO ANALIZZATO



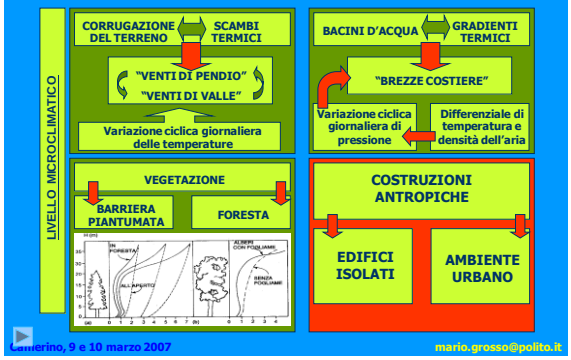
MASCHERA D'OMBRA RISPETTO AL PUNTO O SOVRAPPOSTA AD UNA CARTA SOLARE PER LOCALITA' SITE A 45° DI LATITUDINE NORD

Maschere d'ombra per la valutazione dell'efficacia degli schermi



Tipi fondamentali di schermature e proiezioni della loro maschera d'ombra

ANALISI CLIMATICA DI SITO: IL VENTO



Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

ANALISI CLIMATICA DI SITO: Classi di forza del vento

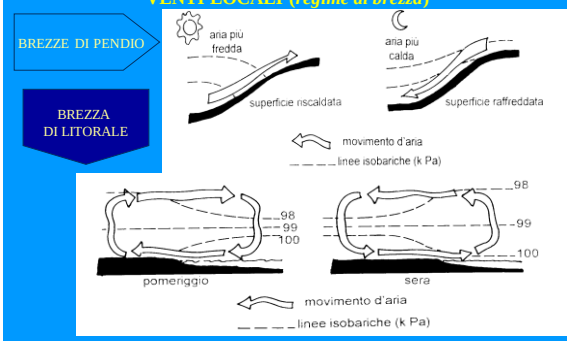
FORZA				VELOCITÀ	
Scala UCEA		Scala Beaufort		m/s	km/h
0	Calma	0	Calma	0.0	0
1	Vento debole	2	Brezza leggera	3.3	1.1
2	Vento moderato	3	Brezza filata	5.4	19
3	Quasi forte	6	Vento debole	13.8	49
4	Forte	7	Vento forte	17.1	61
5	Molto forte	8	Temporale	20.7	74
6	Uragano	10	Burrasca	28.4	102

UCEA = Ufficio Centrale di Ecologia Agraria

Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

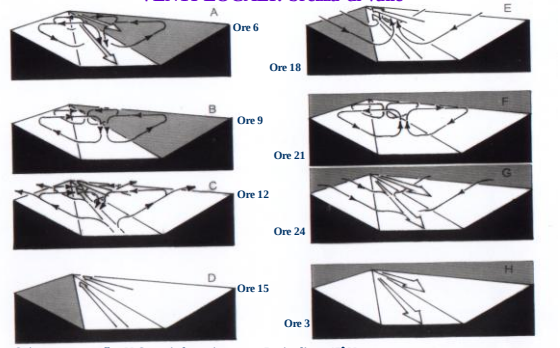
MOVIMENTI D'ARIA ALLA SCALA TOPOCLIMATICA
VENTI LOCALI (*regime di brezza*)



Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

VENTI LOCALI: brezza di valle

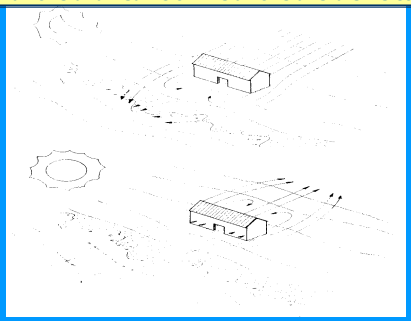


Orientamento valle: N-S; periodo: primavera; Latitudine: 45° N

Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

SITO E CLIMA (Contesto extraurbano):
Localizzazione di un edificio in relazione alle brezze costiere



Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

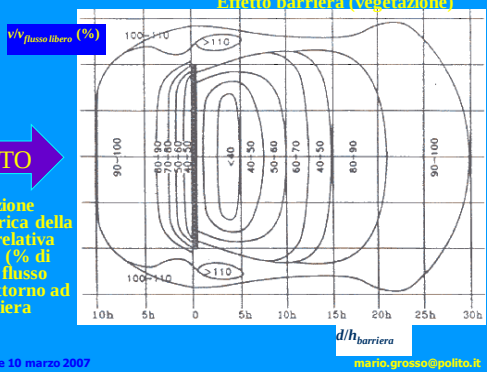
Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

MOVIMENTI D'ARIA ALLA SCALA MICROCLIMATICA
EFFETTO DELLA RUGOSITÀ DEL TERRENO SUL FLUSSO D'ARIA



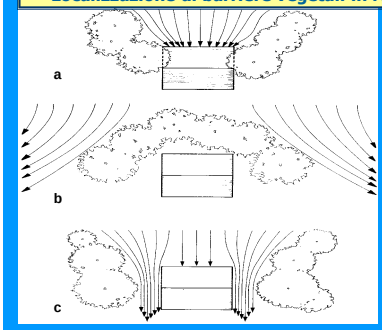
Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

MOVIMENTI D'ARIA ALLA SCALA MICROCLIMATICA:
Effetto barriera (vegetazione)



Distribuzione planimetrica della velocità relativa del vento (% di quella in flusso libero) attorno ad una barriera

SITO E CLIMA:
Localizzazione di barriere vegetali in relazione al vento



a) Convogliamento

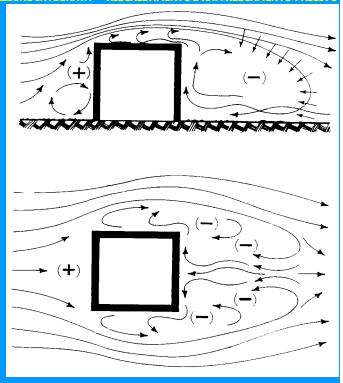
b) Deviazione

c) Incanalamento

ANALISI CLIMATICA DI SITO:
Ambiente costruito e movimenti d'aria

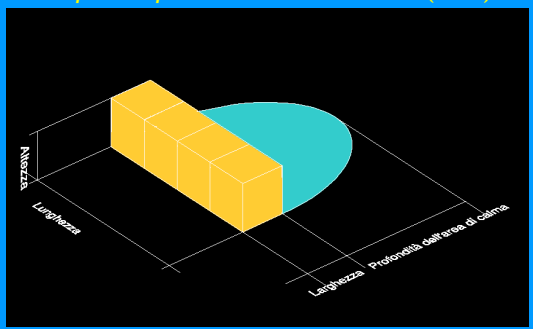


MOVIMENTI D'ARIA ALLA SCALA MICROCLIMATICA:
Effetto barriera (edificio singolo)

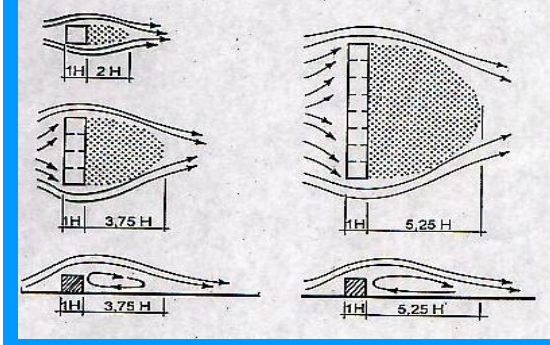


Linee di flusso e campi di pressione attorno ad un edificio di forma parallelepipeda, con vento perpendicolare alla parete

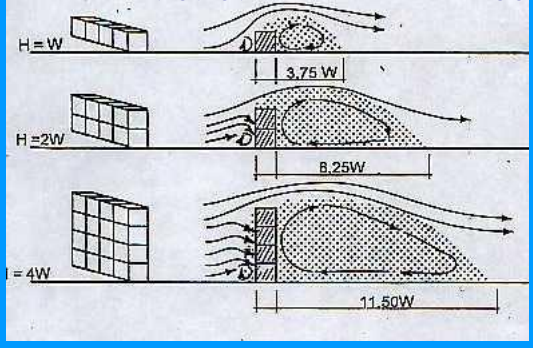
IL CUORE DELLA SCIA SOTTOVENTO DI UN EDIFICIO PARALLELEPIPEDO MODULARE:
Profondità in funzione delle dimensioni relative (Boutet)



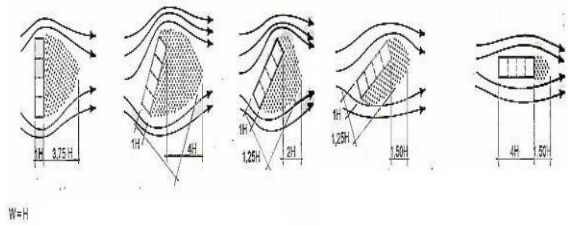
VARIAZIONE DELLA PROFONDITÀ DEL CUORE DI SCIA IN FUNZIONE DELLA LUNGHEZZA DELL'EDIFICIO



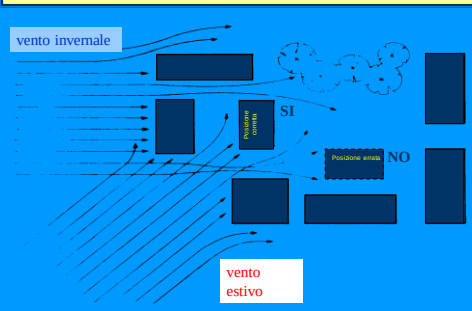
VARIAZIONE DELLA PROFONDITÀ DEL CUORE DI SCIA IN FUNZIONE DELL'ALTEZZA DELL'EDIFICIO



VARIAZIONE DELLA PROFONDITÀ DEL CUORE DI SCIA IN FUNZIONE DELL'ANGOLO D'INCIDENZA DEL VENTO



SITO E CLIMA (Contesto urbano): Localizzazione di un edificio in relazione al vento



ANALISI CLIMATICA DI SITO: IL VENTO



ANALISI CLIMATICA DI SITO: IL VENTO (CFD)

AERODINAMICA DELL'EDIFICIO

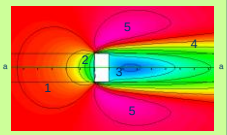
1: zona nella quale il flusso inizia a risentire della presenza dell'ostacolo.

2: zona sopravento nella quale il flusso diminuisce di intensità e cambia direzione.

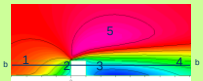
3: zona sottovento, "cuore della scia", con andamento turbolento del flusso e basse velocità dell'aria.

4: zona a valle dell'ostacolo definita "scia", il flusso ha una velocità all'incirca dimezzata rispetto alla zona non perturbata a monte dell'ostacolo.

5: zona nella quali si hanno velocità del flusso maggiori di quella iniziale non perturbata a monte dell'ostacolo.



Sezione orizzontale lungo l'asse b-b



Sezione verticale lungo l'asse a-a

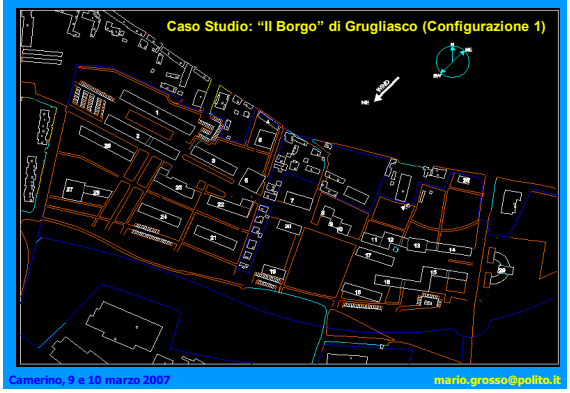
ANALISI CLIMATICA DI SITO: CASO STUDIO

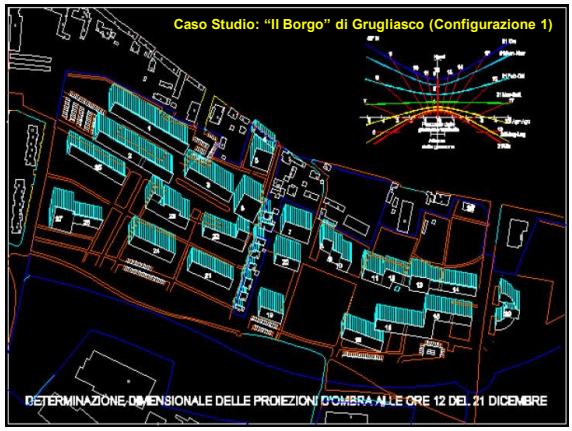
CITTA':
GRUGLIASCO

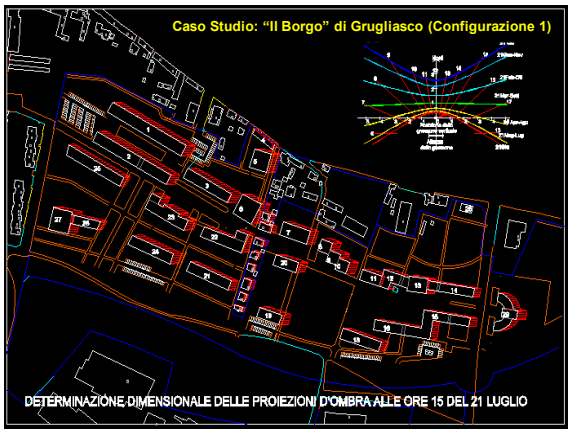
AREA DI INTERVENTO:
" IL BORGO "

TIPO DI INTERVENTO:
COMPLETAMENTO DI AREA URBANA DI TIPO RESIDENZIALE

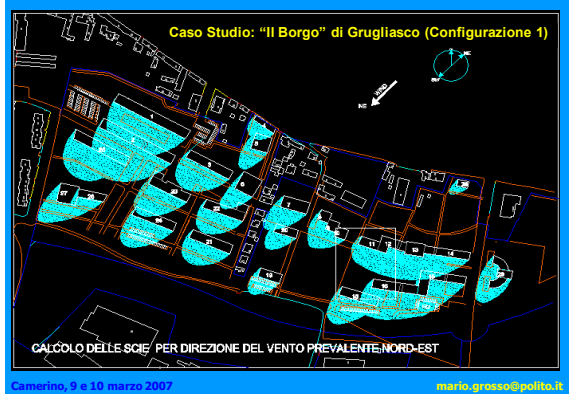






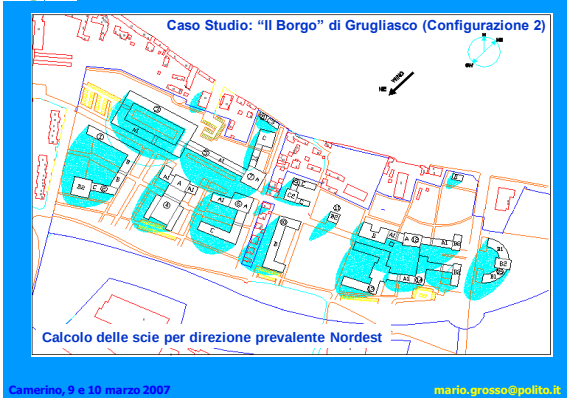


Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO



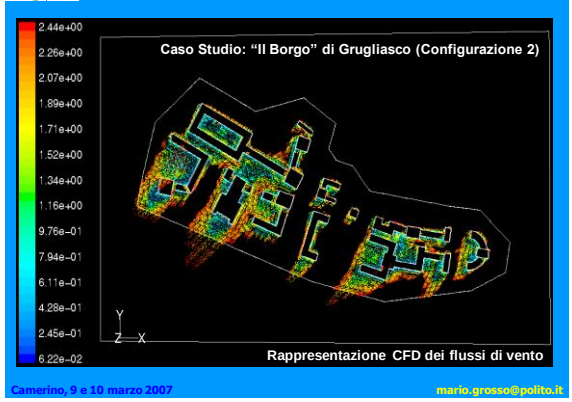
Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO

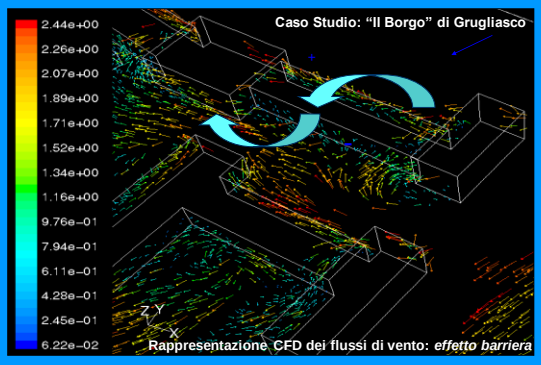


Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it

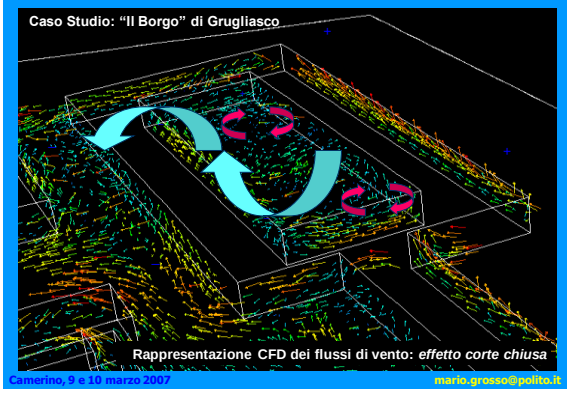
Master univ. I liv. PRODUZIONE, UTILIZZAZIONE E GESTIONE DI ENERGIE DA FONTI RINNOVABILI
2° Corso – Indirizzo: PROGETTAZIONE INTEGRATA RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO PASSIVO



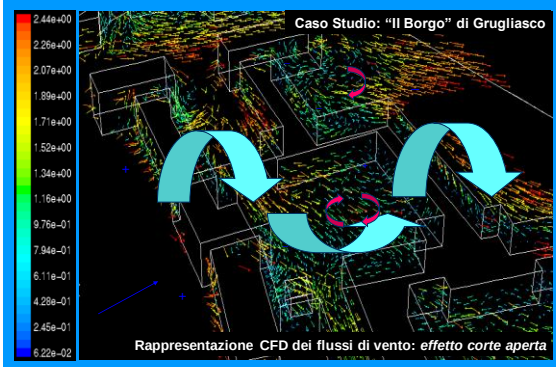
Camerino, 9 e 10 marzo 2007 mario.grosso@polito.it



Rappresentazione CFD dei flussi di vento: *effetto barriera*



Rappresentazione CFD dei flussi di vento: *effetto corte chiusa*



Rappresentazione CFD dei flussi di vento: *effetto corte aperta*



Rappresentazione CFD dei flussi di vento: *effetto tunnel*

Quartiere "solare" Sonnenfeld a Ulm, Olanda;
Architetti Kottkamp & Schneider, 1999.



Sezione verticale lungo l'asse Nord-Sud

Quartiere "solare" Sonnenfeld a Ulm, Olanda;
Architetti Kottkamp & Schneider, 1999.

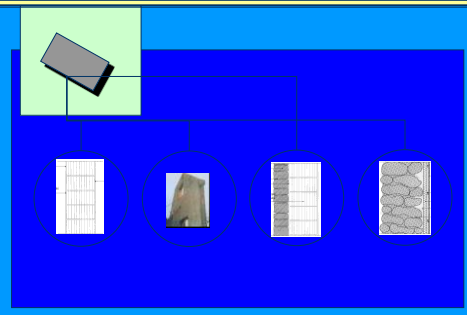


Vista delle facciate sud con i moduli fotovoltaici

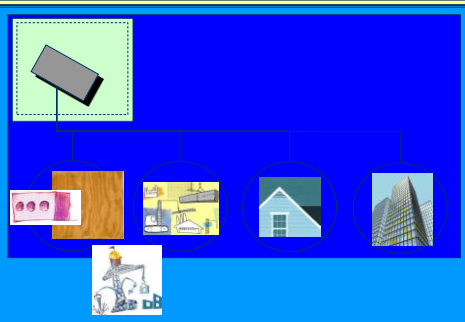
PROGETTAZIONE BIOCLIMATICA PRELIMINARE DELL'EDIFICIO

- CRITERI DI PROGETTAZIONE DELL'INVOLUCRO IN RELAZIONE AL CLIMA
- STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DEL FABBISOGNO TERMICO

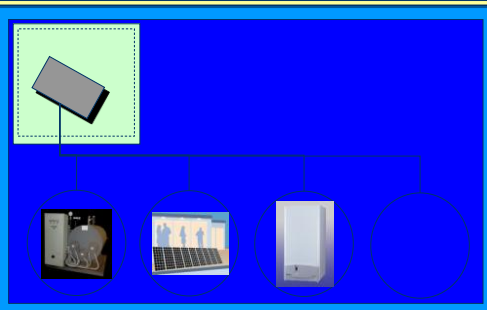
PROGETTAZIONE DELL' EDIFICIO IN RELAZIONE AL CLIMA: determinazione dell'involucro



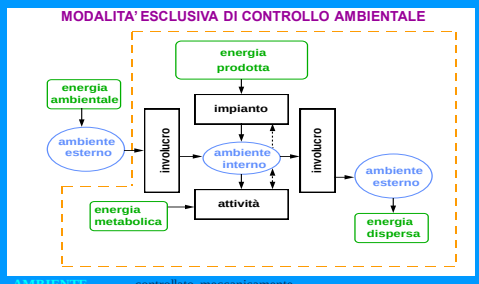
PROGETTAZIONE DELL' EDIFICIO IN RELAZIONE AL CLIMA: determinazione dell'involucro



PROGETTAZIONE DELL' EDIFICIO IN RELAZIONE AL CLIMA: determinazione dei sistemi impiantistici

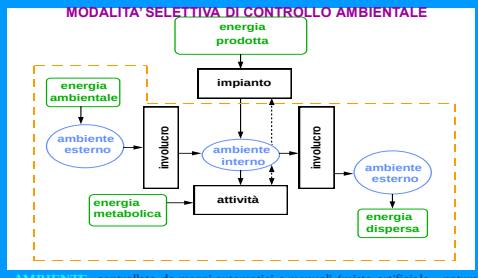


CRITERI PROGETTUALI PER L'UTILIZZO DELLE RISORSE CLIMATICHE



AMBIENTE	controllato meccanicamente
FORMA	compatta per minimizzare dispersioni
ORIENTAMENTO	non considerato
FINESTRE	di dimensioni ridotte per minimizzare dispersioni
ENERGIA	principalmente fonti non rinnovabili in quantità relativamente costante nell'arco dell'anno

MODALITA' SELETTIVA DI CONTROLLO AMBIENTALE



AMBIENTE controllato da mezzi automatici e manuali (misto artificiale - naturale)
FORMA articolata (massimizzazione utilizzo energie ambientali)
ORIENTAMENTO fattore cruciale
FINESTRE ampie a sud, ridotte a nord, con schermi regolabili per evitare surriscaldamento estivo
ENERGIA sia esogena che da sorgenti ambientali, variabile nell'arco dell'anno (picco invernale, free-running estivo)

DIAGRAMMA DI GIVONI

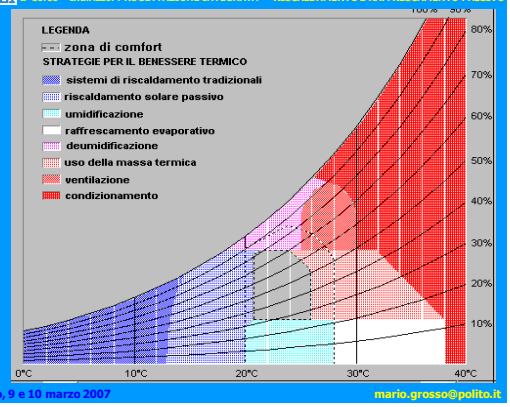
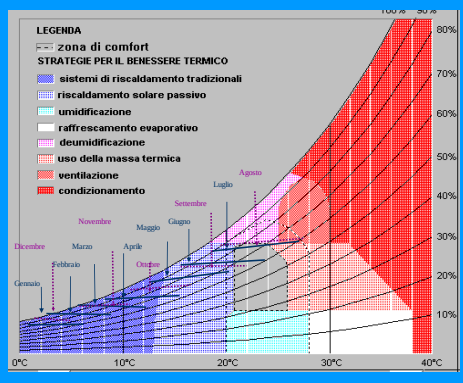
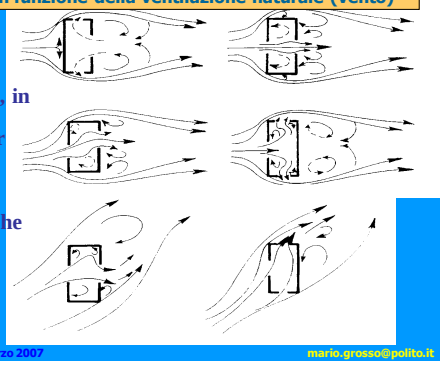


DIAGRAMMA DI GIVONI
CON DATI MENSILI TEMP.\UMIDITÀ



Criteri di distribuzione delle aperture in funzione della ventilazione naturale (vento)

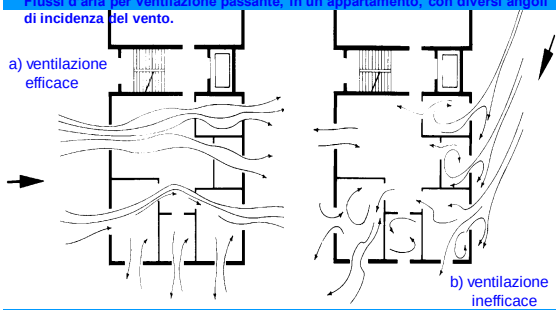
Collocazione, in pianta, delle aperture, per una ventilazione passante orizzontale che sia efficace



Criteri di distribuzione degli spazi in funzione della ventilazione naturale (vento)

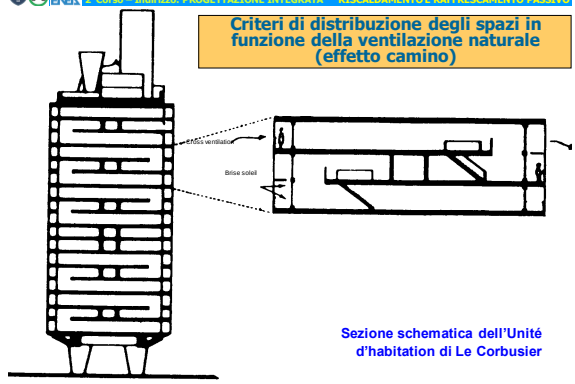
Flussi d'aria per ventilazione passante, in un appartamento, con diversi angoli di incidenza del vento.

a) ventilazione efficace



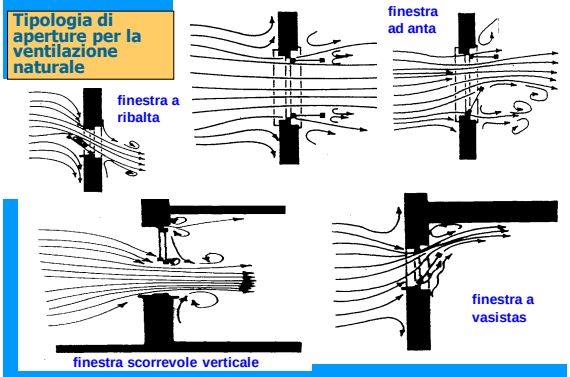
b) ventilazione inefficace

Criteri di distribuzione degli spazi in funzione della ventilazione naturale (effetto camino)



Sezione schematica dell'Unité d'habitation di Le Corbusier

Tipologia di aperture per la ventilazione naturale



Esempio di progettazione/realizzazione bioclimatica in area mediterranea

Case a schiera, Siviglia, Spagna, Arch. Lopez de Asiaan

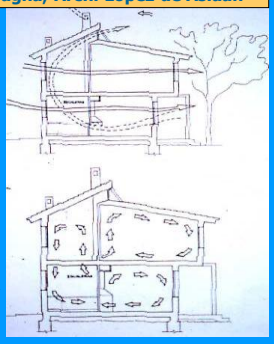


Case a schiera, Siviglia, Spagna, Arch. Lopez de Asiaan

Ventilazione passante orizzontale e verticale: Schema dei flussi d'aria

ESTATE, GIORNO
(in tratteggio: notte)

INVERNO, NOTTE



STRATEGIE PROGETTUALI PER LA RIDUZIONE DEL FABBISOGNO TERMICO

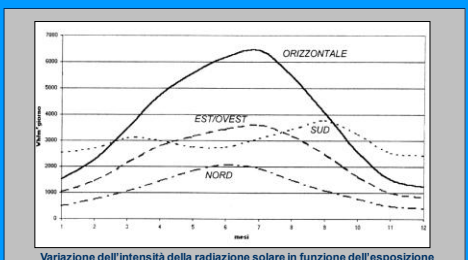
STRATEGIE DI RIDUZIONE DEI CONSUMI

La riduzione dei consumi di energia per il riscaldamento e il raffrescamento avviene per:

- *Riduzione del fabbisogno di energia, attraverso parametri legati a:*
  - AMBIENTE ESTERNO
  - CARATTERISTICHE DELL'INVOLUCRO
  - UTILIZZO DEGLI SPAZI
- *Utilizzo intenzionale delle fonti rinnovabili*
  - CONTROLLO DELL'IRRAGGIAMENTO SOLARE E VERSO LA VOLTA CELESTE
  - ESPOSIZIONE/PROTEZIONE DAL VENTO
  - UTILIZZO CAPACITA' TERMICA DEL TERRENO
- *Aumento dell'efficienza globale dell'impianto*

RIDUZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA

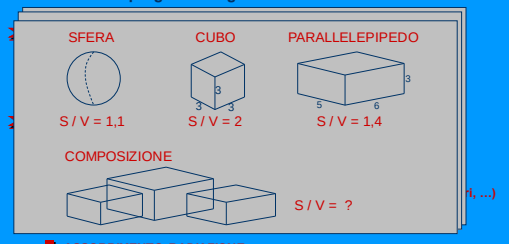
Le variabili progettuali legate all' *ambiente esterno* sono:



Variazione dell'intensità della radiazione solare in funzione dell'esposizione

RIDUZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA

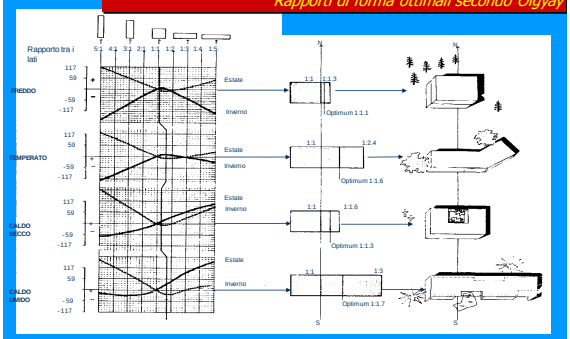
Le variabili progettuali legate all'***involucro*** sono:



- ASSORBIMENTO RADIAZIONE
- ACCUMULO CALORE

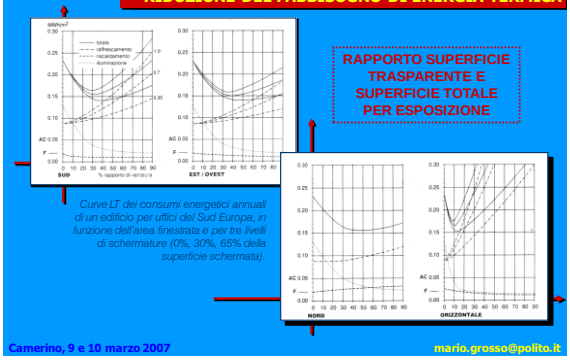
RIDUZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA

Rapporti di forma ottimali secondo Olgyay



RIDUZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA

RAPPORTO SUPERFICIE TRASPARENTE E SUPERFICIE TOTALE PER ESPOSIZIONE



Curve LT dei consumi energetici annuali di un edificio per uffici del Sud Europa, in funzione dell'area finestrata e per tre livelli di schermature (0%, 30%, 65% della superficie schermata).

RIDUZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA

Le variabili progettuali legate all'***utilizzo*** sono:

Utenti
- AFFOLLAMENTO
- ATTIVITA'

Apparecchi elettrici e di illuminazione
- DENSITA'
- POTENZA TERMICA (anche in funzione della classe di efficienza)

Ricambi d'aria
- DESTINAZIONE D'USO
- RECUPERATORE DI CALORE

Gestione impianto
- TEMPERATURA INTERNA
- ORE DI FUNZIONAMENTO
- DIFFERENZIAZIONE DEGLI AMBIENTI

SCELTA TIPOLOGIA DI INVOLUCRO

- Quale involucro scegliere?
  - *Opaco - Trasparente*
  - *Leggero o pesante*
- Quali materiali impiegare?
- Quale forma per l'edificio?
  - *Asse N/S o asse E/W*
  - *Compatta o articolata*
- Privilegiare esigenze estive o invernali?
- ....