



Il verde pensile nel clima mediterraneo

Il convegno nazionale

Magazzini del cotone – Genova

25 Maggio 2007



Università Politecnica delle Marche
Dipartimento di Energetica

Via Brezze Bianche - 60100 Ancona

Prof. Ing Paolo Principi



INTERVENTI IN EDILIZIA

- MINIMIZZARE LE DISPERSIONI TERMICHE INVERNALI
- ENFATIZZARE LE CAPACITA' DELL'EDIFICIO AD ACQUISIRE ENERGIA TERMICA DALL'AMBIENTE
- DIMINUIRE I CARICHI TERMICI ESTIVI

Contribuire al contenimento dei consumi energetici ed alle emissioni di inquinanti nell'ambiente esterno legati alla climatizzazione degli ambienti interni



**CAMBIAMENTO DEL CLIMA:
Globale , regionale ed urbano**

**CAMBIAMENTO DEL CLIMA VISTO COME FENOMENO
LOCALE E CONOSCIUTO COME
“URBAN HEAT ISLAND EFFECT“**

**DA NON CONFONDERE CON IL RISCALDAMENTO
GLOBALE DELL'ATMOSFERA**



URBAN HEAT ISLAND EFFECT

(isola di calore urbana)

La morfologia delle aree urbane:

- ❖ Aumenta l'accumulo di calore
- ❖ Riduce gli scambi termici verso le zone circostanti

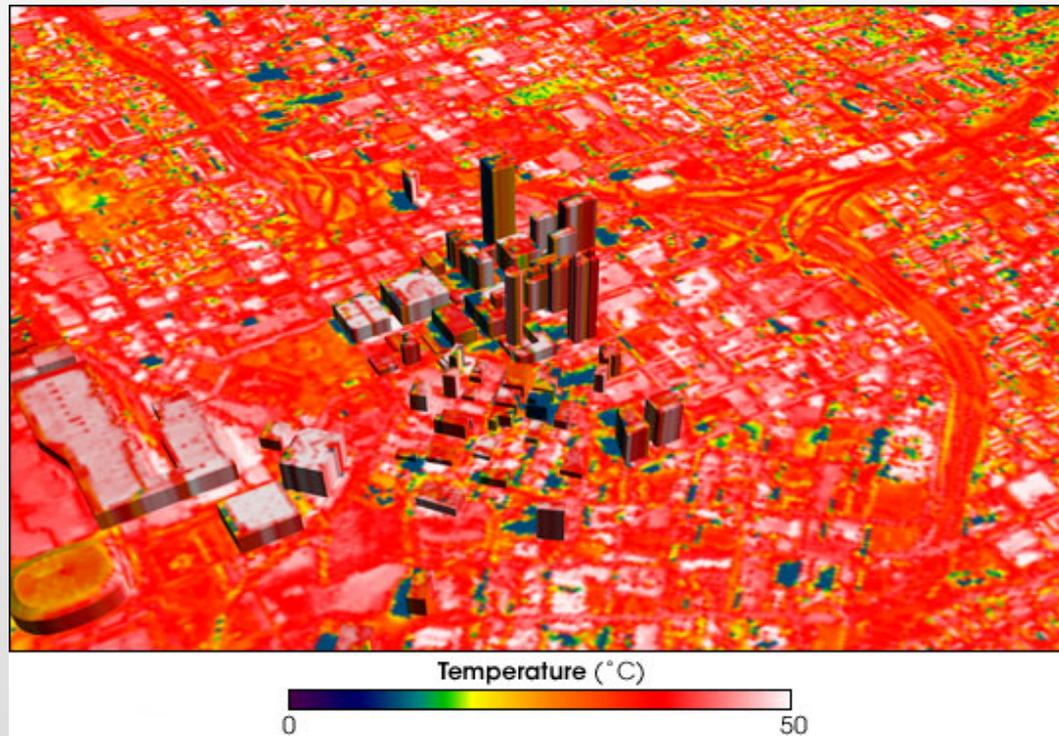


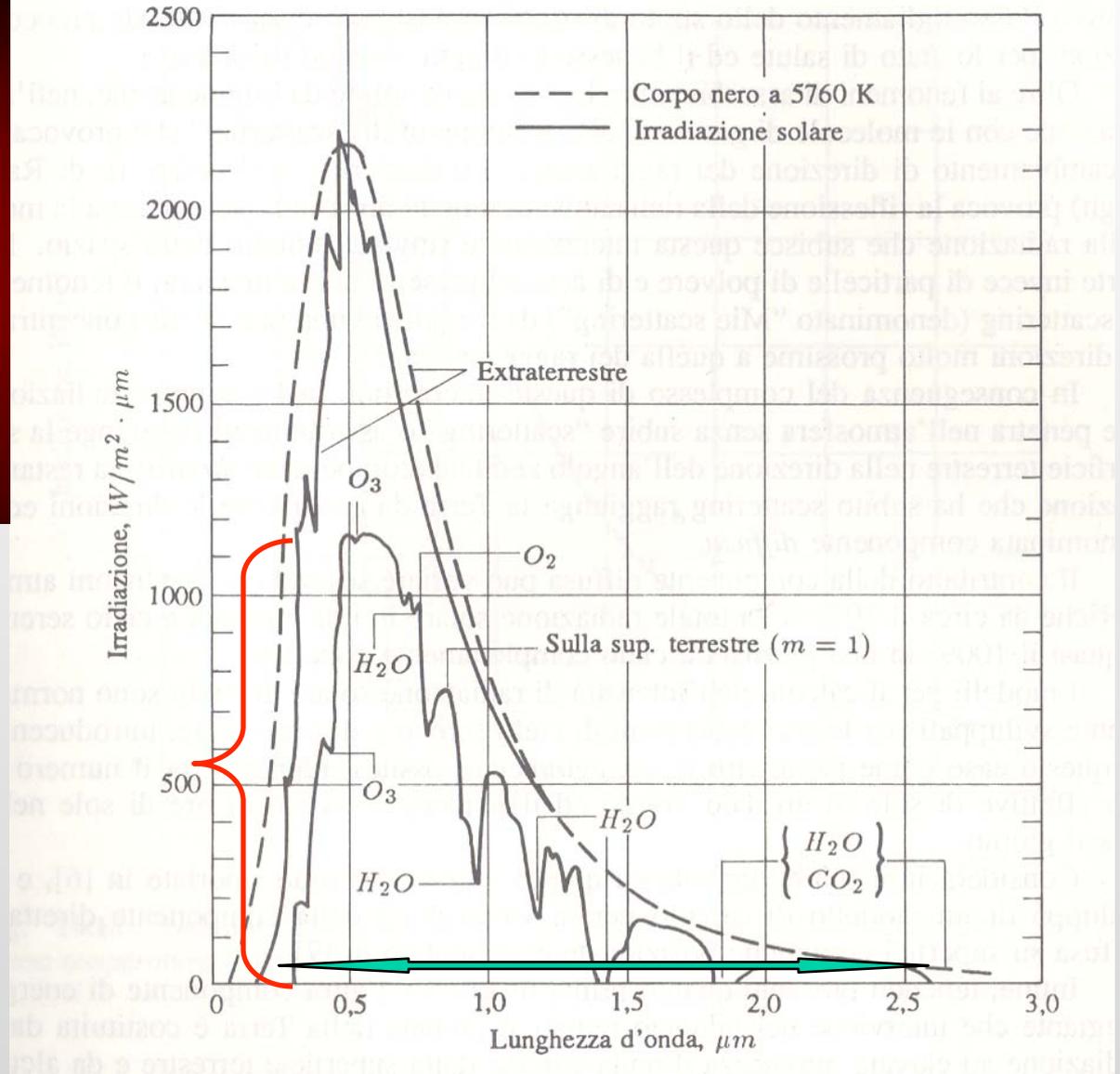
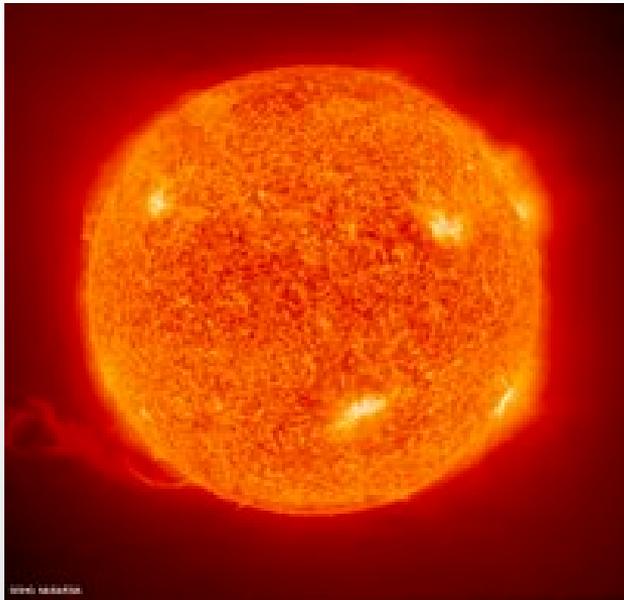
rapporto NASA

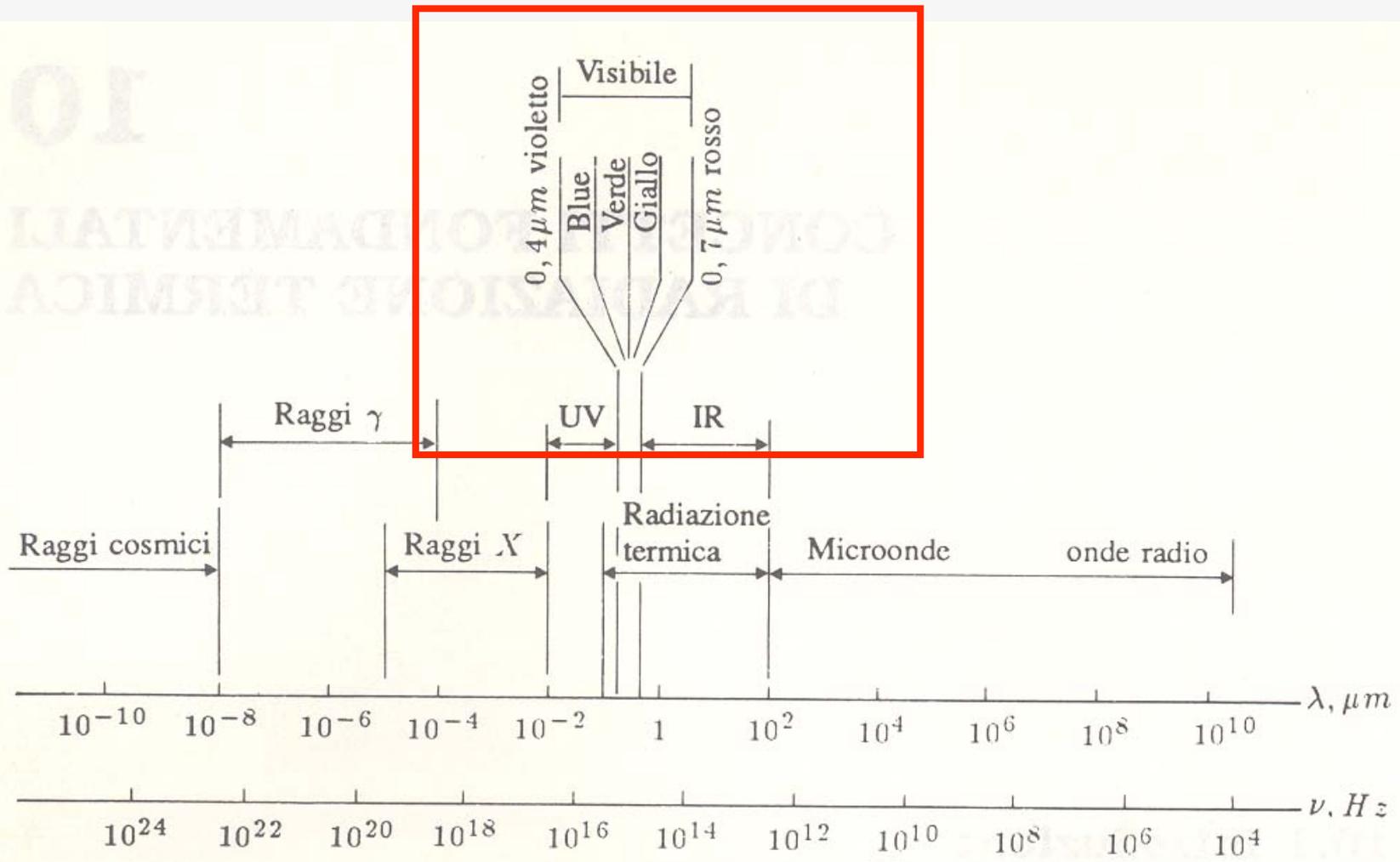
mappe termiche delle città dallo spazio

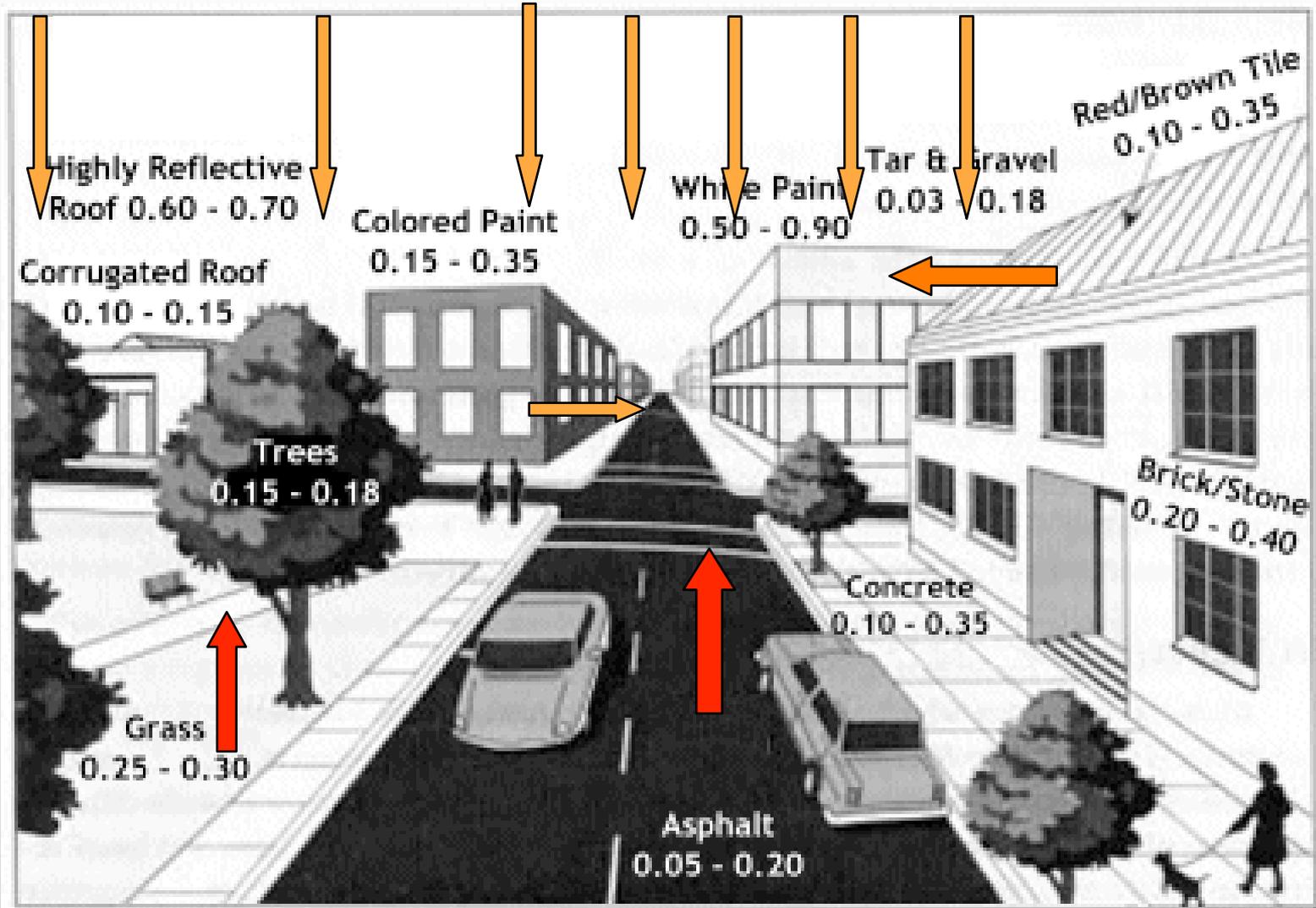
esame dello

URBAN HEAT ISLAND EFFECT









rapporto NASA

mappe termiche delle città dallo spazio

esame dello

URBAN HEAT ISLAND EFFECT

Tipica giornata Atlanta

temperatura aria

C

25°

temperatura superficiale:

manto erboso ombreggiato da alberi

28 °C

parte superiore alberi

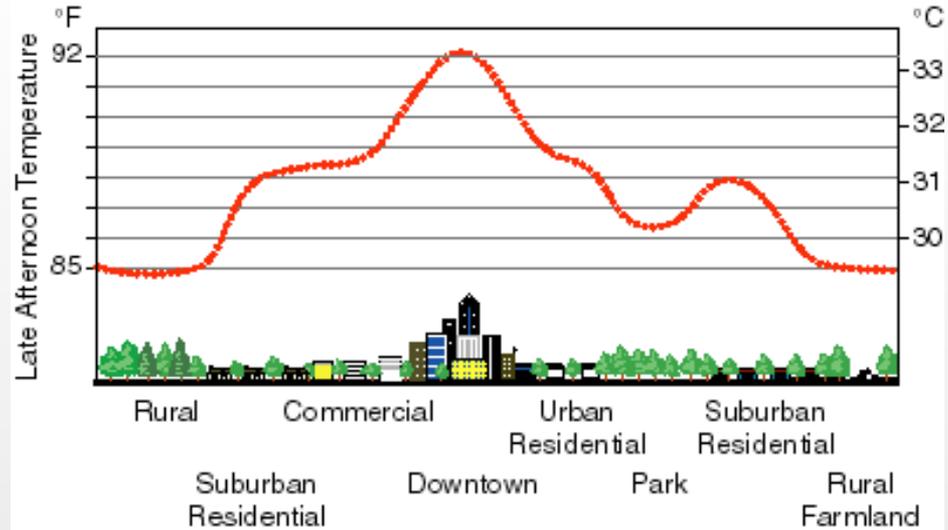
21 °C

manto stradale in pieno sole

50 °C



Sketch of an Urban Heat-Island Profile



rapporto **NASA**

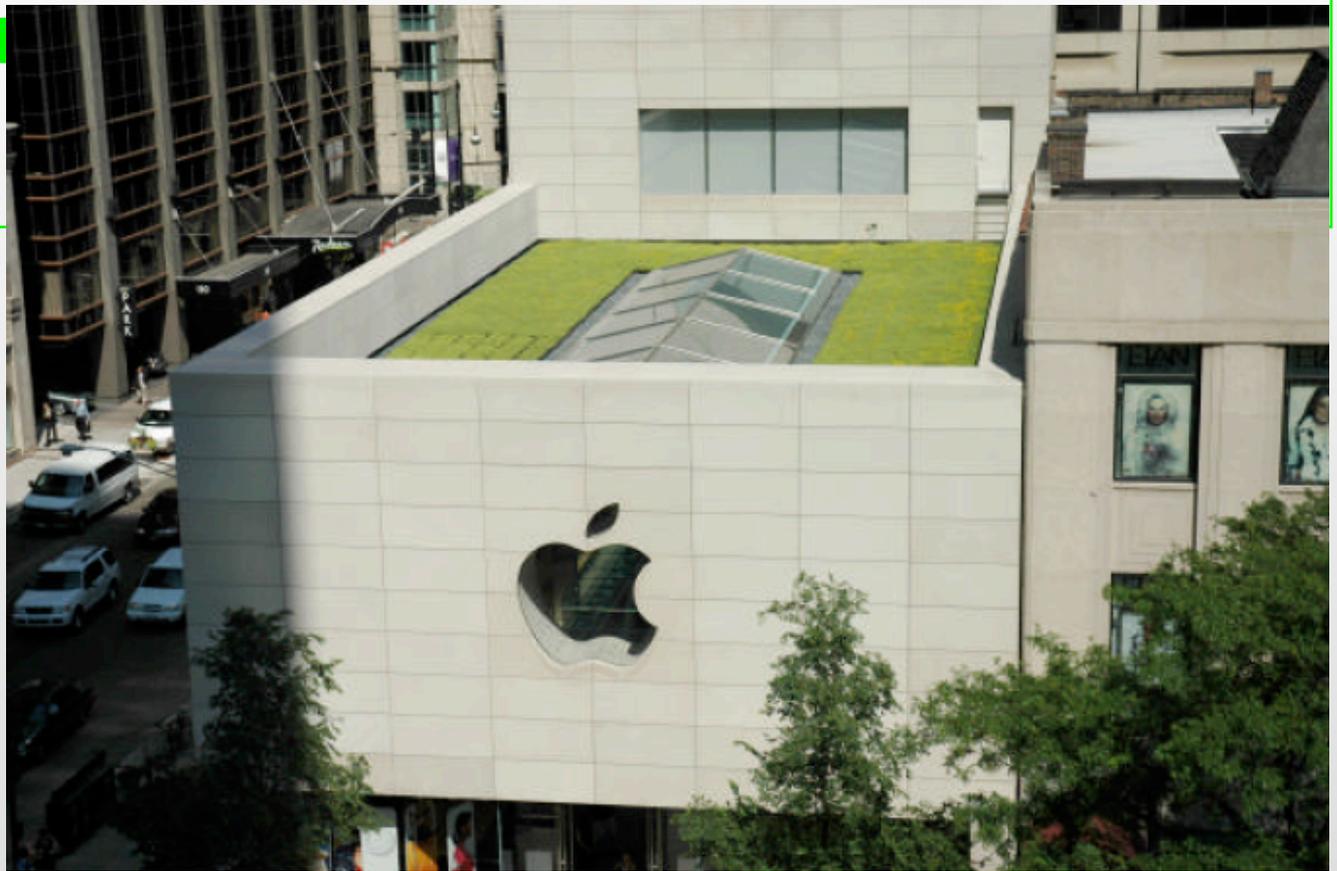
**temperatura dell'aria
centro città superiore di 5 - 6 °C rispetto alla temperatura
delle aree periferiche**

effetto

valutato che potrebbe raddoppiare la quantità di ozono



TETTI VEI



Tetti verdi

VANTAGGI PER L'AMBIENTE

trattenimento delle polveri

riduzione della diffusione sonora

creazioni di spazi fruibili

mitigazione delle caratteristiche termiche del clima urbano



Tetti verdi

VANTAGGI ENERGETICI

aumento dell'inerzia termica

maggiore resistenza termica ai flussi di

calore

schermatura alla radiazione solare

raffreddamento delle superfici

attenuazione dell'azione di asportazione del

calore

da parte del vento

purificazione dell'aria



**1° Caratteristica energetica:
aumento della inerzia termica**

- La elevata inerzia termica smorza le fluttuazioni di temperatura della superficie interna della stratificazione - solaio**



2° Caratteristica energetica:

aumento della resistenza termica al flusso di calore

- ❑ Diminuiscono le dispersioni termiche invernali dei locali climatizzati verso l'ambiente esterno**
- ❑ Diminuiscano i carichi termici estivi verso l'ambiente interno dell'edificio**



3° Caratteristica energetica:

Azione di schermatura alla radiazione dell'apparato fogliare degli arbusti

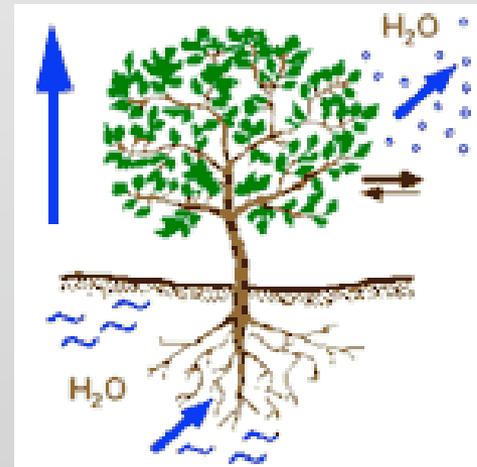
- Riduce la quantità di radiazione solare che raggiunge la superficie**
- Diminuisce la temperatura superficiale della stratificazione perché diminuisce l'energia assorbita**



4. Caratteristica energetica:

Raffrescamento del microclima attraverso evaporazione dell'acqua

- ❑ Evapotraspirazione dalle piante. Fenomeno che richiede calore latente di evaporazione. La radiazione solare viene usata per questo processo naturale
- ❑ Evaporazione dell'acqua contenuto nel terreno. Subisce effetti evaporativi che abbassano



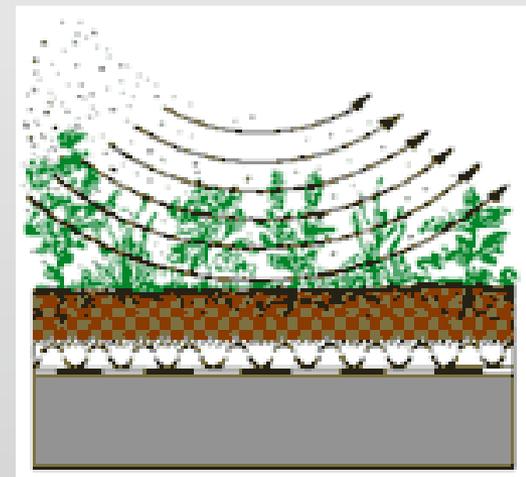
5. Altre Caratteristiche

Riduzione delle polveri

Il primo è un effetto diretto, conseguente alla capacità delle piante di filtrare e di assorbire in parte polveri e particolati.

Il secondo è un effetto indiretto, conseguente al minore accumulo e successiva riflessione del calore delle superfici a verde che comporta un minore movimento delle particelle

dovuto a moti convettivi localizzati

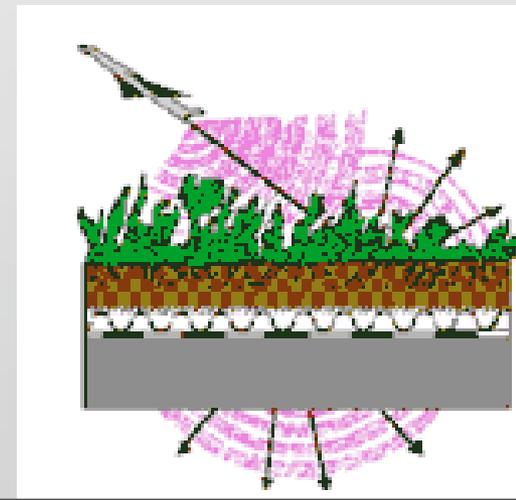


6. Altre Caratteristiche

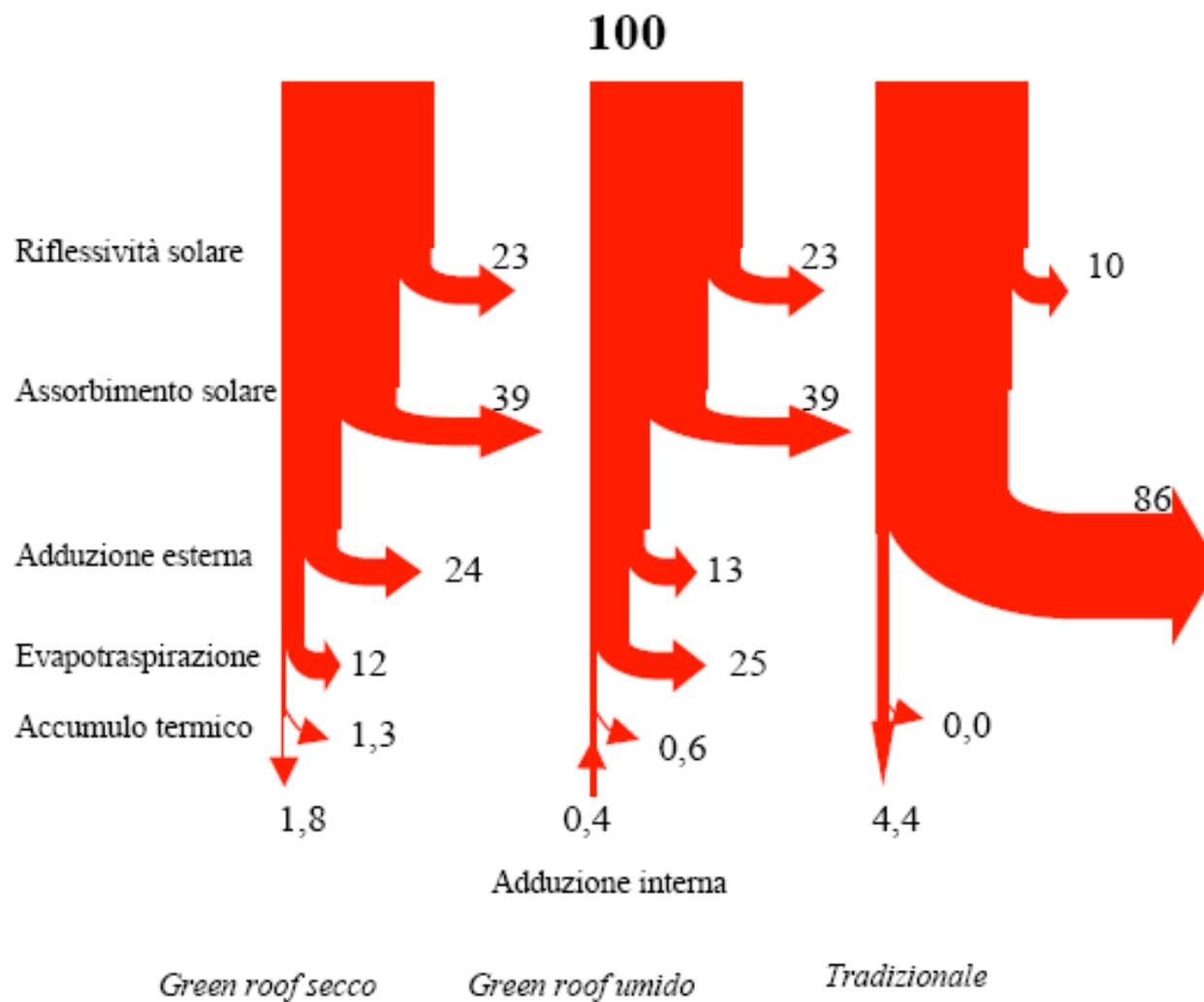
Riduzione della diffusione sonora

Riduzione all'interno degli edifici e riduzione della riflessione all'esterno con abbattimento dell'inquinamento acustico.

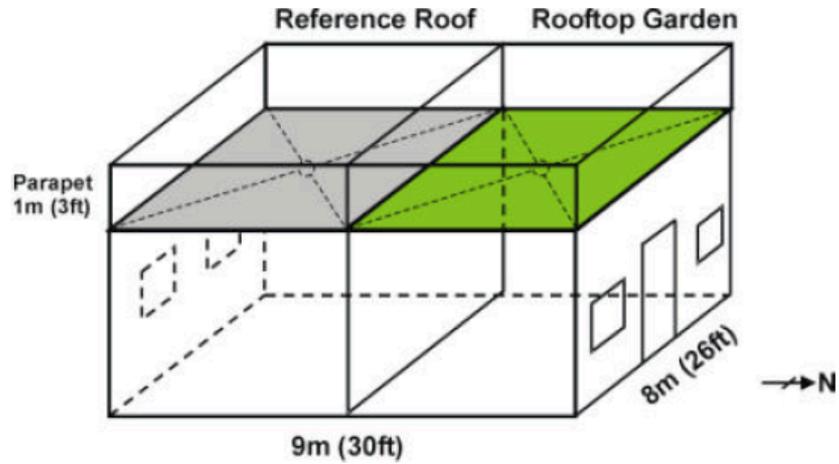
La struttura a verde pensile presenta è costituita da materiali con caratteristiche di assorbimento acustico (vegetazione, substrati, feltri, presenza di acqua...) che abbattano la riflessione esterna e la trasmissione attraverso le coperture.



scambi energetici, conseguenti a 100 unità di energia solare incidente sulla superficie del tetto



National Research Council Canada NRC Campus di Ottawa

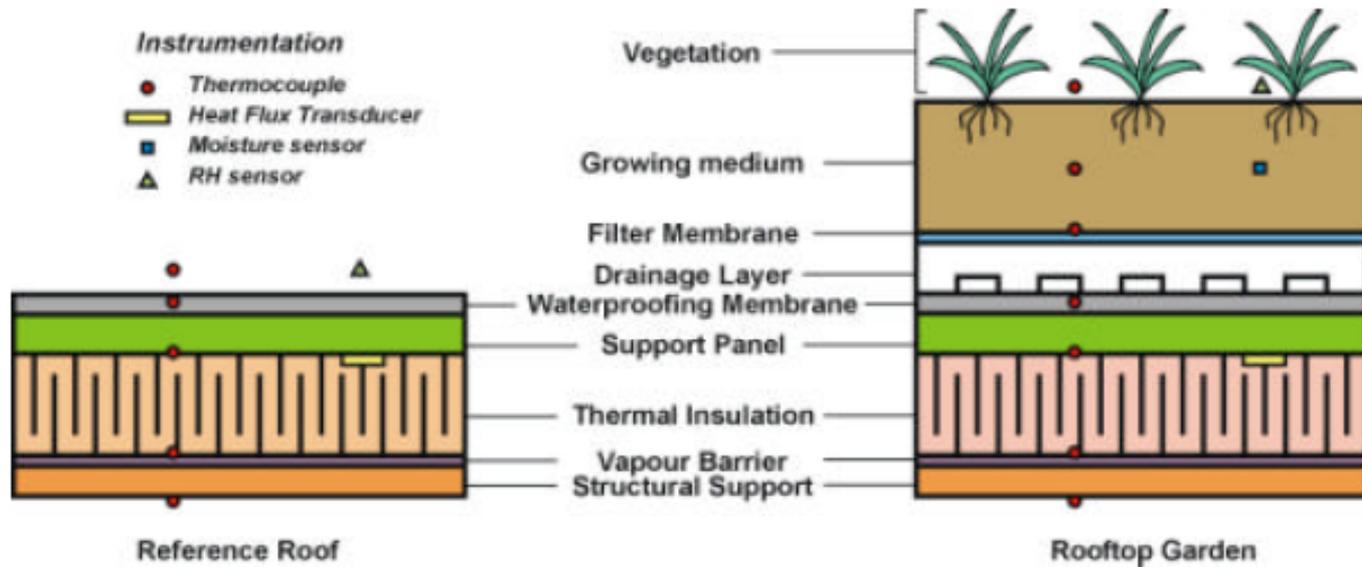


vista delle aree di confronto

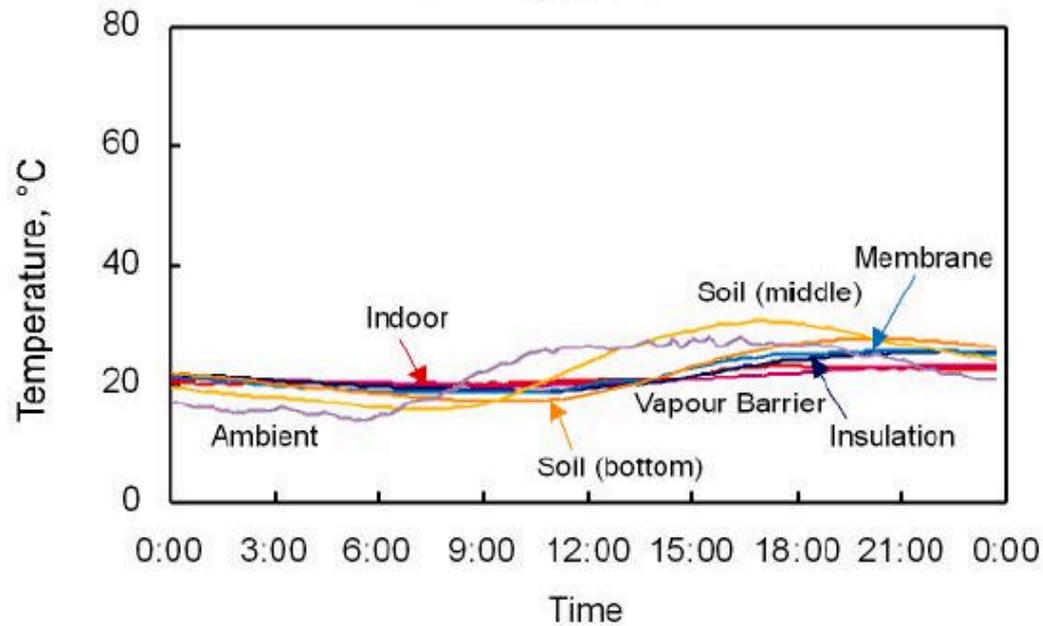
area del tetto 70m²



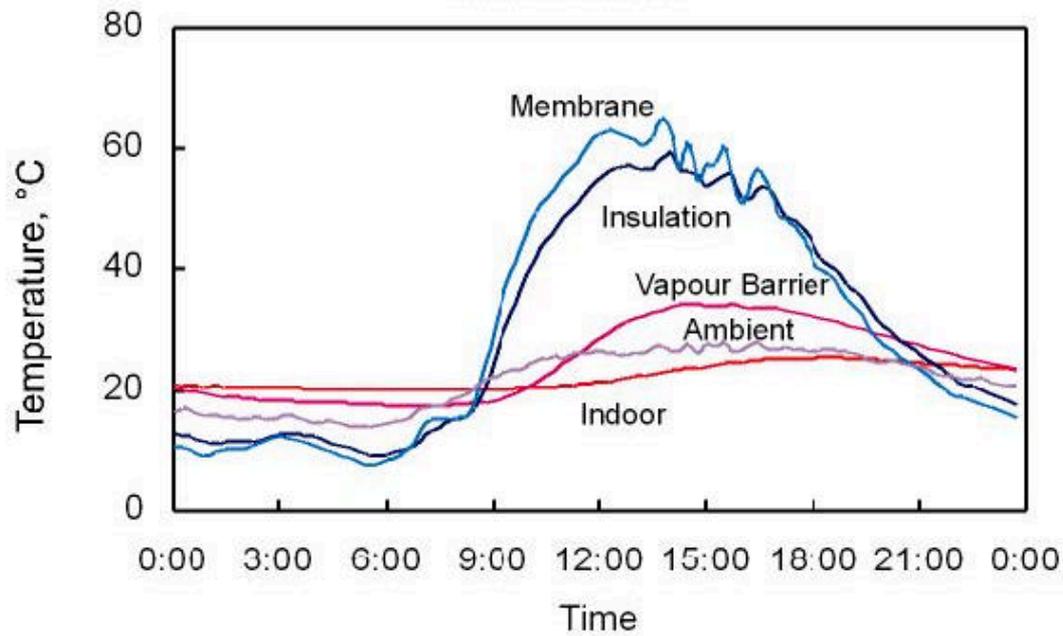
National Research Council Canada NRC Campus di Ottawa



Rooftop garden

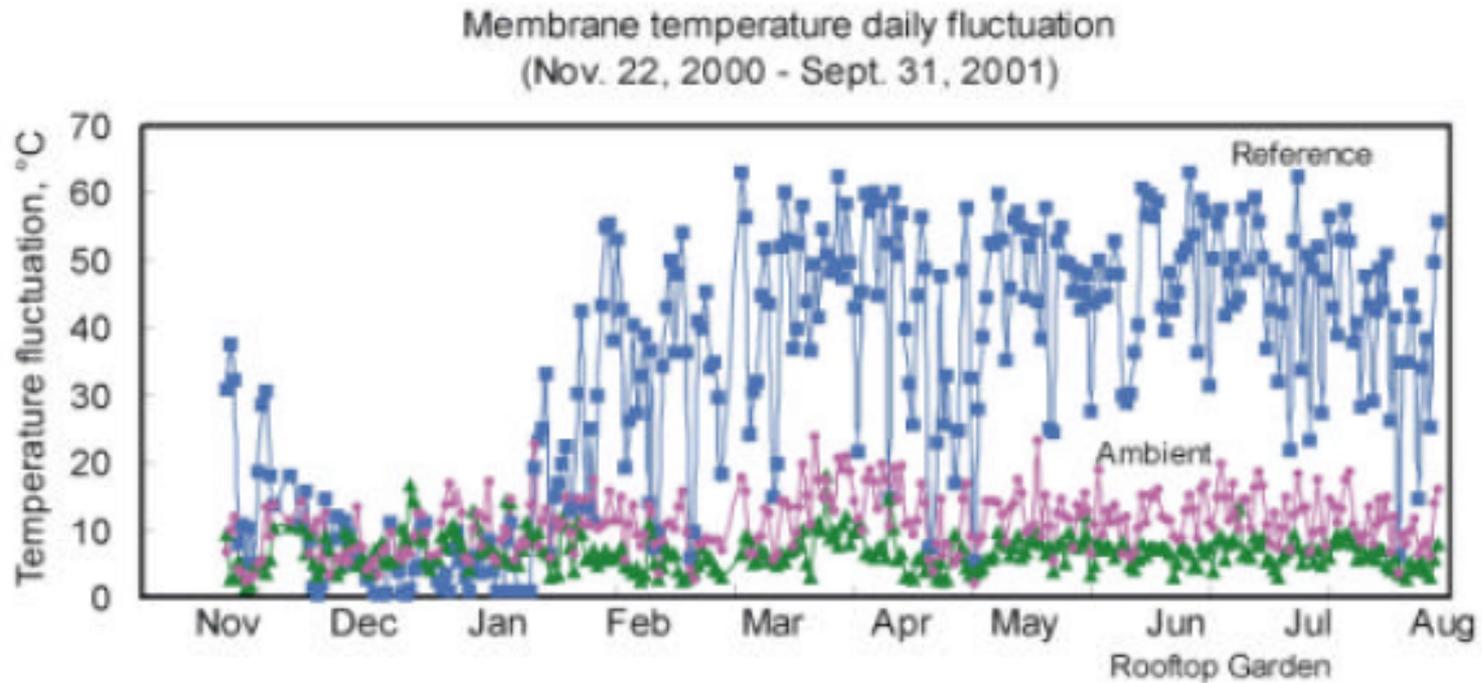


Reference roof



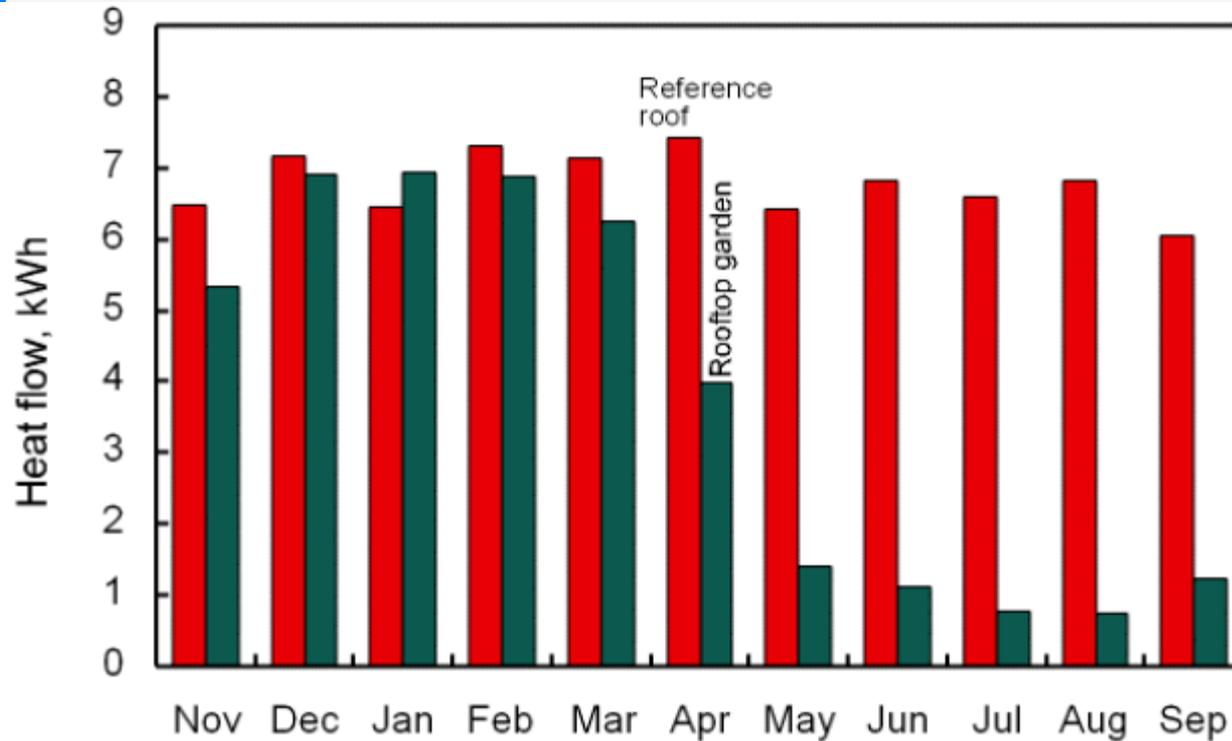
National Research Council Canada NRC Campus di Ottawa

confronto tra le temperature della membrana sulle due superfici a



National Research Council Canada NRC Campus di Ottawa

confronto tra le temperature della membrana sulle due superfici a
cor



La sperimentazione dell'edificio "Palazzo Leopardi" sede della Regione Marche





Terrazzo di copertura Piano 2°
Zona oggetto di sondaggio
rilievo
modellizzazione
e
simulazione numerica

Terrazzo copertura piano 1°
Altra zona oggetto di sondaggi



Sondaggi per il rilievo delle stratificazioni e dello stato di fatto dei materiali isolanti – Copertura Piano 2°

1



terra



2

ghiaia



Raffia
PVC



3

feltro



membrana



4

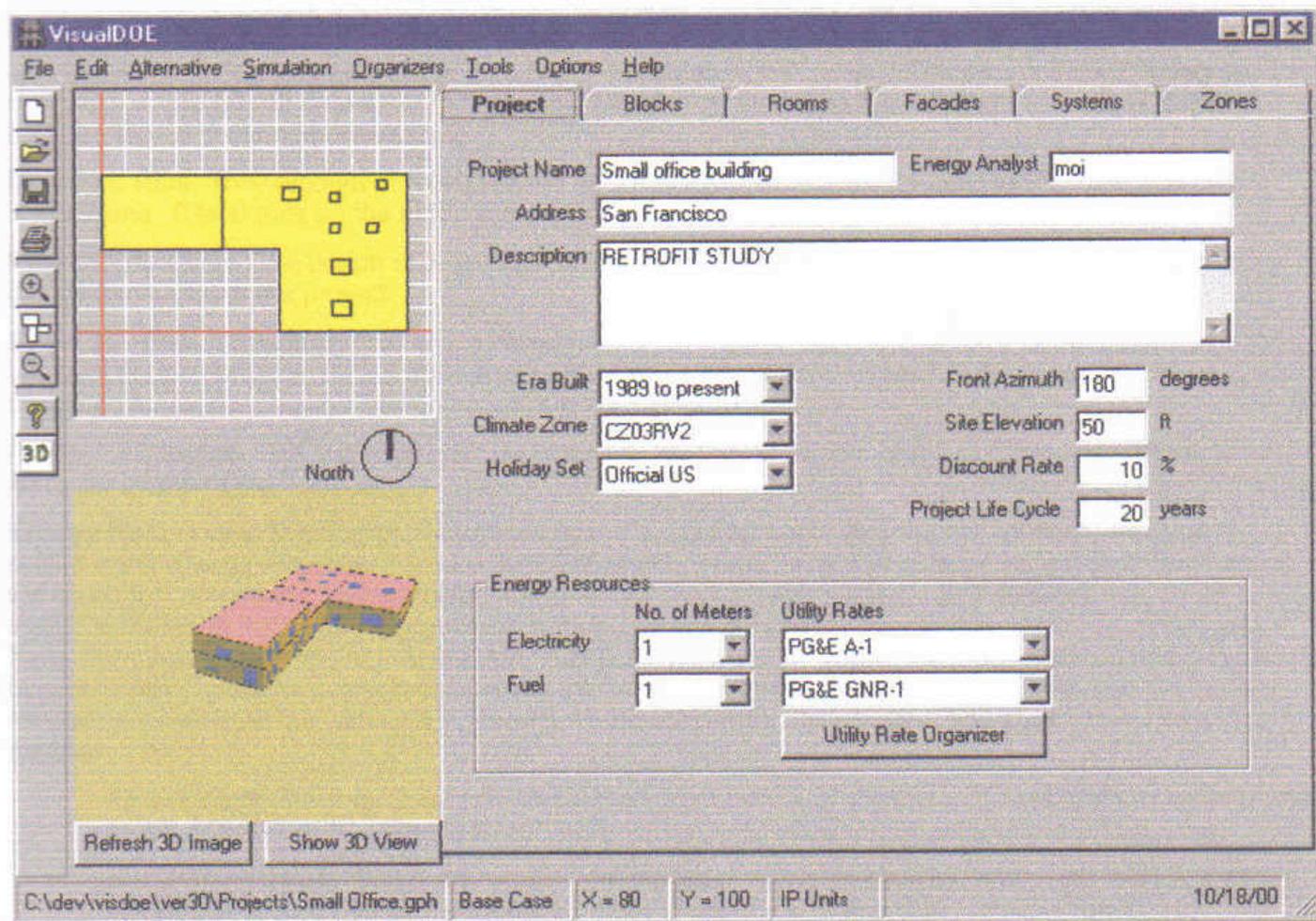
poliuretano



Sondaggi per il rilievo delle stratificazioni e dello stato di fatto dei materiali isolanti – Copertura Piano 1

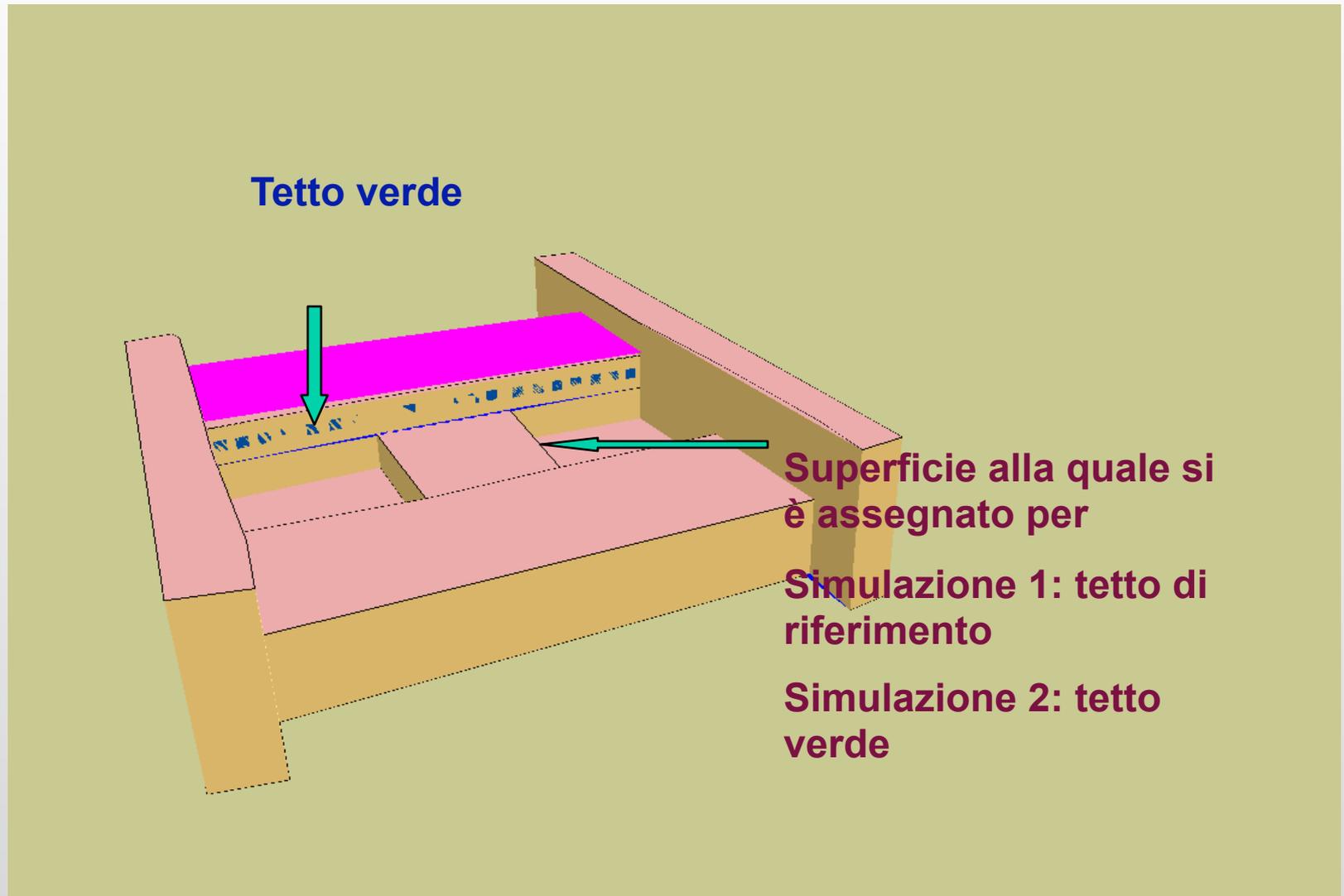


Simulazione numerica bilancio energetico di zona dell'edificio sottoposta ad intervento



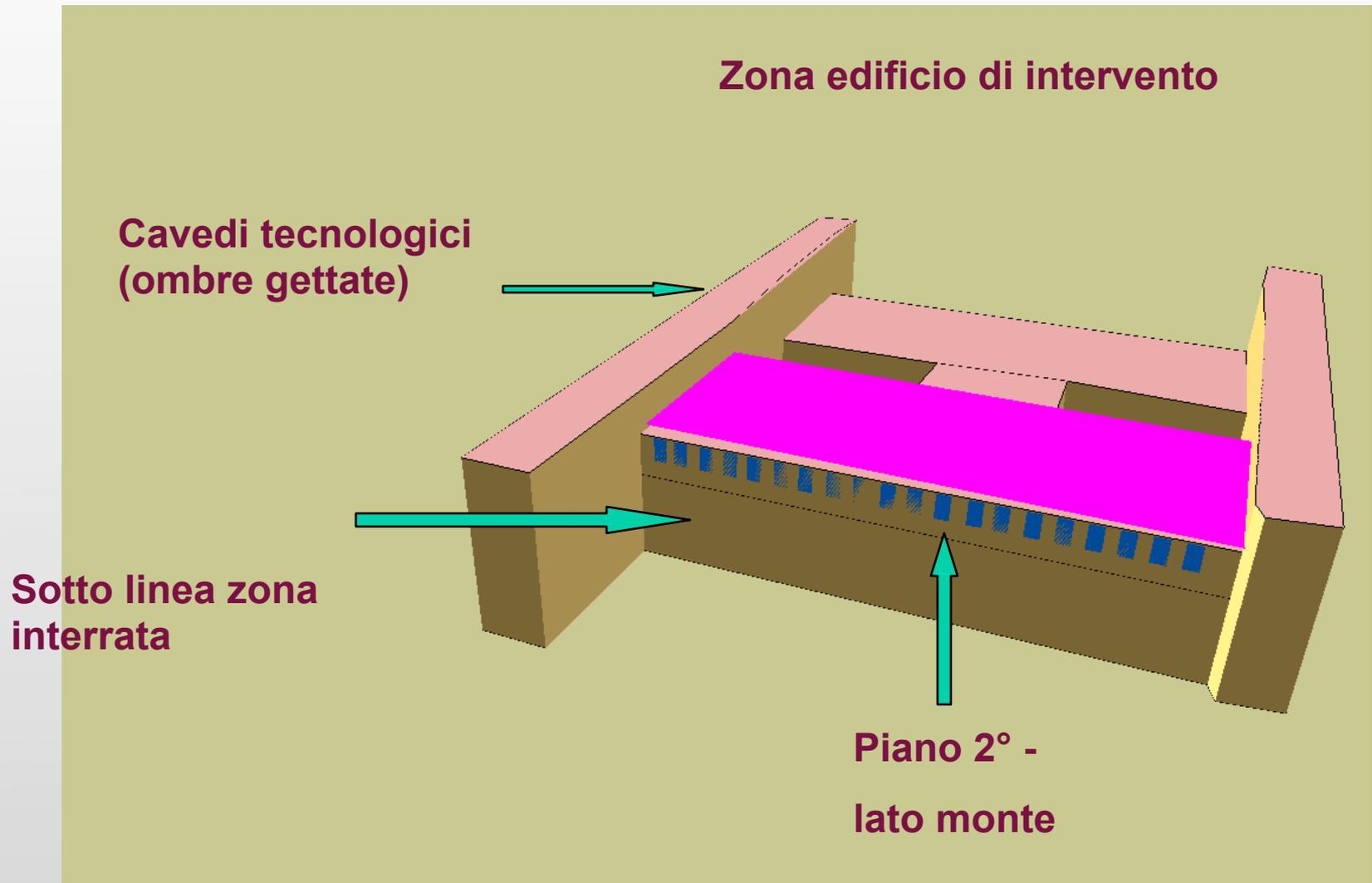
modello geometrico

vista prospettica anteriore



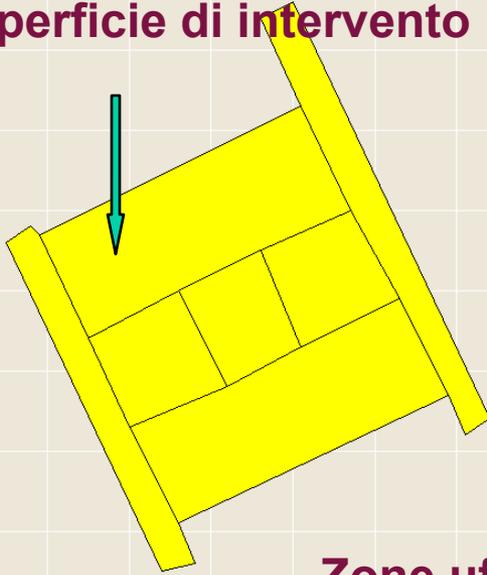
modello geometrico

vista prospettica posteriore



Pianta e vista prospettica della zona interessata alla simulazione

Superficie di intervento

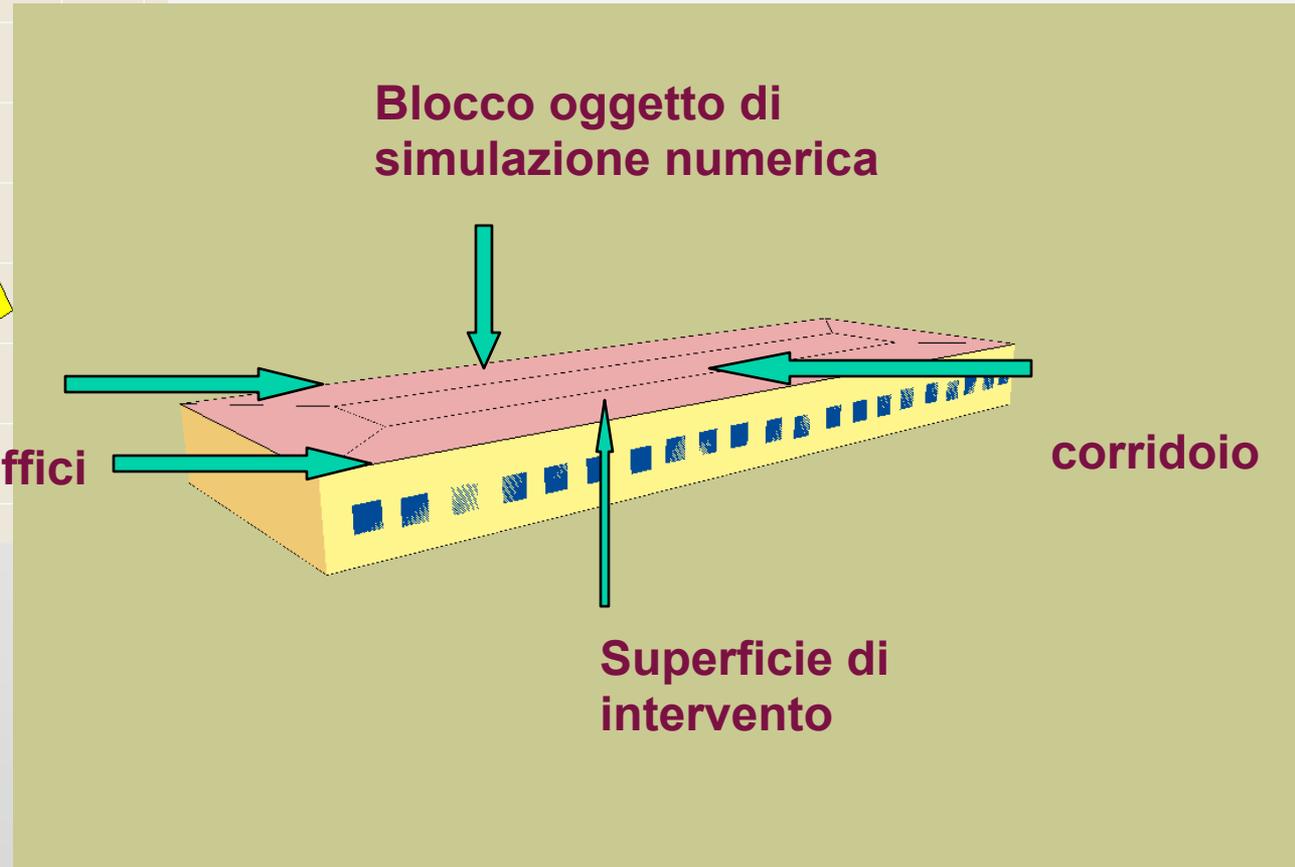


Blocco oggetto di simulazione numerica

Zone uffici

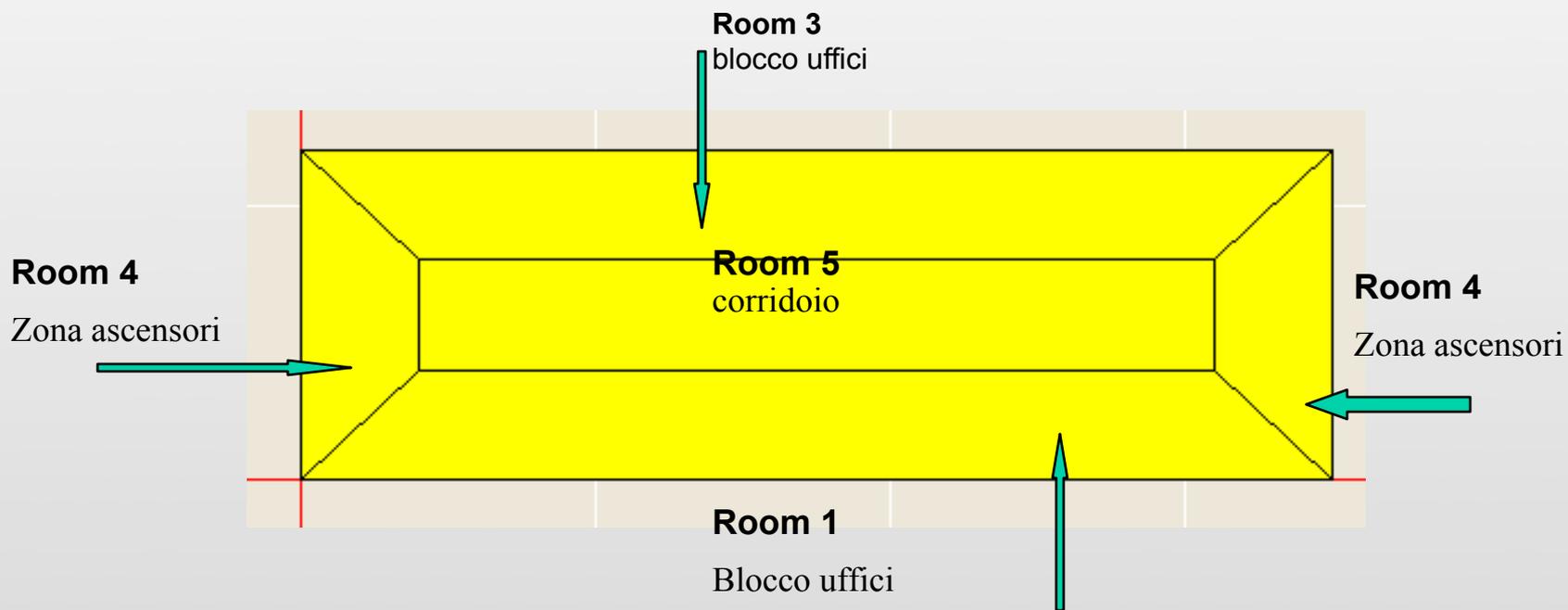
corridoio

Superficie di intervento



modello geometrico

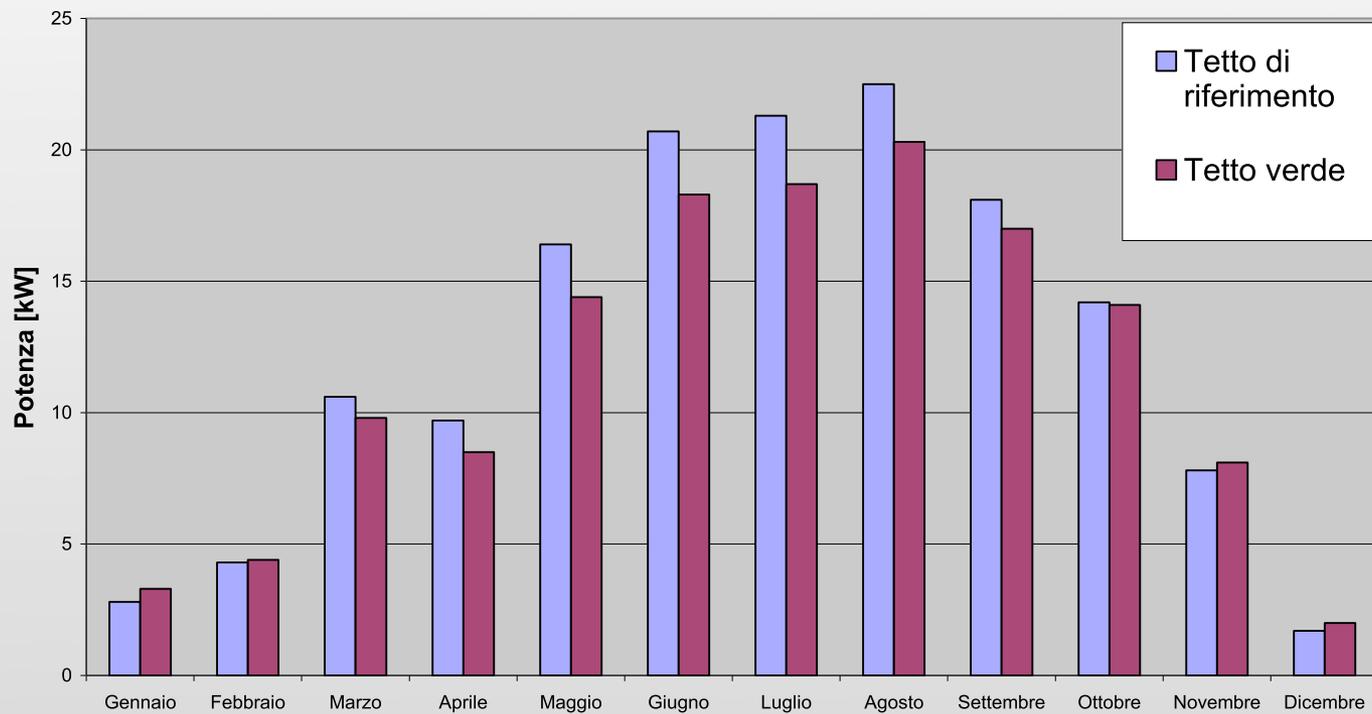
distribuzione zone sottostanti il tetto



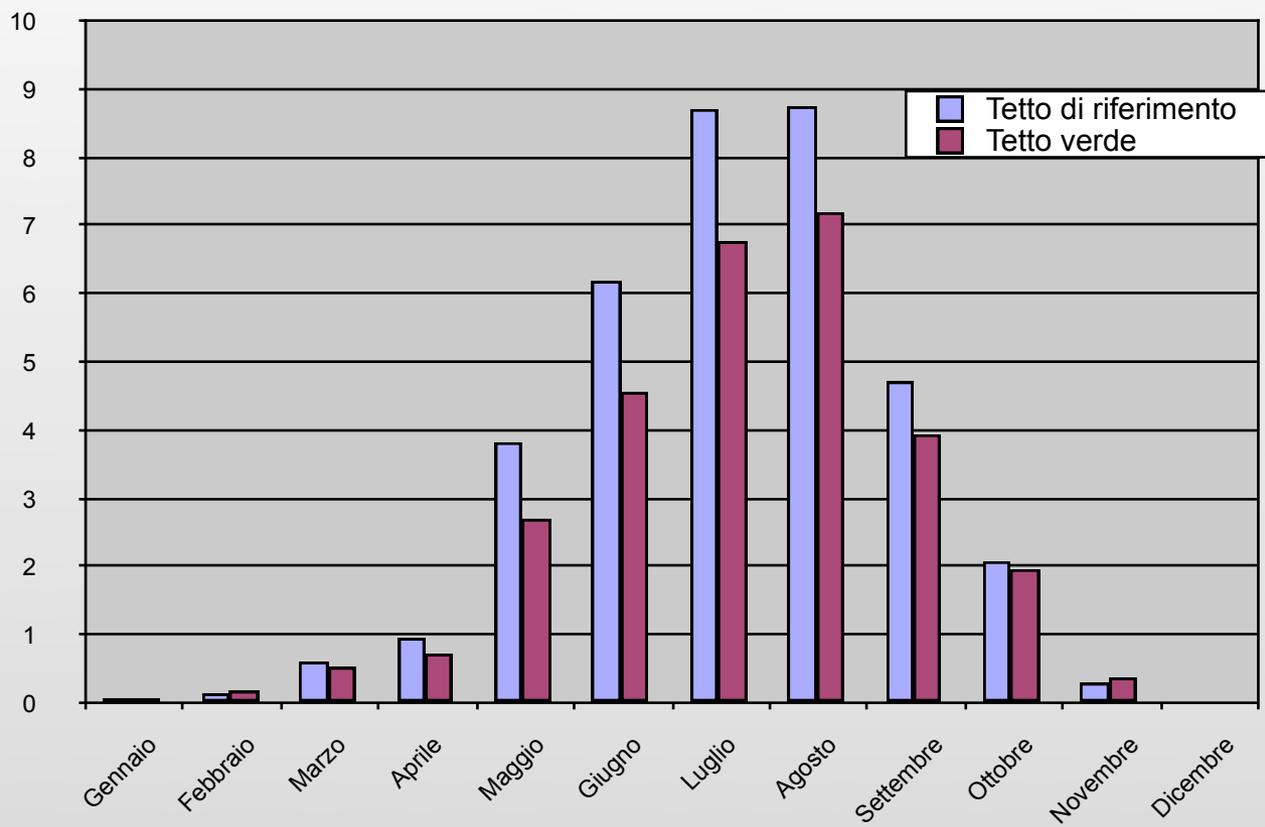
Confronto delle potenze termiche richieste per raffreddamento e dei carichi termici dell'edificio

Mese	Normale [kW]	Verde [kW]	Normale [MWh]	Verde [MWh]
Gennaio	2,8	3,3	0,06	0,08
Febbraio	4,3	4,4	0,15	0,18
Marzo	10,6	9,8	0,62	0,56
Aprile	9,7	8,5	0,95	0,72
Maggio	16,4	14,4	3,82	2,71
Giugno	20,7	18,3	6,21	4,57
Luglio	21,3	18,7	8,72	6,8
Agosto	22,5	20,3	8,75	7,22
Settembre	18,1	17	4,73	3,96
Ottobre	14,2	14,1	2,08	1,99
Novembre	7,8	8,1	0,32	0,38
Dicembre	1,7	2	0,003	0,005

Confronto delle potenze termiche richieste per raffreddamento



Energia termica entrante [MWh/anno]

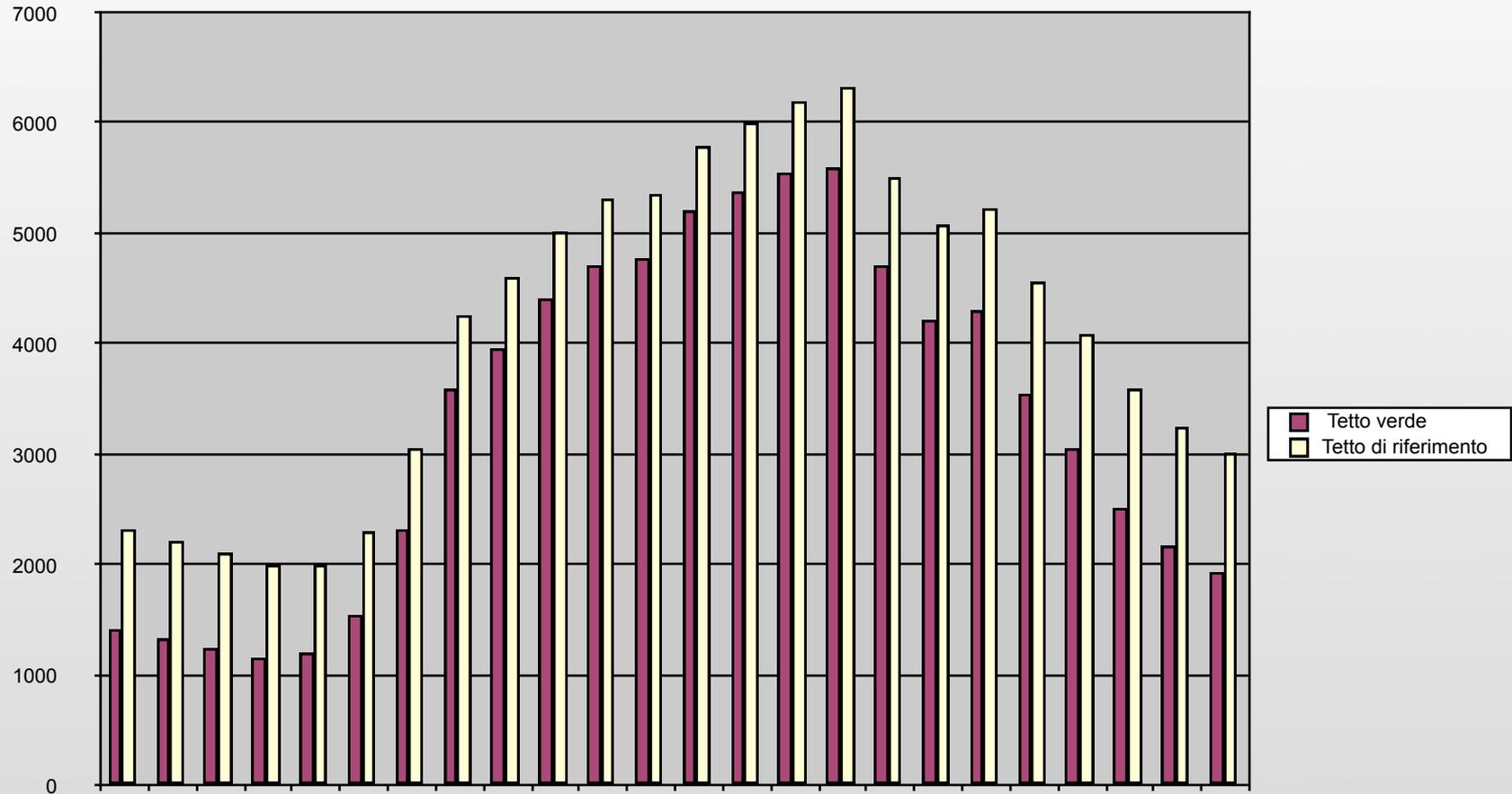


Potenze richieste per raffreddamento [kW]

Maggio	16,4	14,4	Differenza media del 12%
Giugno	20,7	18,3	
Luglio	21,3	18,7	
Agosto	22,5	20,3	

Potenza termica entrante

caso del 1 Agosto



Stato attuale

Copertura sperimentale



più

Chenopodium album
Lupinus

Copertura sperimentale



Copertura sperimentale



Copertura sperimentale

 REGIONE MARCHE

**Sensore per la misura
del contenuto idrico
e temperatura del suolo**

verdepìù
IMPIANTI

Copertura di riferimento



monitoraggio

- **Misura dei parametri caratterizzanti l'ambiente esterno**
- **Misura dei parametri caratterizzanti il comportamento energetico della stratificazione "copertura"**
- **Misura dei parametri caratterizzanti il microclima degli ambienti sottostanti la copertura**

Misure eseguite sia sulla struttura tetto verde che sulla struttura di confronto

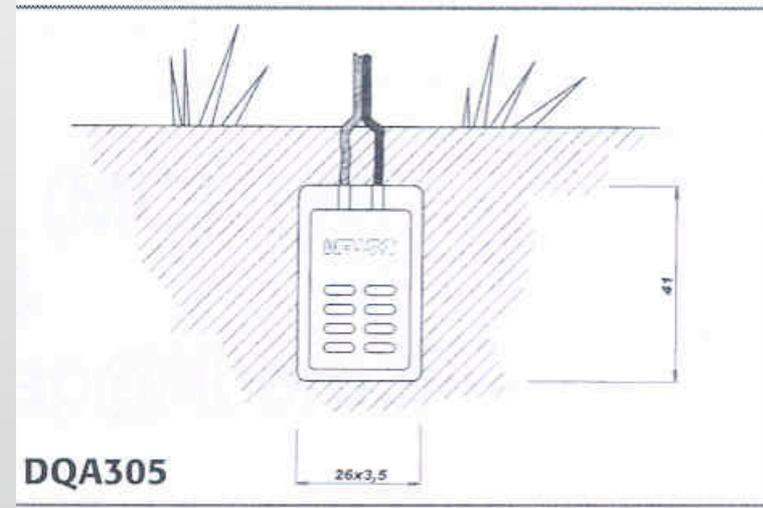
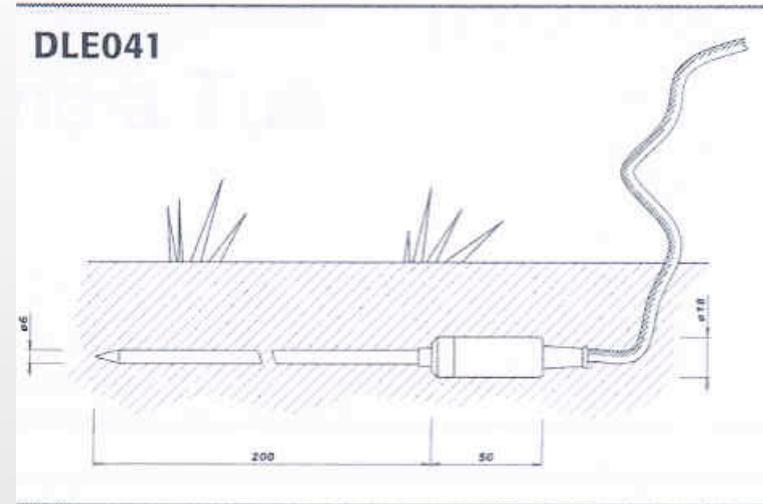
monitoraggio

- **piranometro - irradianza sul piano orizzontale (W/m^2)**
- **termoigrometro - temperatura a bulbo asciutto e dell'umidità relativa dell'aria esterna ($^{\circ}C$, %)**
- **sonda di pioggia**
- **anemometro - velocità e direzione del vento (m/s)**



monitoraggio

- Sensori di temperatura del suolo
- Sensori di contenuto idrico del suolo



sonde geotermometriche

DLE 041

Questo modello di sonda di temperatura del terreno è costituita da un gambo stagno immerso e ricoperto nel terreno alla profondità desiderata

La sonda viene installata orizzontalmente e quindi immersa nel terreno. In questo modo è possibile installare la sonda alla interfaccia fra strati o all'interno di uno strato specifico di terreno per misurarne la temperatura relativa.

sonde geotermometriche

DLA 400

Questo tipo di sonda di temperatura è adatta a misure superficiali o nei primi 50 cm di profondità: L'elemento sensibile è inserito in un puntale montato su un gambo di 50 cm di lunghezza.

Picchetti assicurano il fissaggio del sensore quando esso è poco inserito nel terreno ed in caso di misure superficiali.

Sensore di contenuto idrico del terreno

DQA 305

Il sensore DQA 305 basa il suo funzionamento su sistema resistivo: viene cioè misurata la resistenza elettrica tra due elettrodi affacciati, separati da una sostanza igroscopica come il terreno

La resistenza elettrica ha una buona relazione con il contenuto idrico del terreno e quindi il sistema risulta efficace per la misura.

monitoraggio



monitoraggio

Comfort termico

ISO 7726 e ASHRAE Standard 55-81

- anemometro a filo caldo
- Globotermometro
- psicrometro
- radiazione netta





.....Grazie per l'attenzione



Università Politecnica delle Marche
Dipartimento di Energetica
Via Brezze Bianche - 60100 Ancona

Prof. Ing Paolo Principi

