



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

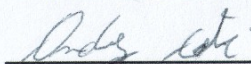
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di laurea triennale in
Scienze ambientali e protezione civile

Applicazione del sistema «tetto verde» in area urbana: analisi energetica e benefici sull'ambiente

Application of the "green roof" system in urban areas:
energy analysis and environmental benefits

Tesi di Laurea di:
Andrea Conti



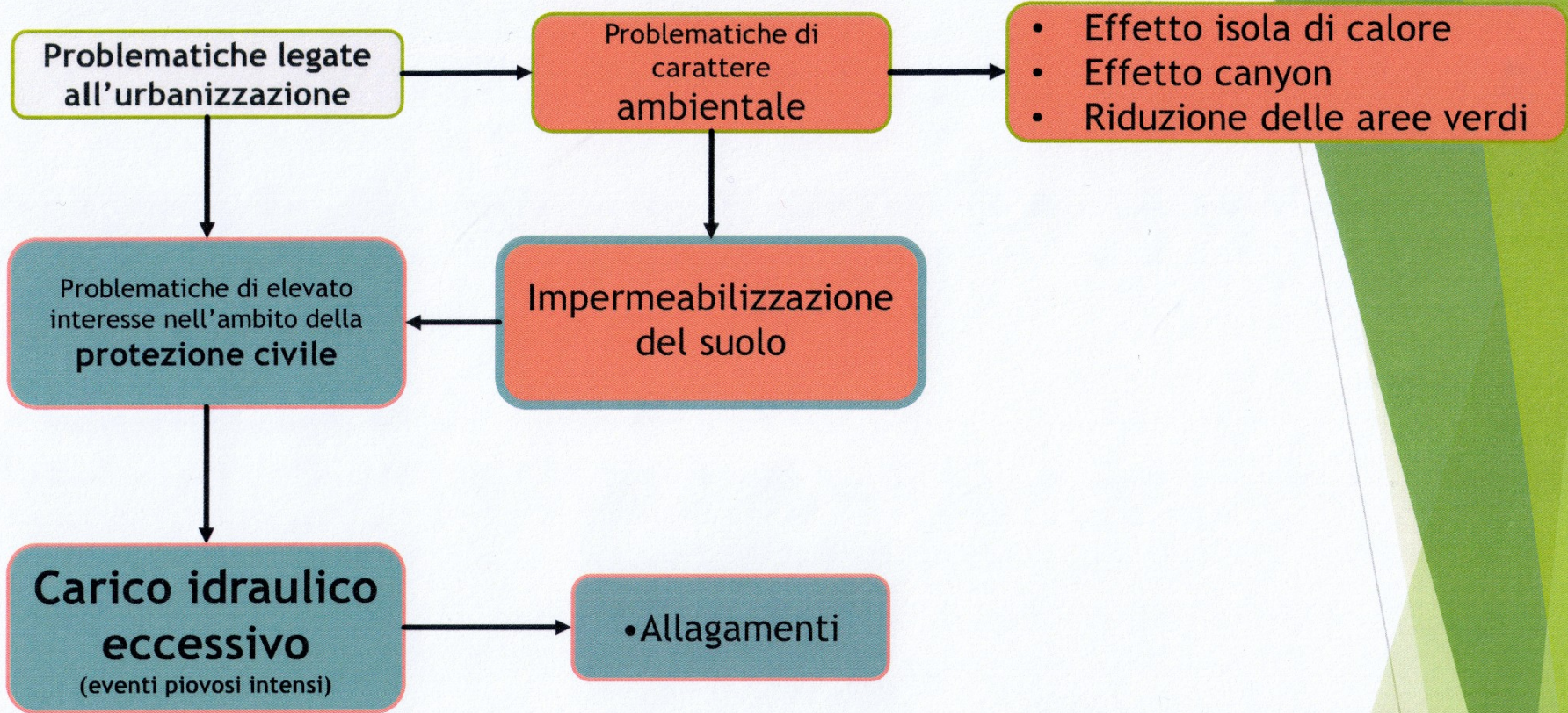
Docente Referente:
Prof. Paolo Principi



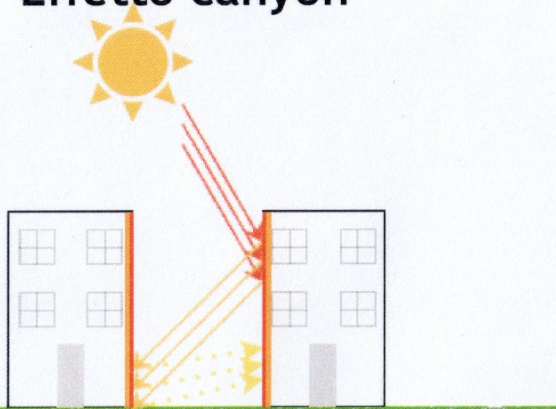
Sessione Di Febbraio

Anno Accademico 2018/2019

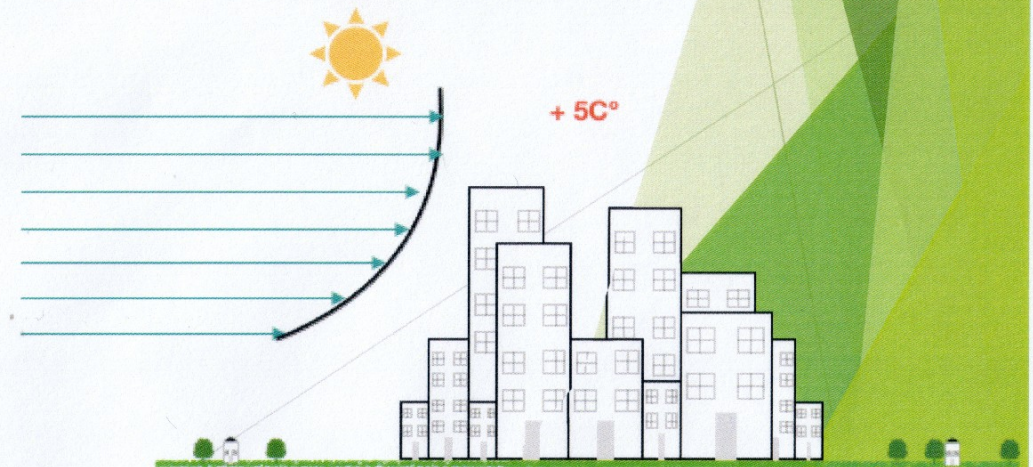
Introduzione



Effetto canyon



Effetto Isola di calore



Tetti verdi

Intensivi

- Vegetazione ad elevato sviluppo verticale
- Possibilità di sfruttare il tetto come area calpestabile
- Necessità di elevata manutenzione
(Utilizzato prevalentemente in aree con clima mediterraneo caratterizzato da un' elevata instabilità)

Estensivi

- Vegetazione a ridotto sviluppo, si predilige il genere (Sedum)
- Ridotta necessità di manutenzione
(Utilizzato prevalentemente nei climi continentali, questi ultimi presentano basse temperature e bassa radiazione solare ed un' elevata stabilità)

Vantaggi

Energetici:

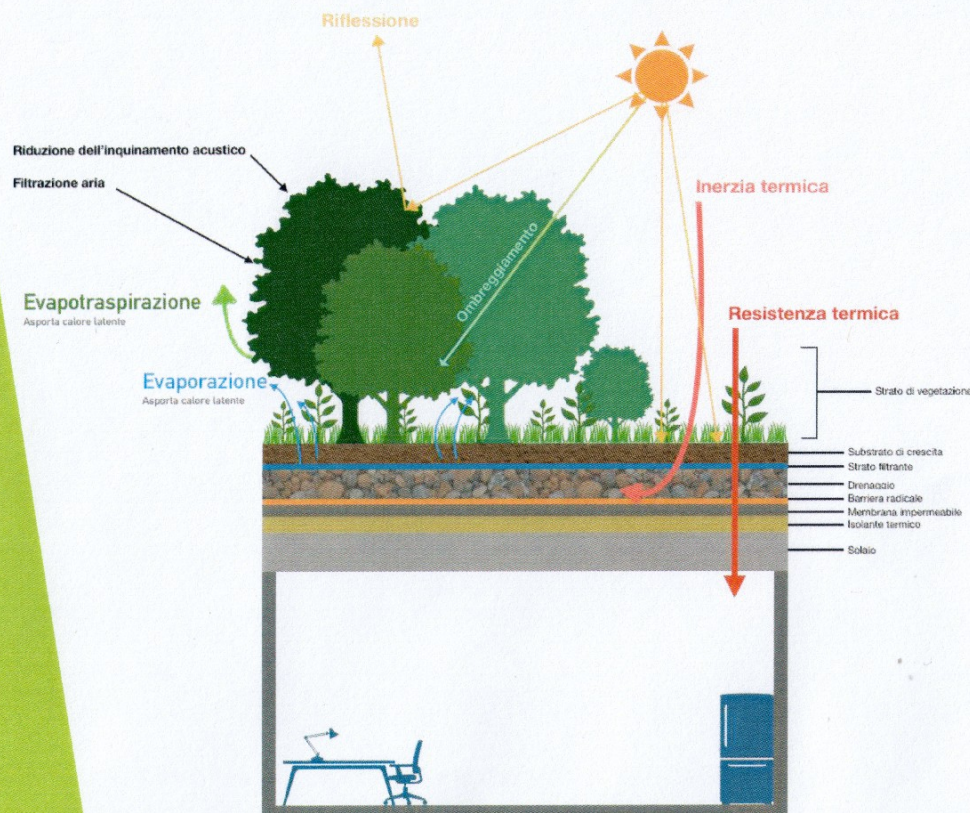
- Aumento dell'inerzia termica rispetto ai tetti classici (scostamento dei picchi)
- Incremento della resistenza termica ai flussi di calore
- Schermatura alla radiazione solare (Intensivi)

Ambientali:

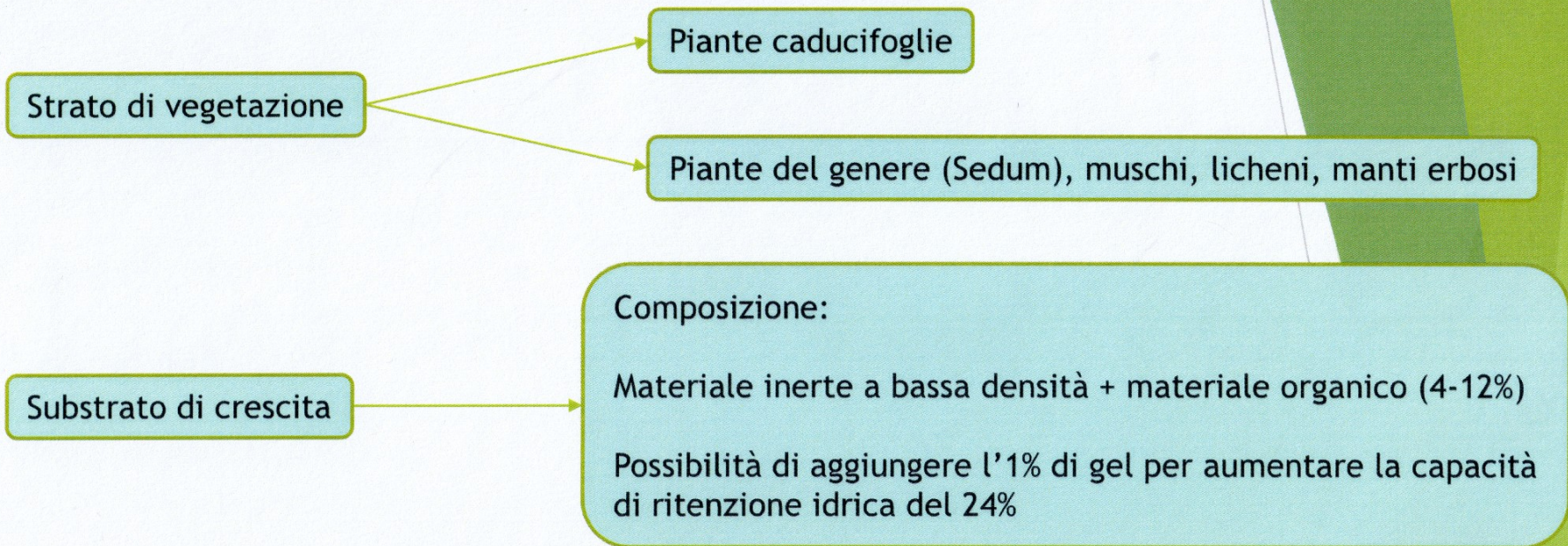
- Regimazione delle acque piovane
- Filtrazione dell'acqua piovana
- Miglioramento del comfort
- Filtrazione dell'aria
- Creazione di aree verdi
- Riduzione dell'uso di combustibili fossili per il riscaldamento

Svantaggi

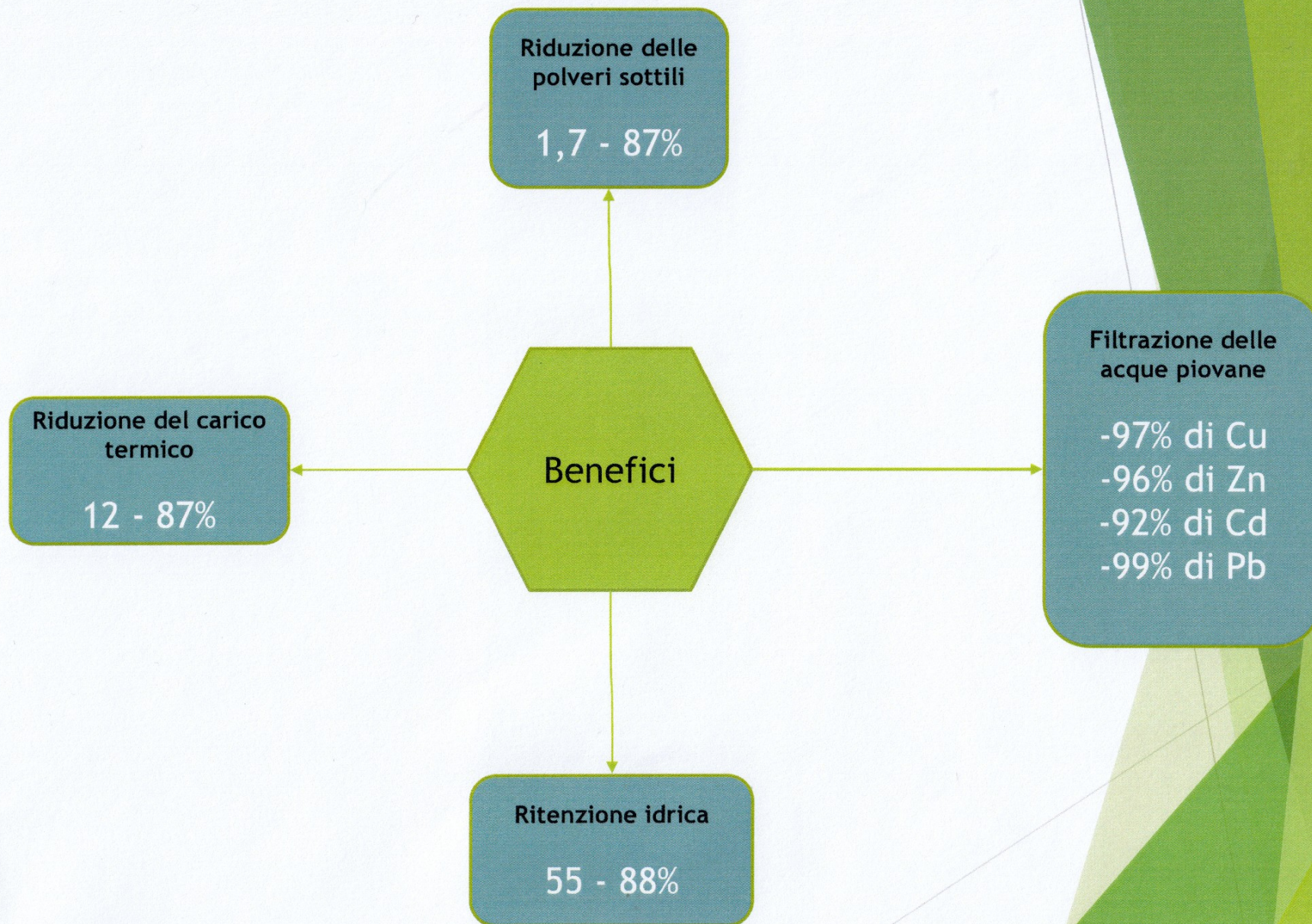
- Aumento del carico che grava sull'edificio (criticità legata ad edifici non predisposti)
- Costo di realizzazione elevato



Strati più importanti



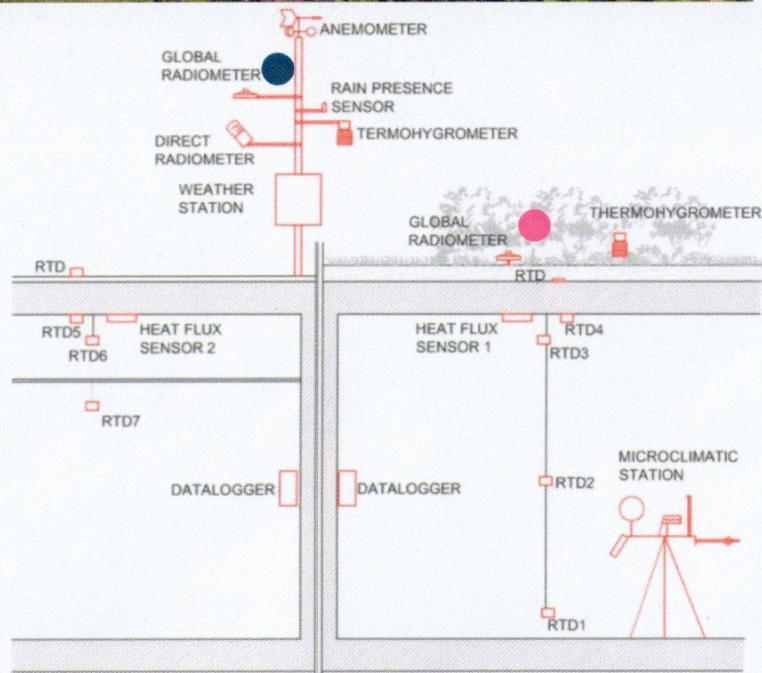
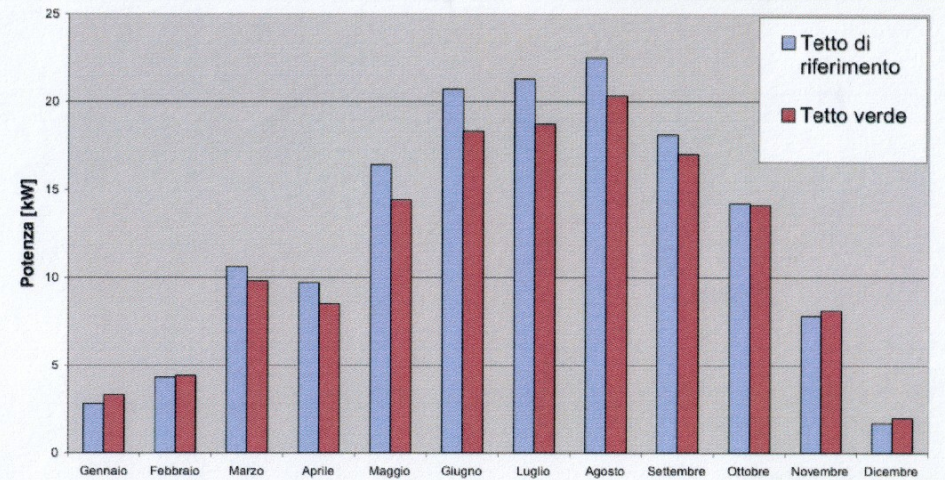
- Un substrato ideale deve possedere le seguenti caratteristiche:
- Alta stabilità in diverse condizioni
 - Localmente disponibile
 - Contenuto organico minimo
 - Elevata capacità di ritenzione idrica
 - Alta conduttività idraulica
 - Buone proprietà di aerazione
 - Peso ridotto
 - Contribuire a migliorare la qualità dell'acqua



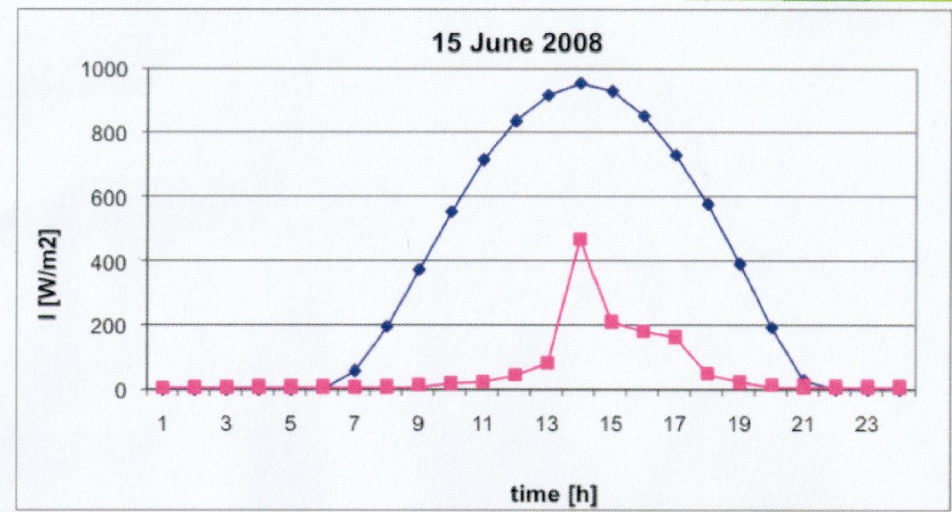
Caso studio ANCONA PALAZZO "LEOPARDI" sede della Regione Marche

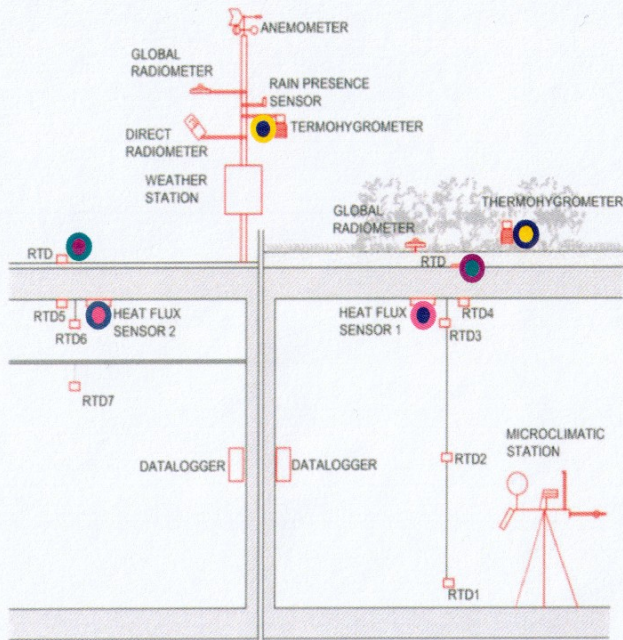


Confronto delle potenze termiche richieste per il raffreddamento



Potenza incidente.





Riduzione delle potenze installate per l'impianto di condizionamento pari all' 11,4%

Risparmio energetico giornaliero calcolato per una giornata di Agosto = 79200 kJ

month	Average external surface temperature reference roof [°C]	Average temperature under the soil [°C]
June	28,37	22,54
July	30,10	25,11
August	31,72	24,46
September	23,23	20,78

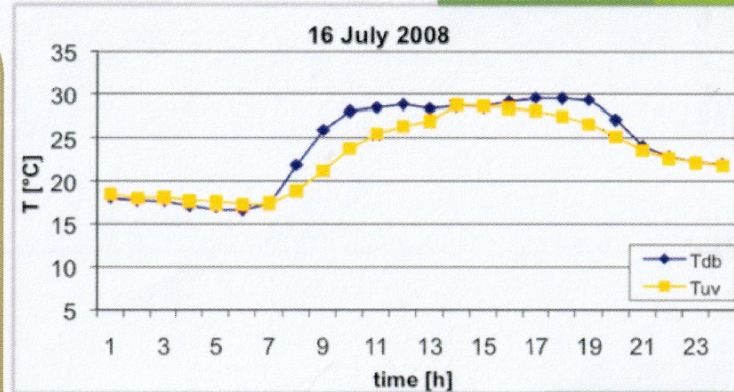
Potenza necessaria per l'impianto di condizionamento

	Tradizionale (Kw)	Verde (Kw) entranti	Differenza media (%)
Maggio	16,4	14,4	
Giugno	20,7	18,3	11,4
Luglio	21,3	18,7	
Agosto	22,5	20,3	

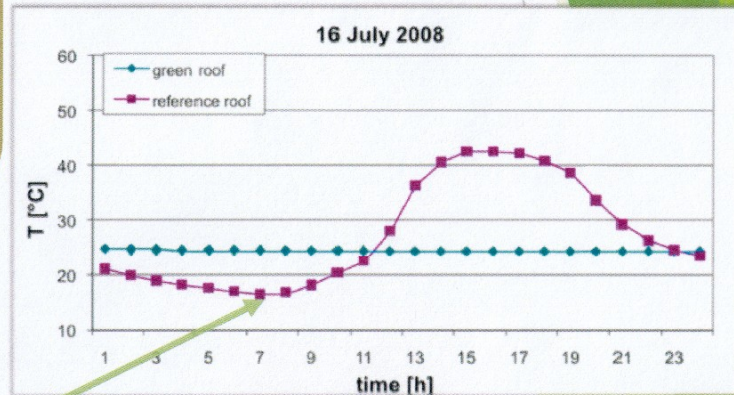
Abbassamento della temperatura a causa dell'irraggiamento proveniente dal tetto tradizionale verso il cielo notturno (2°C)

Inversione del flusso termico

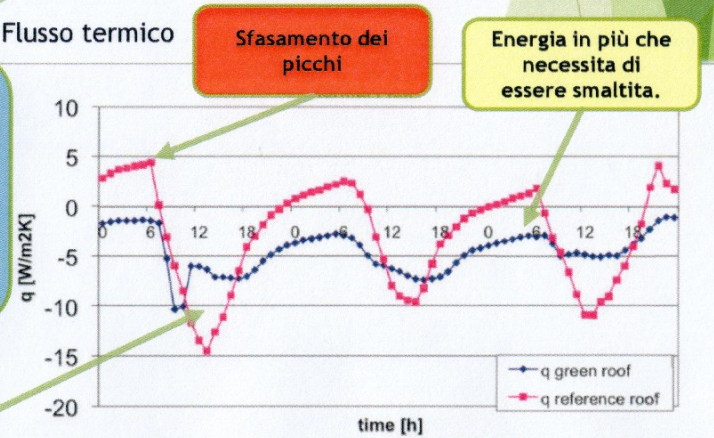
Temperatura aria.



Temperatura superficiale membrana impermeabilizzante



Flusso termico



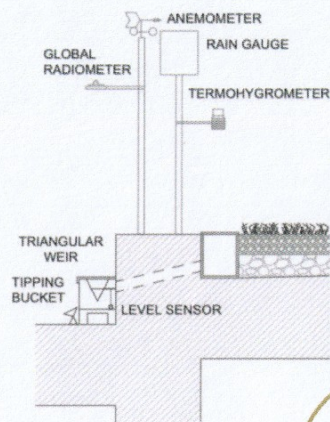
Regimazione acque

Sito sperimentale dell'Università di Genova

Inizio del
monitoraggio
2007

Eventi precedenti
all'installazione
del tetto verde

Eventi successivi
all'installazione
del tetto verde



Event [yyyy/mm/dd]	Rain depth [mm]	Flow peak [l/s]
2007/05/02	27.2	5.7
2007/05/03	1.6	0.13
2007/05/04	43.2	3.9

Event [yyyy/mm/dd]	Rain depth [mm]	Flow peak [l/s]	Retained volume [%]	Peak reduction [%]
2007/05/26	9	No outflow	100	100
2007/05/28	12.4	No outflow	100	100
2007/06/01	42.4	0.02	99	99
2007/06/05	41.2	1.31	41	87
2007/08/08	13.2	No outflow	100	100
2007/08/09-10	14	<0.01	95	98.7
2007/08/20	15.2	<0.01	95	99.9
2007/08/21	32.6	0.04	96	99
2007/09/27	28.6	0.02	99	99.6
2007/11/21	8	No outflow	100	100
2007/11/22-23	138.2	1.27	9.5	79
2008/01/4-5	32.8	0.1	70	76
2008/01/11-12	41.4	0.6	15	87
2008/01/16	40.4	0.9	4.6	78
2008/02/04	30.4	0.8	51	70
2008/03/9-10	23.2	0.16	81	94
2008/04/9-11	55	0.1	93	96
2008/04/21	25.4	0.62	23	46
2008/06/17	35.6	1.2	19	77
Mean	-	-	68	89
Dev. Std.	-	-	37	15

Riduzione media
stagionale del
deflusso = $23\% \pm 31\%$

Riduzione del picco
percentuale (eventi
autunno - inverno)
= $74\% \pm 20\%$

Il ritardo di deflusso
medio è di 165 minuti

Per tutti gli eventi, con periodi
antecedenti privi di pioggia
inferiori a 96 ore, la riduzione del
volume è inferiore al 20% e per
tutti gli eventi con periodi privi
di pioggia inferiori a 12 ore, la
riduzione del volume è pari a
zero.

Conclusioni

La tecnologia dei tetti verdi può essere applicata in sinergia con altre tecnologie per mitigare i molteplici fenomeni che incidono negativamente sull'ambiente.

Grazie alla sempre maggiore presa di coscienza dell'opinione pubblica sulle problematiche ambientali, stiamo assistendo ad un nuovo impulso nella ricerca e nell'applicazione di questa tecnologia.

Pur essendo questa una tecnologia ben consolidata è evidente che la ricerca può e deve cercare soluzioni tecniche sempre più performanti al fine di ottenere risultati sempre migliori.

Si possono comunque evidenziare alcune criticità nella conoscenza attuale di questa tecnologia:

- Mancanza di una standardizzazione.
- Dati relativi all'efficienza molto variabili.

La mancata standardizzazione è presumibilmente dovuta alla grande varietà di luoghi in cui tale tecnologia viene impiegata.

Sarebbe opportuno pertanto introdurre una classificazione che tenga conto dei materiali utilizzati e dell'area di impiego.

Bibliografia

Green roof energy and water related performance in the Mediterranean climate. Building and Environment 2010;45:1890-1904

Green roof benefits, opportunities and challenges - A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2018;90:757-773

The effectiveness of cool and green roofs as urban heat island mitigation strategies. IOPscience 2014;9:055002 (16pp)
doi:10.1088/1748-9326/9/5/055002

Importance of different components of green roof substrate on plant growth and physiological performance. Urban Forestry & Urban Greening 2014;13:507-516

Thermal-cooling performance of subtropical green roof with deep substrate and woodland vegetation. Ecological Engineering 2018;119:8-18

Modelling of green roof hydrological performance for urban drainage applications. Journal of Hydrology 2014;519:3237-3248