

RISPARMIARE CON LA NATURA



PATRIZIA DE ROSSI

Ricercatrice PhD, ENEA

I vantaggi energetici e ambientali delle infrastrutture verdi per edifici ed il caso studio ENEA



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Green Week 2022 "Risparmiare con la natura"

I vantaggi energetici e ambientali delle infrastrutture verdi per edifici ed il caso studio ENEA

Milano, 30 settembre 2022

Patrizia De Rossi *PhD* / ENEA Dipartimento Unità Efficienza Energetica



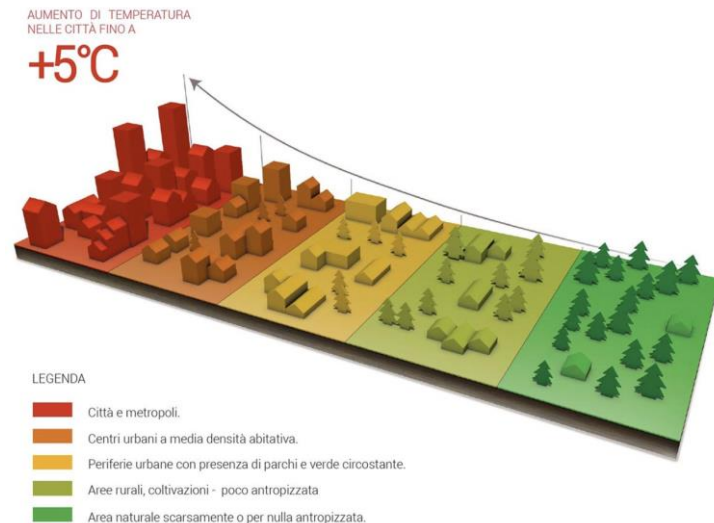
1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000



Riscaldamento urbano e tecnologie di mitigazione

Conseguenze dell'urbanizzazione

- Cementificazione
- Sovrappopolazione
- ↑ calore antropogenico e ↑ massa termica
- ↓ superficie verde urbano
- ↓ evapotraspirazione (ET) delle piante
- ↓ ventilazione limitata dagli agglomerati di edifici
- ↑ consumo di energia per la climatizzazione
- ↑ temperatura in città
- ↓ benessere e salute dei cittadini



Nei grandi centri urbani l'effetto "cementificazione" produce un aumento della temperatura ambientale fino a 5°C in più rispetto alla estrema periferia non urbanizzata

Riscaldamento urbano e tecnologie di mitigazione

Tecnologie di mitigazione

Le infrastrutture vegetali su edifici, come i **tetti verdi** e le **pareti verdi** (green roof & green wall) rappresentano delle **soluzioni tecnologiche naturali** che creano nuovi spazi verdi nelle città che sono funzionali per la mitigazione dei fenomeni climalteranti delle aree urbane



Immagine da internet

Le molteplici caratteristiche delle superfici vegetate (come l'albedo, l'evapotraspirazione, la fotosintesi, l'ombreggiamento) contribuiscono ad attenuare le problematiche dell'ambiente urbano migliorando la vita dei cittadini

Vantaggi delle infrastrutture vegetali su edifici

Tra le funzioni delle coperture verdi è rilevante il contributo:

- alla **mitigazione del fenomeno delle isole di calore** che si formano all'interno dei centri urbanizzati. L'accumulo di calore dipende da molteplici fattori quali la scarsa ventilazione dovuta alla presenza degli edifici, la cementificazione, i sistemi di riscaldamento e raffrescamento, gli impianti industriali, etc;
- a **migliorare l'isolamento termico degli edifici incrementando l'efficienza energetica**, che si traduce in un minor utilizzo dei sistemi di raffrescamento in estate e di riscaldamento in inverno e riduzione delle emissioni inquinanti, infatti:

In **estate**, le foglie assorbono e riflettono le radiazioni solari riducendo la quantità di calore che arriva sulla parete dell'edificio. Il calore assorbito attiva l'evapotraspirazione fogliare che porta a un aumento di umidità e a una diminuzione di temperatura nello strato d'aria tra la superficie verde e la parete dell'edificio con conseguenze positive sul *comfort* abitativo;

- In **inverno**, la copertura vegetale, funge da strato isolante e riduce le perdite di calore dall'ambiente interno dell'edificio verso l'ambiente esterno;

- a **migliorare la qualità dell'aria e alla riduzione dell'inquinamento** dell'aria urbana da composti organici volatili (COV) e particolato.



segue...

Vantaggi delle infrastrutture vegetali su edifici

segue.....

Altri benefici noti e non meno importanti delle coperture verdi riguardano:

- la tutela e la **salvaguardia della biodiversità** vegetale e animale; infatti, essendo spesso inaccessibili al pubblico, possono fornire un **habitat indisturbato** per **uccelli, microorganismi e insetti** e possono rappresentare un'alternativa per la sopravvivenza della flora e fauna indigena;
- la possibilità di creare dei veri **ORTI URBANI sospesi**, a sostegno della produzione agricola urbana a Km zero, con benefici non solo ecologici ma anche sulla socialità;
- svolgono una **funzione protettiva** nei confronti dei materiali strutturali del tetto e delle pareti dell'edificio, limitandone l'esposizione al calore e alla radiazione ultravioletta, agenti dannosi;
- costituiscono una vera e propria **barriera acustica per l'edificio**; il verde è infatti capace di assorbire i rumori creando un ambiente più silenzioso all'interno e all'esterno dell'edificio;
- Relativamente ai tetti verdi, questi consentono anche di **mitigare il deflusso dell'acqua meteorica**, riducendone la tracimazione dalla rete fognaria durante le precipitazioni particolarmente abbondanti ed improvvise "bombe d'acqua".

Tetti e pareti verdi portano quindi benefici sociali, economici e ambientali!

Riconoscimenti della Commissione europea per le città più virtuose in tema ambientale



Green cities - fit for life

La Commissione europea ha istituito il **premio** annuale «**Capitale verde europea**»; viene assegnato a una città europea, che conti almeno 100.000 abitanti, che è riuscita a realizzare ambiziosi obiettivi nei temi della salvaguardia ambientale e dello sviluppo economico sostenibile.

La città di Cagliari è in finale con Valencia per il contest **“European Green Capital 2024”**,



- 2010: 🇸🇪 Stoccolma
- 2011: 🇩🇪 Amburgo
- 2012: 🇪🇸 Vitoria-Gasteiz
- 2013: 🇫🇷 Nantes
- 2014: 🇩🇰 Copenaghen
- 2015: 🇬🇧 Bristol
- 2016: 🇸🇮 Lubiana
- 2017: 🇩🇪 Essen
- 2018: 🇳🇱 Nimega
- 2019: 🇳🇴 Oslo
- 2020: 🇵🇹 Lisbona
- 2021: 🇫🇮 Lahti
- 2022: 🇫🇷 Grenoble
- 2023: 🇵🇹 Tallinn



Towns and cities, Growing Greener

Premio «foglia verde europea»

Rivolto alle città europee che conta tra i 20.000 e i 100.000 abitanti che si distinguono per buone pratiche di sostenibilità ambientale

ENEA è l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

L'ENEA svolge attività di ricerca scientifica e sviluppo tecnologico in differenti ambiti:



Ambiente e
sostenibilità



Tecnologie
energetiche



Efficienza
energetica



Fusione e
sicurezza nucleare

L'ENEA si avvale di competenze ad ampio spettro:



ENEA DUEE-Dipartimento Unità Efficienza Energetica, div. SIST NORD

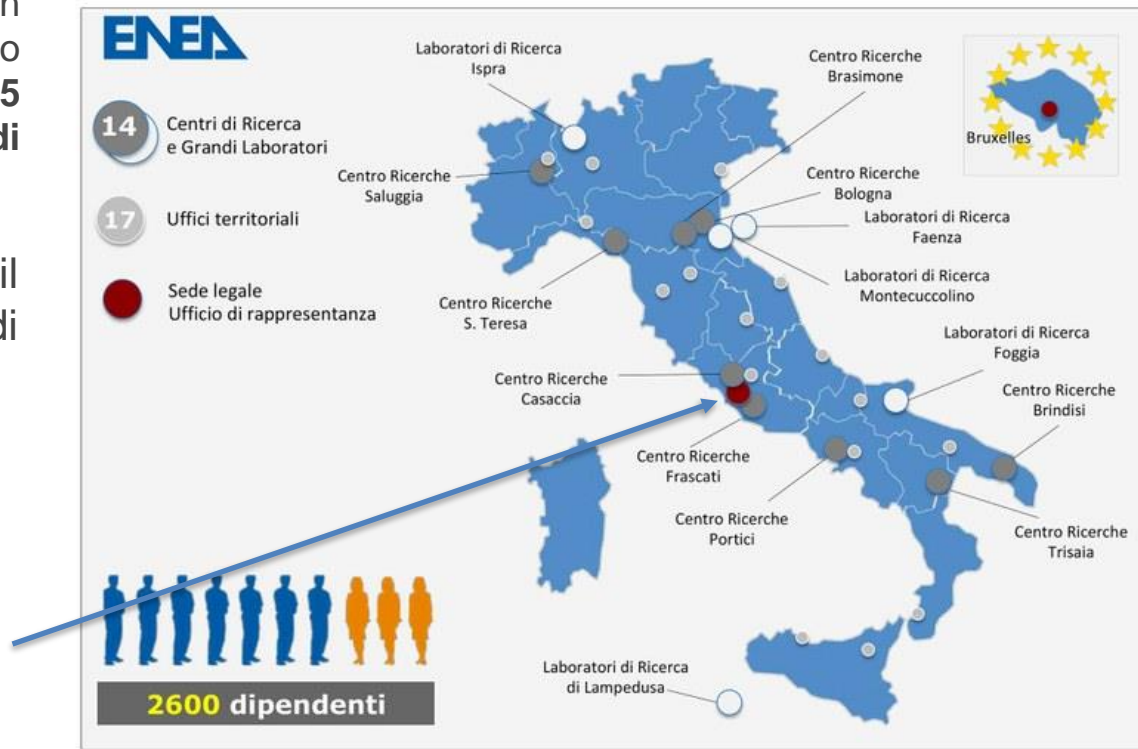
<https://www.enea.it>

<https://www.energiaenergetica.enea.it>

ENEA è l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Le attività dell'ENEA vengono svolte in **9 Centri di Ricerca** sul territorio nazionale cui si aggiungono **5 laboratori** e **1 Ufficio di collegamento di Bruxelles**.

Il centro più grande è il **CR Casaccia**, a 30 km a nord di Roma



PIATTAFORMA DIMOSTRATIVA CR ENEA CASACCIA



- Programma Ricerca di Sistema elettrico (RDS) sostenuto dal Ministero dello Sviluppo Economico attualmente in capo al MiTE

Piattaforma dimostrativa di infrastruttura verde realizzata sull'edificio prototipo del dipartimento DUEE



Edificio senza coltre vegetale



Edificio con la coltre vegetale



L'impalcatura su cui è stata realizzata la **parete verde** è costituita:

- da due strutture d'acciaio autosostenibili, ancorate a terra e rispettivamente alle facciate di Sud-Est e di Sud-Ovest
- Dotata di una rete metallica su cui si arrampicano le piante, posizionate in vasi, disposta a 60 cm dalle pareti dell'edificio
- La vegetazione è distanziata dall'edificio e questo permette che si venga a creare una ventilazione naturale data dall'effetto camino



Prospetto della parete di Sud-Ovest

Prospetto della parete di Sud-Est



Passaggio tra la parete verde e l'edificio



PIATTAFORMA DIMOSTRATIVA ENEA-PARETI VERDI

parete verde di
Sud-Ovest

ESSENZE VEGETALI

parete verde di
Sud-Est



Luglio 2022

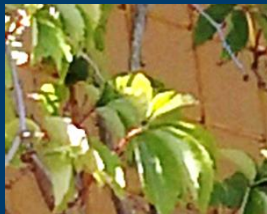
Hedera elix



Trachelospermum jasminoides



Partenocissus quinquefolia



Vitis vinifera L



Luglio 2022

PIATTAFORMA DIMOSTRATIVA ENEA-TETTO VERDE

- **Appezzamento a prato a Gramiaceae** ➤ Tipico di un tetto verde calpestabile (Tetto verde Intensivo). Mix di piante del tipo *Poa pratensis* e *Festuca arundinacea*. Hanno fusti sotterranei orizzontali che li rende particolarmente adatte all'uso in zone ad alto calpestio
- **Appezzamento a mix di specie del genere *Sedum***. Hanno un apparato radicale poco profondo, capaci di tollerare la siccità e sono ritenute più adatte ad essere utilizzate in ambito mediterraneo nei tetti verdi non calpestabili (Tetto verde Estensivo)
- **Appezzamento a specie spontanee*** della famiglia delle Boraginaceae (bassa richiesta idrica, scarsa necessità di manutenzione, favoriscono la colonizzazione da parte di insetti impollinatori).



In teoria le specie vegetali per un tetto verde o una parete verde sono numerose a condizione che siano adatte al clima locale, al terreno che viene utilizzato e al tipo di irrigazione che riusciamo a fornirgli

*A Latini , I Papagni, LGatti, P De Rossi,A Campiotti ,G Giagnacovo, D M Gattia and S Mariani. Echium vulgare and Echium plantagineum: A Comparative Study to Evaluate Their Inclusion inMediterranean Urban Green Roofs. Sustainability. 14, 9581.

SISTEMA di MONITORAGGIO c/o PIATTAFORMA DIMOSTRATIVA «VERDE»

L'edificio è stato dotato di un complesso sistema di monitoraggio dei parametri microclimatici e ambientali per studiare e quantificare gli effetti delle infrastrutture verdi sull'efficientamento energetico dell'edificio e sul miglioramento della qualità dell'aria



Sensori disposti a livello di parete verde sia davanti che dietro la coltre vegetale



Sensori disposti a livello di parete dell'edificio



Sensori disposti a livello di tetto verde



Sensori disposti a livello di serra bioclimatica

Sensori per le misurazioni interne all'edificio



SISTEMA di MONITORAGGIO c/o PIATTAFORMA DIMOSTRATIVA «VERDE»

Il SISTEMA di MONITORAGGIO c/o l'EDIFICIO «VERDE» è costituito da sensori per monitorare:

- i parametri microclimatici (T, RH, GR, PAR, vento, ecc);
- le temperature superficiali dell'edificio per lo studio dei flussi termici a livello sia di parete che di tetto (sia superfici interne ed esterne delle pareti dell'edificio e superfici inverdite);
- i parametri ambientali (CO₂, O₂, COV);
- la temperatura fogliare, umidità del suolo, albedo.



ALBEDO DI UNA SUPERFICIE

L'**albedo** di una superficie rappresenta il potere riflettente e corrisponde alla percentuale di radiazione che viene riflessa da quella superficie rispetto al totale della radiazione solare incidente

Albedo di una superficie = $\frac{\text{Radiazione riflessa dalla superficie}}{\text{Radiazione globale incidente}}$



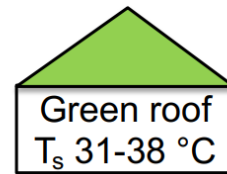
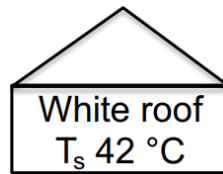
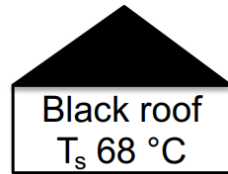
L'albedo massimo è 1 quando tutta la radiazione incidente viene riflessa (superficie bianca)



L'albedo minimo è 0 quando nessuna frazione della radiazione viene riflessa (superficie nera).

ALBEDO DI UNA SUPERFICIE

- tetti scuri, asfalto costituiscono superfici con albedo più basso (valori inferiori a 0.1) rispetto al terreno o alla vegetazione presente in campagna (albedo di 0.2-0.25) quindi le aree urbane assorbono più radiazione luminosa e riscaldano di più;
- l'impiego di materiali edilizi a basso albedo è una delle cause dell'isola di calore urbano;
- nonostante l'albedo più alto che contraddistingue i tetti bianchi si ha maggiore riduzione di temperatura interna dell'edificio con l'impiego dei tetti verdi dovuto all'azione (rinfrescante) evapotraspirativa delle piante:



T° dell'aria esterna
all'edificio pari a 33°C
(Simmons et al., 2008)

Utilizzare nell'ambiente urbano superfici vegetate (tetti verdi e pareti verdi) che hanno un maggior valore di albedo rispetto a quelle tradizionali (senza vegetazione) corrisponde a:

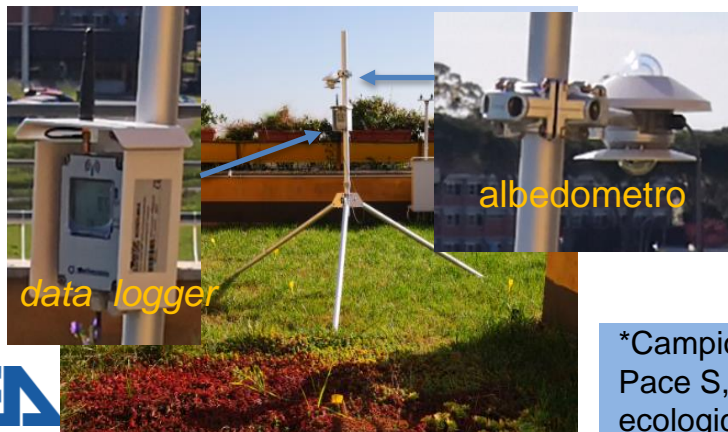
- ⇓ accumulo di calore
- ⇓ consumo di energia per la climatizzazione
- ⇓ dell'inquinamento ambientale
- ⇓ *comfort* microclimatico

(ALCUNE) SPERIMENTAZIONI IN CORSO ALL' ENEA: MISURA DELL'ALBEDO

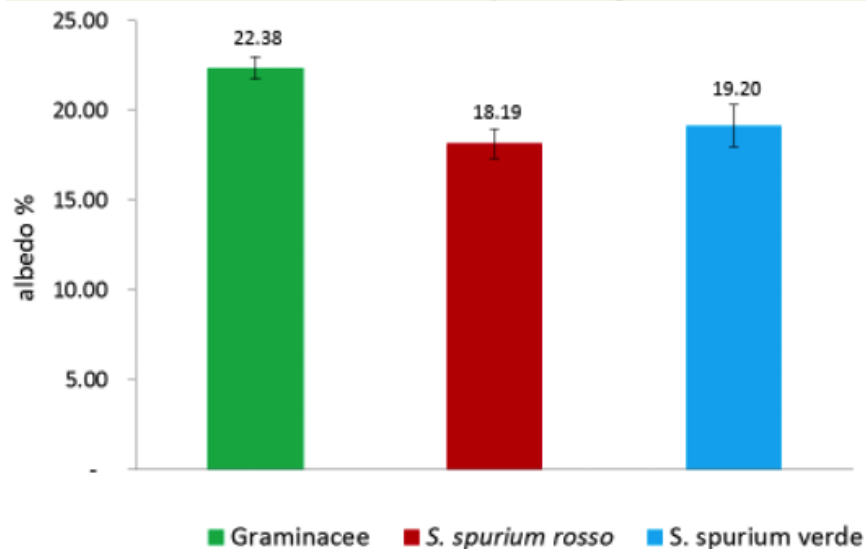
Sperimentazione attualmente in corso

- misura dell'albedo sul tetto verde e relazione con altri parametri microclimatici ed ambientali;
- analisi comparativa tra diverse coperture vegetali (in relazione alla specie, alla stagione, allo stadio di sviluppo).

Per misurare l'albedo a livello di diverse specie vegetali è stato posizionato un albedometro su un treppiedi spostabile sui differenti tipi di vegetazione



Istogramma dei valori medi dell'albedo (%) registrati a livello delle superfici coperte da prato a Graminaceae (barra verde), prato a *Sedum spurium* rosso (barra rossa) in inverno e prato a *Sedum spurium* verde in primavera (barra azzurra).



*Campiotti CA, De Rossi P, Gatti L, Giagnacovo G, Latini A, Mariani S, Pace S, Sperandei M, et al. Gli ecosistemi vegetali per la rigenerazione ecologica delle città. Rapporto Tecnico RT/ENEA/13/2021.

(ALCUNE) SPERIMENTAZIONI IN CORSO ALL' ENEA:

Effetto del verde sulle temperature superficiali dell'edificio

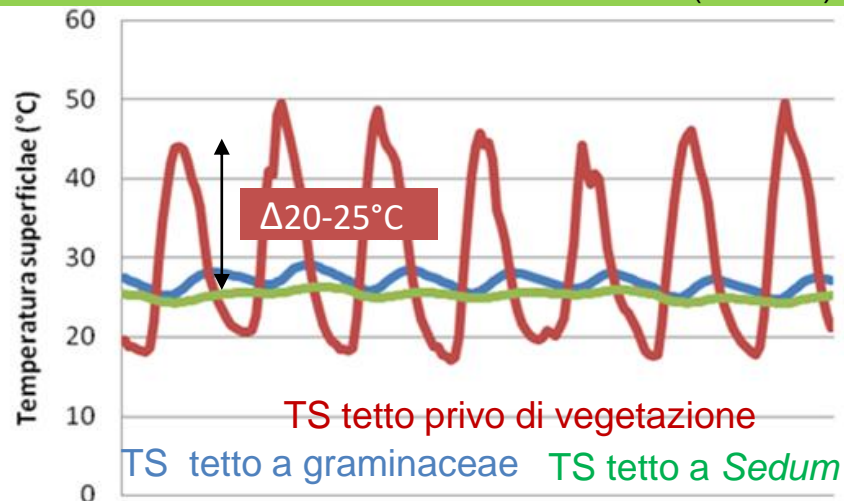
Sperimentazione attualmente in corso

- monitoraggio delle temperature superficiali del tetto e delle pareti dell'edificio e relazione con altri parametri microclimatici ed ambientali;
- analisi comparativa tra diverse coperture vegetali (in relazione alla specie, alla stagione, allo stadio di sviluppo).

In **estate**, entrambe le coperture vegetali sono in grado di mantenere le temperature superficiali del tetto al di sotto dei 30°C quando sul tetto privo di vegetazione si raggiungono picchi di oltre 50°C. La presenza della vegetazione determina una **riduzione delle temperature**, di giorno, di **20°C-25°C** rispetto al tetto privo di vegetazione

In **estate**, la presenza del verde porta vantaggi importanti per l'isolamento termico degli edifici

Andamento delle temperature superficiali registrate durante una calda settimana estiva a livello del TETTO VERDE a Graminaceae (in blu) e a *Sedum* (verde), e a livello del TETTO SENZA VEGETAZIONE (in rosso)



*Campiotti CA, De Rossi P, Gatti L, Giagnacovo G, Latini A, Mariani S, Pace S, Sperandei M. Infrastrutture "Verdi" per migliorare l'efficienza energetica degli edifici e la qualità del microclima nelle aree urbane. Report RdS/PAR2019/042; PAR2020/125; PAR2021.

(ALCUNE) SPERIMENTAZIONI IN CORSO ALL' ENEA:

Capacità evapotraspirativa delle piante

Introduzione di un “**allestimento vegetale**” all'interno della serra bioclimatica con lo scopo di sperimentare l'effetto dei processi evapotraspirativi delle piante sul raffreddamento nella serra e nella stanza adiacente durante il periodo estivo.

L'attenzione è ricaduta su **specie orticole** che rappresentano un'opportunità per le famiglie di consumare cibi sani, freschi e a km zero.

- la presenza del **sistema verde** ha assorbito il **27 %** della **potenza solare incidente**, che quindi non viene assorbita dalle strutture della serra e quindi non riscalda la serra ma passa solo di stato (evapora)

- l'introduzione di un sistema di illuminazione a LED (alimentato a FV) consente un aumento dell'ombreggiamento nelle ore più calde della giornata ed un aumento della produttività delle piante



Confronto ET e resa



*Campiotti CA, De Rossi P, Gatti L, Giagnacovo G, Latini A, Mariani S, Pace S, Sperandei M. Infrastrutture “Verdi” per migliorare l'efficienza energetica degli edifici e la qualità del microclima nelle aree urbane. Report RdS/PAR2019/042; PAR2020/125; PAR2021.

(ALCUNE) SPERIMENTAZIONI IN CORSO ALL' ENEA:

Altra sperimentazione attualmente in corso

- monitoraggio dei COV BTEX

L'edificio prototipo ENEA rappresenta un caso di "background", trovandosi in un'area sufficientemente aperta e ventilata e non in diretta prossimità di sorgenti locali d'emissione, misuriamo il possibile contributo delle specie vegetali presenti nelle diverse infrastrutture alla mitigazione di tali COV



Parete nuda
(priva di verde)



Parete verde
(tra le foglie)



- Utilizzando i dati disponibili sulle temperature superficiali registrati attraverso il monitoraggio, è stato messo a punto un calcolo specifico per la stima della riduzione del flusso di calore basata su un fattore verde, K_v , che tiene in conto delle caratteristiche specifiche della vegetazione e densità di copertura.

*Campiotti CA, Gatti L, Campiotti A, Consorti L, De Rossi P, Bibbiani C, Latini A. Vertical greenery as natural tool for improving energy efficiency of building. 8(6): 526, 15-05-Horticulturae 2022.



GRUPPO DI LAVORO

ENEA Lab. DUEE-SIST-NORD

- Carlo Alberto Campiotti
- Patrizia De Rossi
- Arianna Latini
- Lorenzo Gatti
- Susanna Mariani
- Maria Sperandei
- Stefania Pace
- Germina Giagnacovo

UNIVERSITA' di PISA

- Carlo Bibbiani

UNIVERSITA' di VITERBO

- Rosario Muleo

Patrizia De Rossi PhD

ENEA CR CASACCIA

Via Anguillarese 301

00123 Roma

patrizia.derossi@enea.it

Grazie per l'attenzione!