

Innovazione e valorizzazione Efficienza Energetica **PROGETTO INNOVA PALERMO**

Relatore: Arch. Carlo Scibetta

Ricercatori: C. Scibetta, N. Caltabellotta, F. Cavaleri,
L. Giammanco, E. Sirica, M. Lo Faso, C. Bordenca,
A. Albanese, D. Rigoglioso

Tutor ENEA: Dr. Carlo Alberto Campiotti

Tutor esterno: Ing. Luciano Consorti

MODELLO DI RIGENERAZIONE URBANA PER LA CITTÀ METROPOLITANA DI PALERMO



Progetto finanziato dalla Regione Siciliana in collaborazione con l'ENEA per consentire a giovani talenti di realizzare un percorso di studio e ricerca per rafforzare l'occupabilità nel sistema della R&S e la nascita di spin off di ricerca in Sicilia

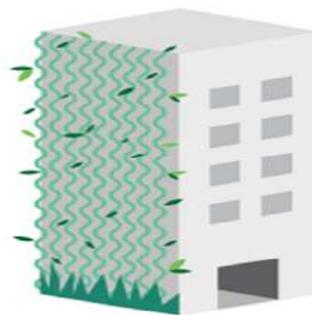
ELEMENTO VERDE NEGLI EDIFICI

Le realizzazioni con le coltri vegetali definite tecnicamente «**Green Roofs**» o «**Tetti verdi**» e «**Green Walls**» o «**Pareti Verdi**» costituiscono un componente edilizio.

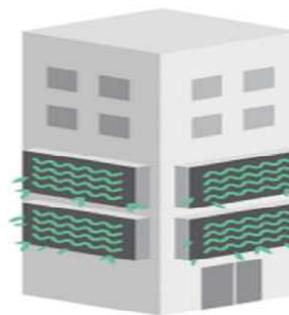
Oltre ad avere uno scopo puramente decorativo, la coltre vegetale produce un effetto di schermatura alla radiazione solare, descritto dalla «**Costante Verde (K_v)**»



Green roof (tetto verde)



Green façade (facciata verde)



Green wall (muro verde)

INDICATORE K_v

La costante verde K_v analiticamente è definita:

$$K_v = \frac{T_{pn} - T_{pp}}{T_{pn} - T_{ae}}$$

dove:

T_{pp} = Temperatura parete protetta da verde

T_{pn} = Temperatura parete non schermata da verde

T_{ae} = Temperatura aria esterna

Pertanto si ha:

$$T_{pp} = T_{pn} - K_v(T_{pn} - T_{ae})$$

da cui, se:

$K_v = 0$; $T_{pp} = T_{pn}$; **effetto schermante nullo.**

$K_v = 1$; $T_{pp} = T_{ae}$; **massimo effetto schermante.**

K_v SPECIE VEGETALI

VERDE PARIETALE:

- Parthenocissus quinquefolia
- Rhyncospermum
Jasminoides
- Vitis Vinifera
- Pandorea jasminoides
variegata

TETTI VERDI:

- Sedum litoreum Guss.
- Sedum caeruleum L.
- Echium calycinum Viv.
- Allium nebrodense Guss.
- Asparagus aphyllus L.
- Echium vulgare

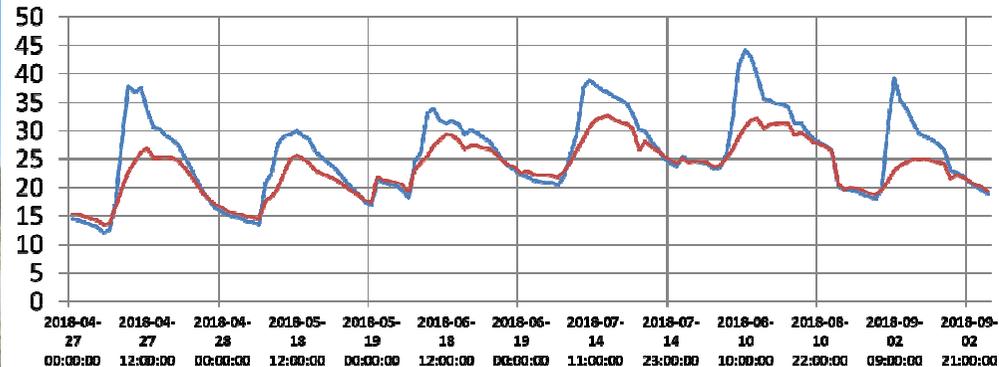
VALORI SPERIMENTALI DEL K_v

Specie vegetale	K _v
Pandorea jasminoides variegata	0,95
Partenocissus quinquefolia	0,85
Hedera helix	0,83
Lonicera hall prolific	0,81
Rhyncospermum jasminoides	0,81

PROTOTIPO ENEA PARETE VERDE



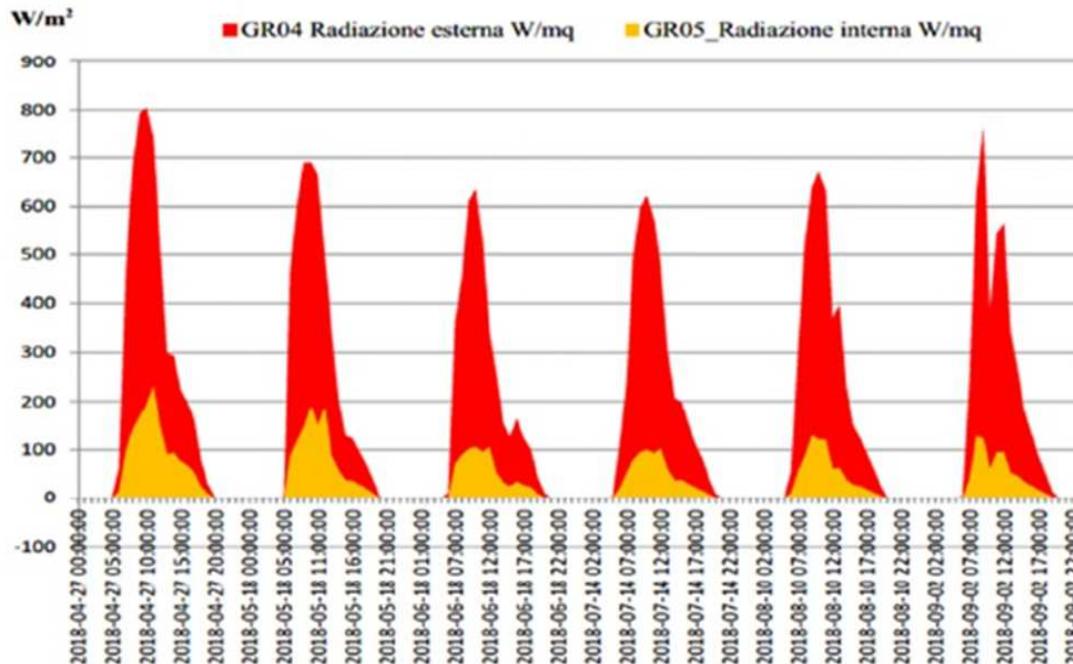
TEMPERATURE SUPERFICIALI DEL MURO



Parete verde prototipo Centro ENEA Casaccia

— TS04_muro senza vegetazione °C — TS02_muro schermato da vegetazione °C

RADIAZIONE GLOBALE ESTERNA ED INTERNA ALL'INTERCAPEDINE

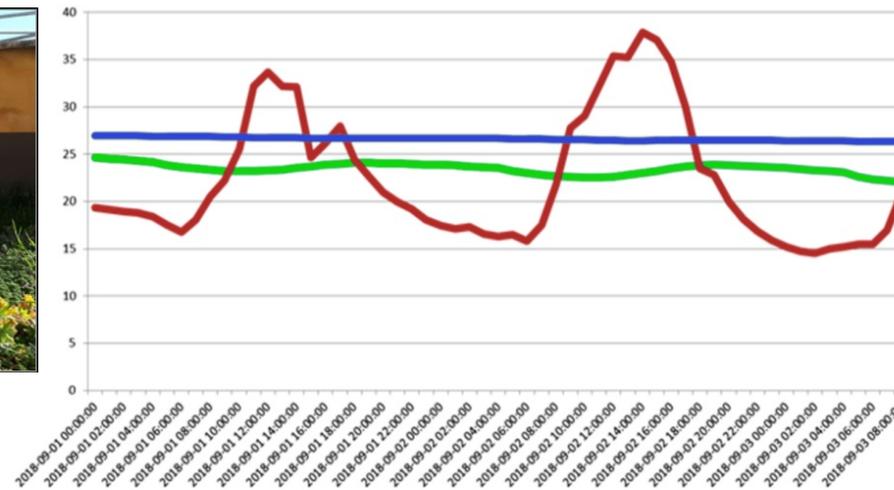


**Riduzione del
flusso termico
(Q) in fase
stazionaria
dovuta al
verde parietale
pari al 44 %**

PROTOTIPO ENEA TETTO VERDE

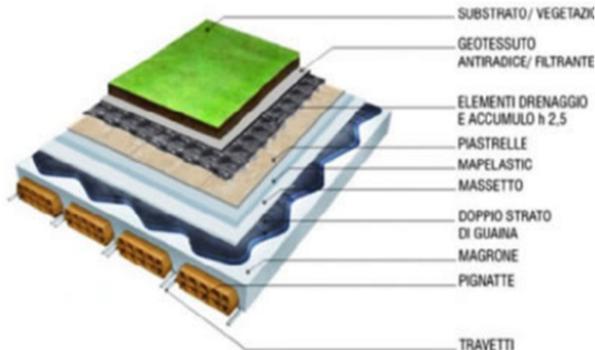


Tetto verde prototipo Centro ENEA Casaccia



— Temperatura sotto manto erboso (°C)
 — Temperatura pavimentazione (°C)
 — Temperatura solaio interno (°C)

PARTICOLARE COSTRUTTIVO



RIDUZIONE DELLA TRASMITTANZA TERMICA (U) A REGIME STAZIONARIO PARI AL 47,05 %

	DESCRIZIONE	SPESSORE (m)	CONDUTTIVITA' [λ] (W/mK)	RESISTENZA TERMICA [R] (m ² K/W)	TRASMITTANZA TERMICA [T] (W/m ² K)
RESISTENZA TERMICA STRUTTURA [R_struttura]				2,380	
TRASMITTANZA TERMICA STRUTTURA [U_struttura]					0,42
GREEN	Substrato **	0,100	0,280	0,357	
	Strato drenante	0,058	0,033	1,758	
RESISTENZA TERMICA GREEN [Rgreen]				2,115	
TRASMITTANZA TERMICA GREEN [Ugreen]					0,47
RESISTENZA TERMICA TOTALE [Rtotale]				4,495	
TRASMITTANZA TERMICA TOTALE [Utotale]					0,22

PERCENTUALE di guadagno 47,05%

SEQUESTRO CO₂ CON VERDE

Il contributo delle piante collocate sugli edifici si traduce anche nel processo di sequestro dell'anidride carbonica (CO₂), attraverso il fenomeno della fotosintesi clorofilliana.



Quantità di CO₂ sequestrata dalle coltri vegetali

Tipologia vegetali	CO ₂ sequestrata per anno	Bibliografia
Piante erbacee	4,38 kg/m ²	Taiz & Zeiger. 2006
Piante arbustive	8,76 kg/m ²	Schaefer, Rudd Vala. 2004
Piante rampicanti	6,57 kg/m ²	Daniel Roehrer, Jon. Laurenz. 2008

NORMATIVA EUROPEA



- ✓ Direttiva 2002/91/CE = prestazione energetica edifici.
- ✓ Direttiva 2010/31/UE = edificio a energia «quasi zero».
- ✓ Direttiva 2012/27/UE = strategia ristrutturazione edifici.

- ✓ COM(2013) 249 = Infrastrutture verdi – Rafforzare il capitale naturale in Europa.

- ✓ Direttiva 2018/844/UE = Nuova direttiva efficienza energetica nell'edilizia.

INIZIATIVE EUROPEE

- Direttiva COM(2013) 249 final «Infrastrutture verdi».
- Direttiva (UE) 2018/844 «Nuova Direttiva Efficienza Energetica».

«Tetti e pareti verdi per isolare e/o ombreggiare gli edifici, riducono la domanda di energia per il riscaldamento e il raffrescamento e contribuiscono agli obiettivi europei contro le emissioni di gas serra e a favore della decarbonizzazione».

Patto dei Sindaci del 2008 (The Covenant of Mayors) e il **Global Covenant of Mayors for Climate and Energy del 2017**, per il Clima e l'Energia, mirati a sostenere tutte le azioni per accelerare la decarbonizzazione dei territori dell'Unione Europea.

NORMATIVA NAZIONALE

- ✓ **Norma Uni 11235** (maggio 2007): Regolamenta le strutture orizzontali - “Istruzione per la progettazione, l’esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture verdi”
- ✓ **DPR 59/2009**: Coperture a verde, si intendono le coperture continue dotate di un sistema che utilizza specie vegetali in grado di adattarsi e svilupparsi nelle condizioni ambientali caratteristiche della copertura di un edificio.



ECOBONUS – TETTO VERDE

COIBENTAZIONE STRUTTURE ORIZZONTALI

COPERTURE E PAVIMENTI CHE RISPETTINO I REQUISITI DI TRASMITTANZA TERMICA U (W/m²K) DEL D.M. 26 gennaio 2010.

ENTITÀ DEL BENEFICIO:

- Detrazione del **65%** delle spese totali sostenute;
- Limite massimo **60.000 €** per unità immobiliare.



BONUS VERDE

SISTEMAZIONE A VERDE DI AREE SCOPERTE PRIVATE DI EDIFICI ESISTENTI, UNITÀ IMMOBILIARI, PERTINENZE E RECINZIONI:

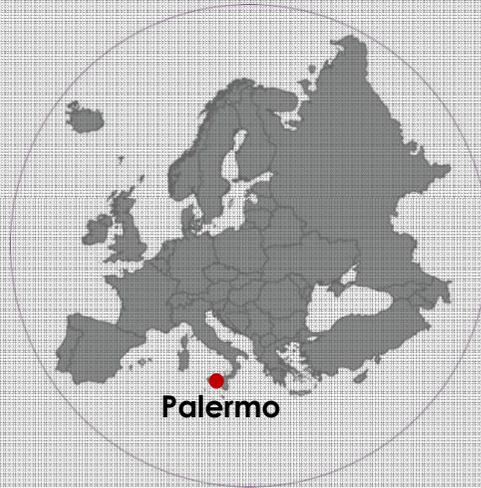
realizzazione di coperture a verde e di giardini pensili, restauro e recupero del verde relativo a giardini di interesse storico e artistico, riqualificazione di tappeti erbosi, irrigazione, pozzi, ecc.

ENTITÀ DEL BENEFICIO:

- Detrazione del **36%** delle spese totali sostenute;
- Spesa massima di **5.000 €** per unità immobiliare a uso abitativo.

CASO STUDIO: QUARTIERE BRANCACCIO

RIGENERAZIONE URBANA DI BRANCACCIO



Brancaccio si trova tra la parte centrale della città e la periferia sud-est. Superficie di 12,95 km². Quartiere con aree residenziali e industriali, ospita fabbriche, capannoni di stoccaggi e aree incolte.



Perché Brancaccio...?

- Degrado urbano e socio-culturale.
- Elevato tasso di povertà energetica ed economica.
- Presenza di edifici energivori.
- Carezza di interventi di efficientamento energetico.

PROPOSTA DI INTERVENTO



RIQUALIFICAZIONE EDIFICI

- Verde pensile
- Pergole bioclimatiche
- Pensiline fotovoltaiche

RIGENERAZIONE AREA URBANA

- Corridoi verdi
- Illuminazione a tecnologia LED
- Aree verdi funzionali
- Percorsi botanici mediterranei
- Orti urbani

legenda

-  INTERVENTI SU EDIFICI ENERGIVORI
-  PERCORSI E CORRIDOI VERDI
-  AREE FUNZIONALI
-  ORTO URBANO



Corridoio verde

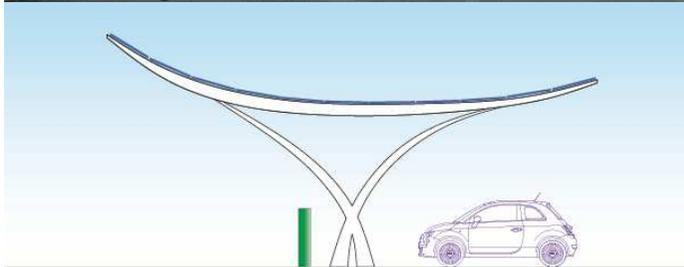
Orti urbani

Linea tranviaria

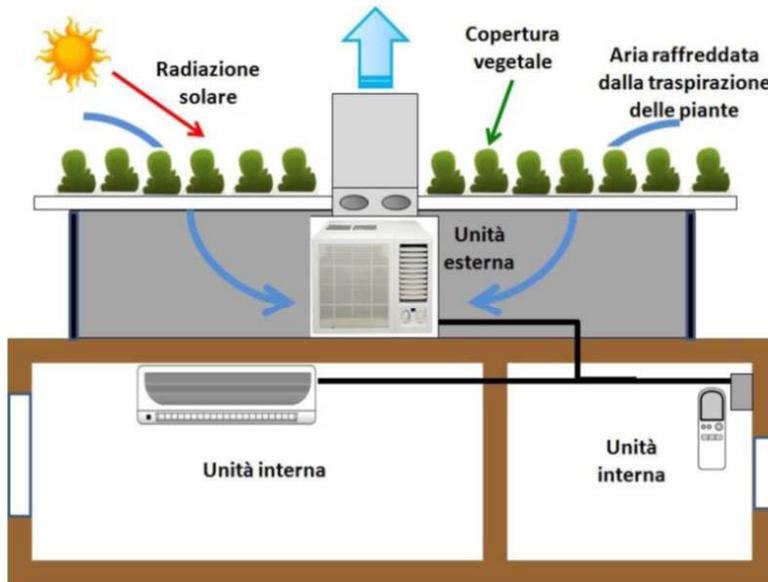
Pensiline fotovoltaiche

Tetti verdi e pergole bioclimatiche

RIQUALIFICAZIONE EDIFICI



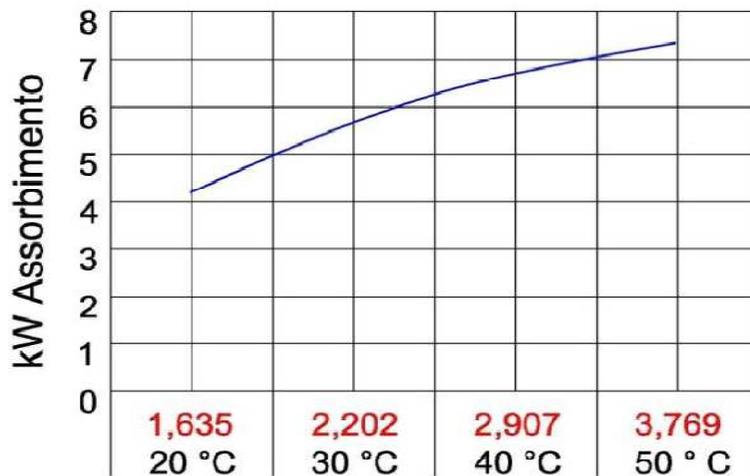
PERGOLA BIOCLIMATICA VERDE



La pergola bioclimatica:

- diminuisce la temperatura dell'aria limitrofa all'unità esterna (motocondensante);
- diminuisce la temperatura di condensazione del gas refrigerante.

In questo modo si riduce il consumo elettrico della macchina frigorifera.



Rapporto di compressione
Temperatura di condensazione °C

Curva di assorbimento elettrico, in relazione alla temperatura dell'aria esterna.

PERGOLA BIOCLIMATICA VERDE

Macchina frigorifera tipo per Centri Commerciali

Macchina frigorifera	Gas	Quantità	Potenza raffrescamento	Potenza assorbita	Consumo elettrico	CO ₂
			kWt	kW	kWh/anno	kg anno
	R410A	70 Kg + 70 kg	371	137	500.000	216.600
	DATI RAFFRESCAMENTO CON PERGOLA BIOCLIMATICA			110	401.500	173.930

MIGLIORAMENTO EFFICIENZA ENERGETICA CON PERGOLA BIOCLIMATICA VERDE NEI SISTEMI DI CONDIZIONAMENTO DEI CENTRI COMMERCIALI

RIDUZIONE CO₂
kg/anno

Raffrescamento

42.670

COPERTURE VERDI

RISPARMIO IN TERMINI ENERGETICI

- Riduzione dei costi annuali dell'energia impiegata per il **riscaldamento** tra **3-10%**
- Riduzione dei costi annuali dell'energia utilizzata per il **raffrescamento** tra **8-15%**.

RIDUZIONE CO₂

- Superficie di copertura dell'edificio in esame circa **40.000 m²**;
- Copertura verde – piante erbacee (CO₂ sequestrata: 4,38 kg/m²);
- Sequestro medio di CO₂ pari a oltre **175 tonn/anno**.

RIGENERAZIONE URBANA



Il progetto di rigenerazione urbana per il quartiere di Brancaccio prevede la realizzazione di collegamenti tra l'area commerciale e la costa marina con l'inserimento di corridoi verdi e percorsi botanici mediterranei. Per valorizzare le aree incolte ed incentivare l'inclusione sociale è prevista la creazione di orti urbani e zone funzionali e didattiche.

RIGENERAZIONE URBANA



Realizzazione di aree verdi funzionali



CONCLUSIONI

BENEFICI ENERGETICI E AMBIENTALI

- Risparmio energetico
- Utilizzo di energia da fonti rinnovabili
- Riduzione e sequestro della quantità di CO₂
- Mitigazione del fenomeno isola di calore
- Miglioramento della qualità dell'aria

BENEFICI ECONOMICI E SOCIALI

- Miglioramento della qualità della vita
- Incentivazione dell'inclusione sociale
- Sviluppo dell'economia locale
- Sviluppo del turismo sostenibile del territorio

GRAZIE PER L'ATTENZIONE