

## 1<sup>a</sup> TAPPA | Evoluzione dei modelli di calcolo e tecnologie per le nuove costruzioni in ambito civile e residenziale

 Ancona, Teatro delle MUSE

 Martedì 9 Aprile 2024 – ore 09:00

Con il patrocinio di



Progetto e direzione

 **senaf**  
MESTIERE FIERE

Prossima edizione

 **SAIE**  
La Fiera delle Costruzioni  
progettazione, edilizia, impianti

**BOLOGNA 2024**  
9/12 ottobre



**Raffrescamento passivo  
dell'involucro edilizio in  
risposta al clima che cambia:  
il potenziale di tetti ventilati e  
traspiranti**

**Prof.ssa Elisa Di Giuseppe**

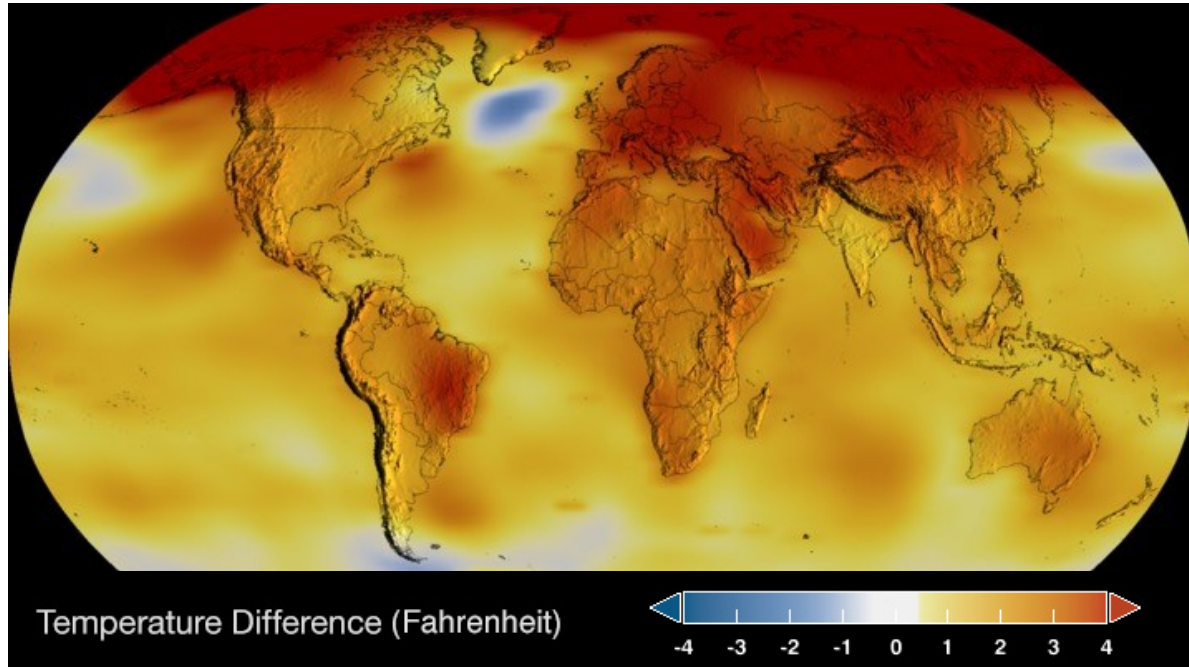
**Professoressa Associata  
Università Politecnica delle Marche**



# Surriscaldamento di edifici e città: il problema

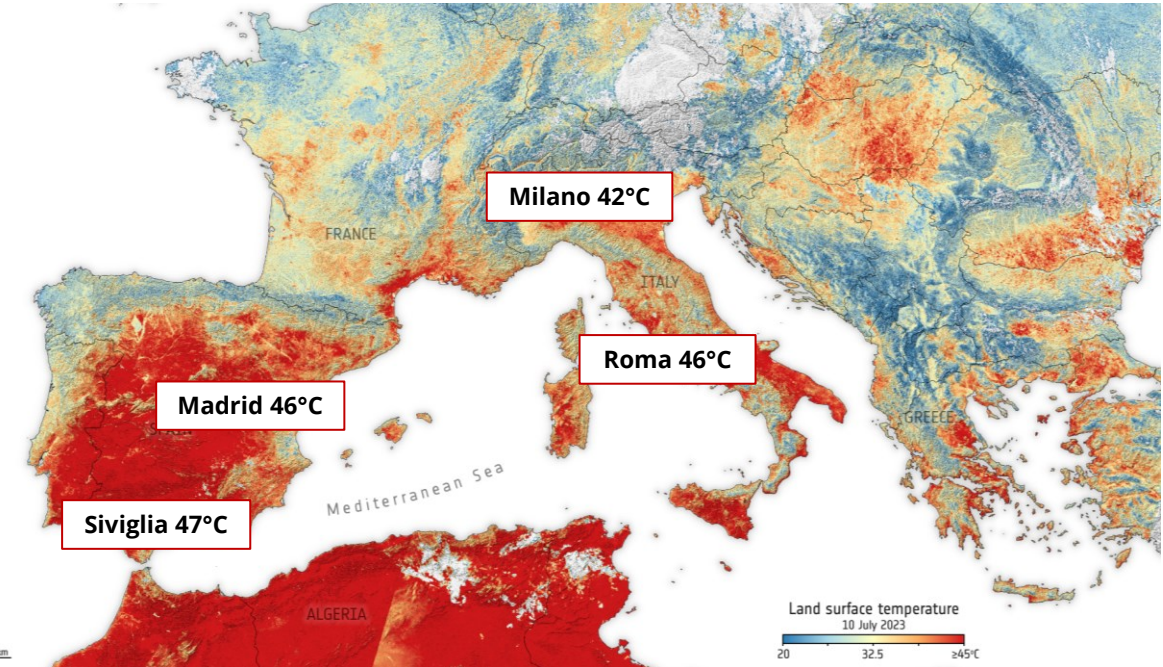
## Ondate di calore

Differenza di temperatura rispetto alla media 1884 – 2019



[climate.nasa.gov](http://climate.nasa.gov)

Temperatura superficiale 10 luglio 2023



Copernicus Sentinel-3 [www.esa.int](http://www.esa.int)

# Surriscaldamento di edifici e città: il problema

## Isola di calore urbana

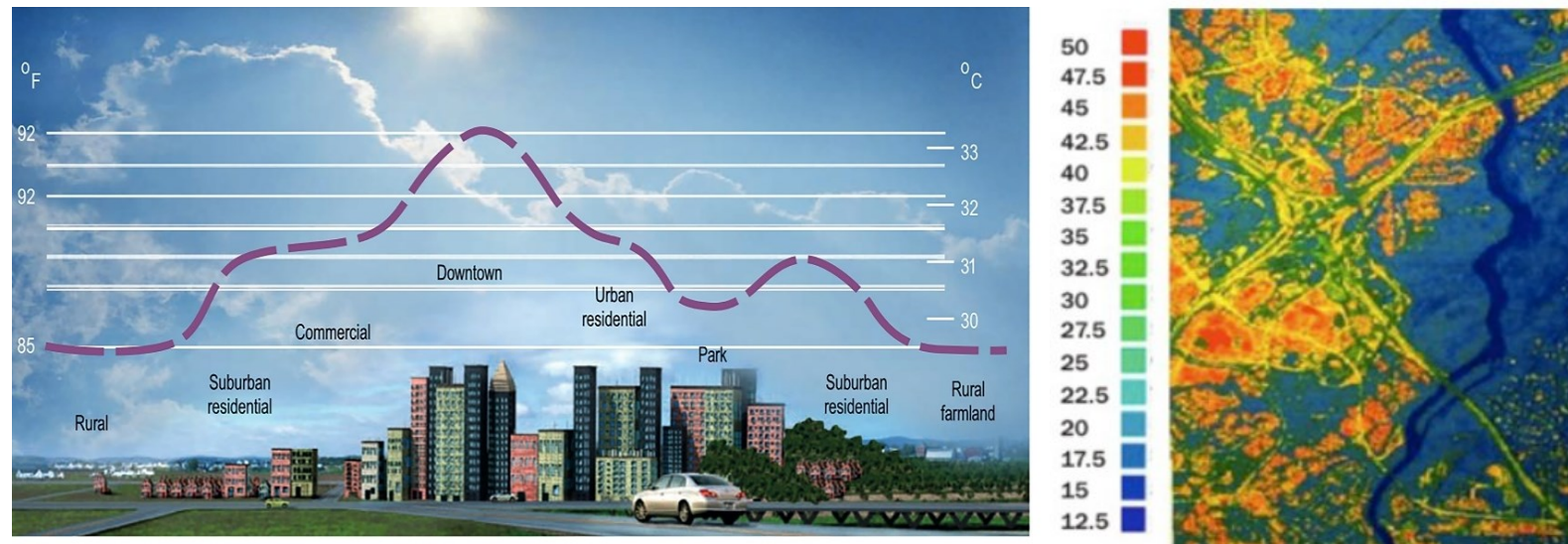
(Urban Heat Island, UHI)

Incremento di temperatura (in media di 1-2°C, fino a 6°C)

Temperature estive strade e tetti: 60-90°C

Incremento fenomeni temporaleschi del 10-15%

Riduzione vento del 20-30%



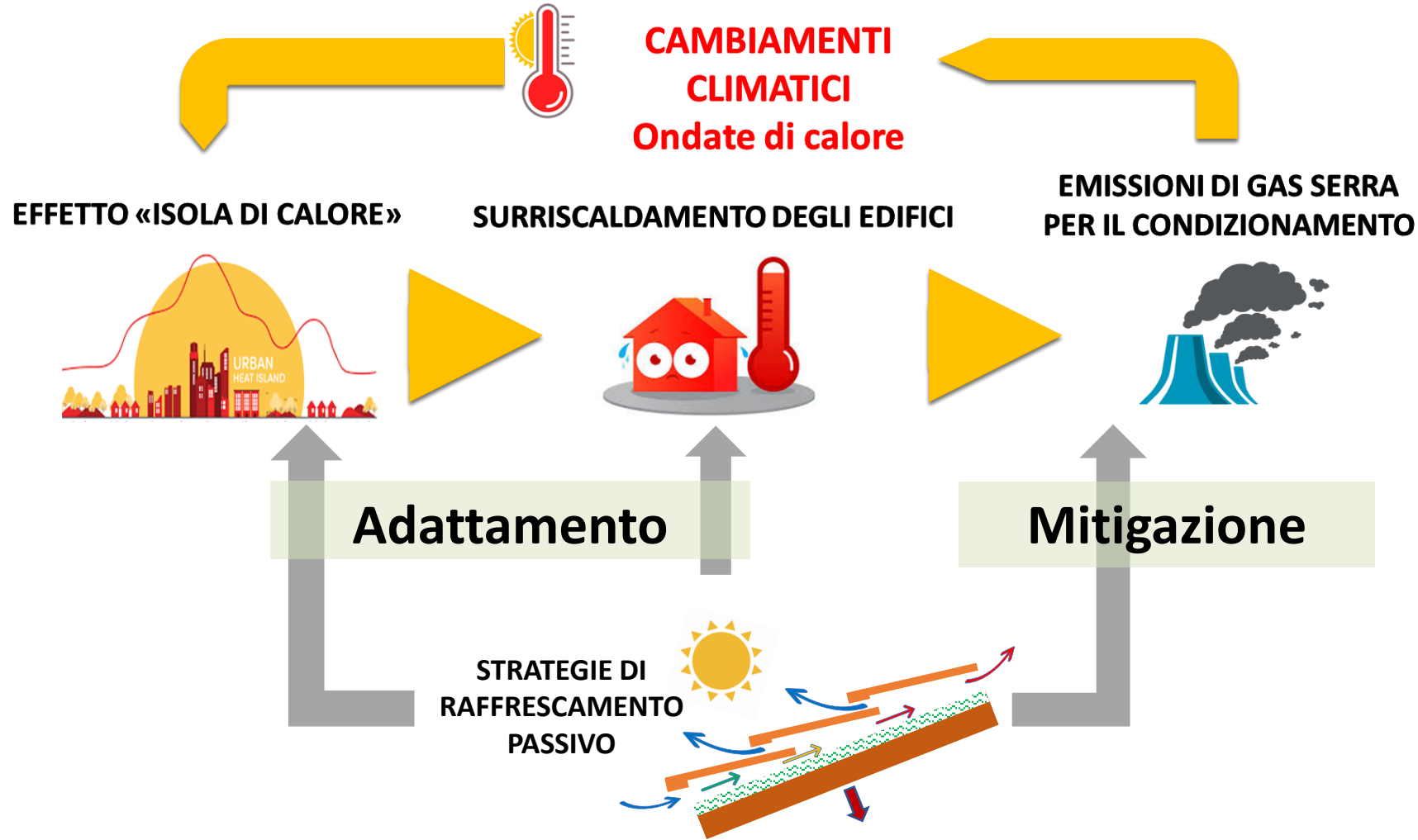
Minore vegetazione  
Geometria urbana  
Condizioni climatiche  
Localizzazione geografica  
**Proprietà materiali urbani**  
**Calore antropogenico**

# Surriscaldamento di edifici e città: il problema

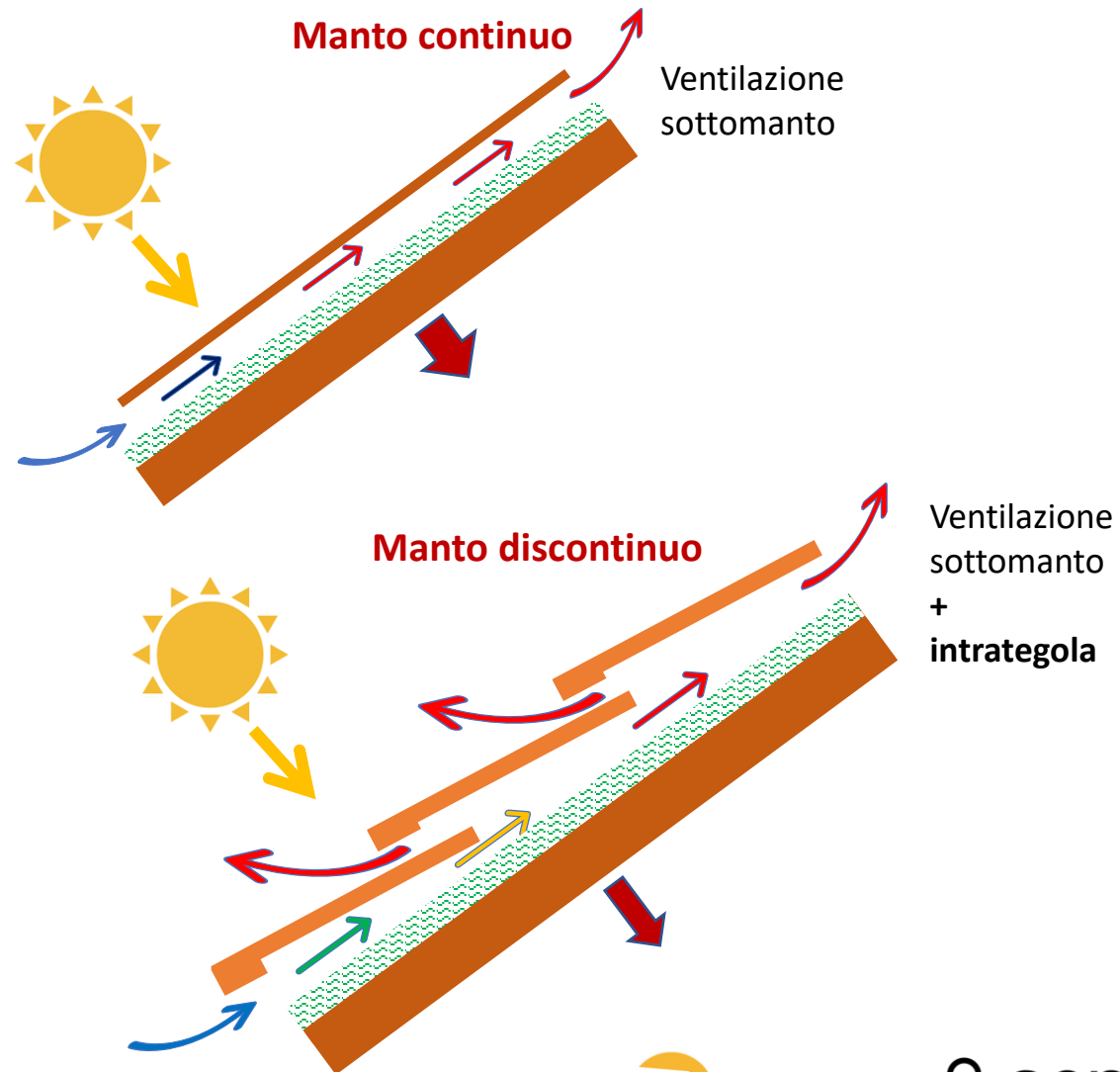


Il consumo di energia per il raffrescamento di edifici è più che triplicato dal 1990  
(Agenzia Internazionale dell'Energia, [www.iea.org](http://www.iea.org))

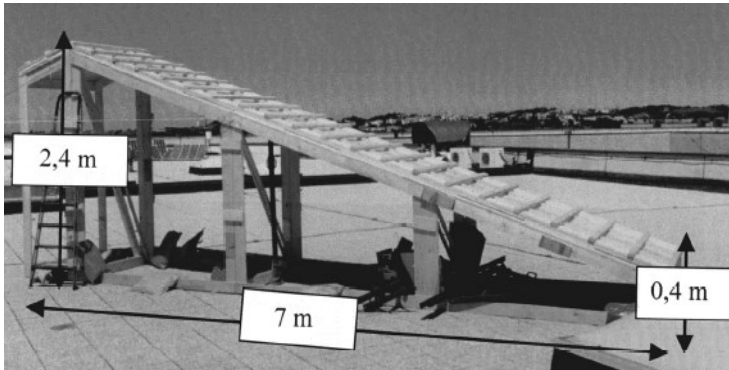
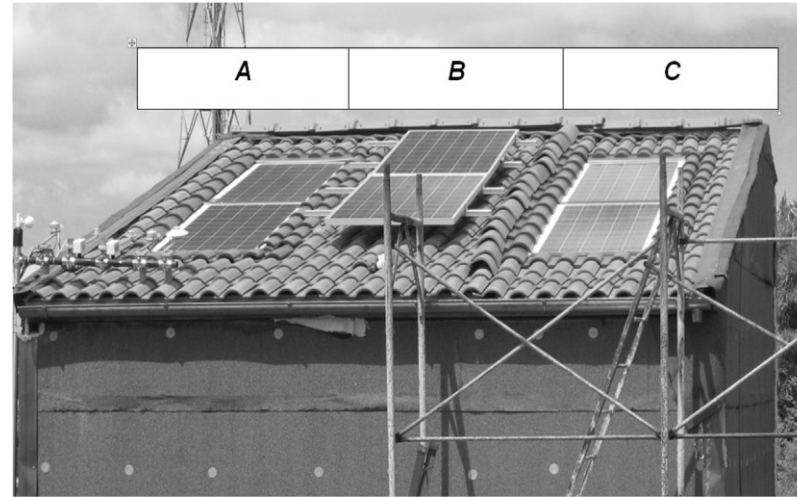
# Surriscaldamento di edifici e città: il problema



# Il beneficio di tetti in laterizio ventilati e «traspiranti» (VPR)



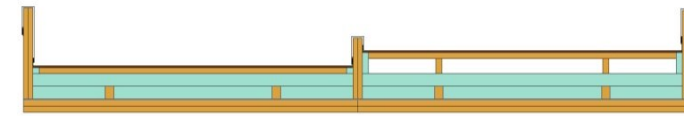
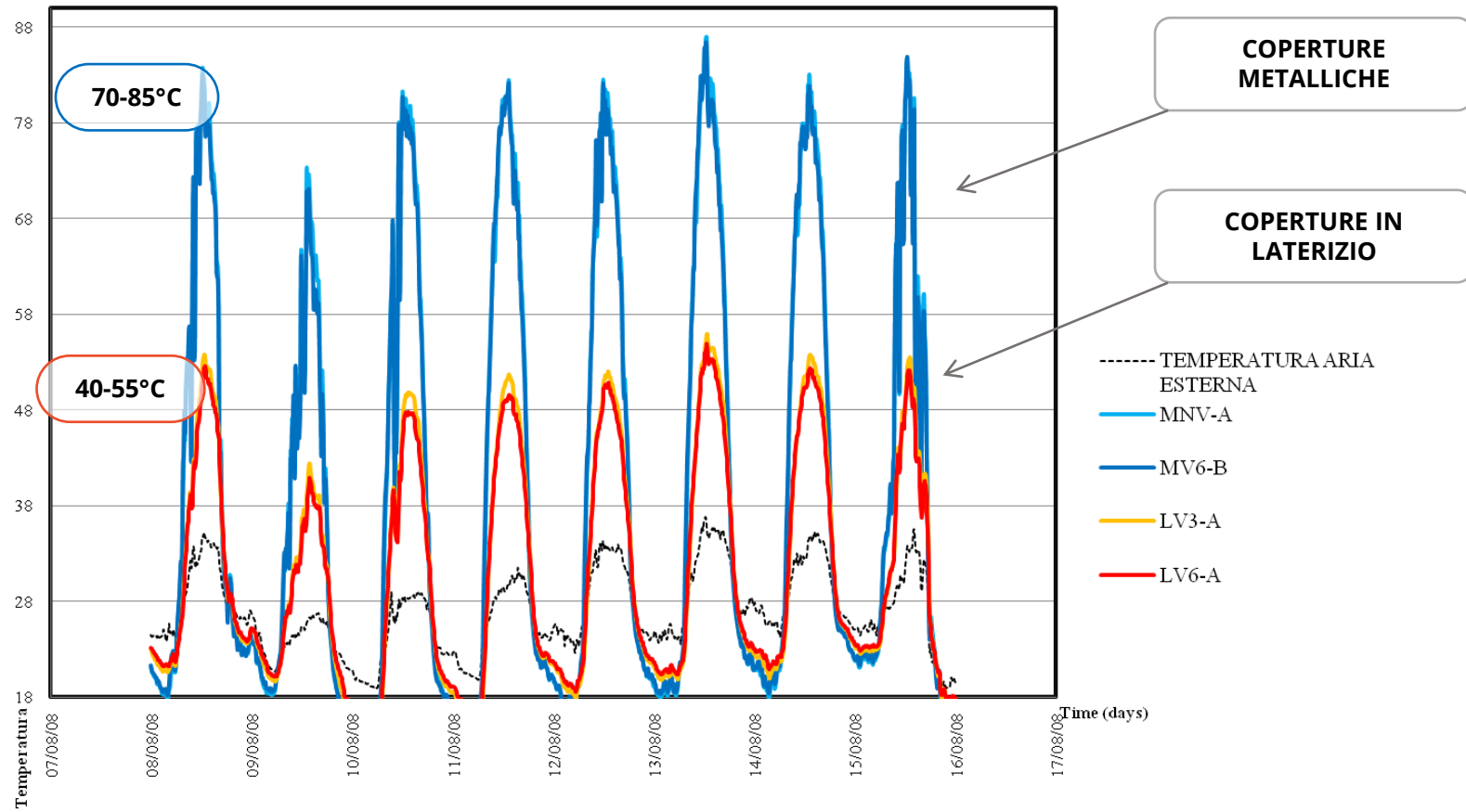
# Il beneficio di tetti in laterizio ventilati e «traspiranti» (VPR)





# Il beneficio di tetti in laterizio ventilati e «traspiranti» (VPR)

## Temperature sulla superficie del manto

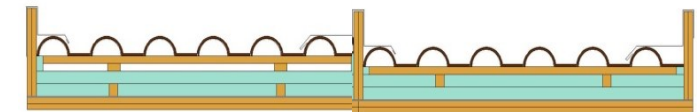


**Copertura 1**

- 1) Rame
- 2) Tavolato OSB (0.015 m)
- 3) Isolante (EPS 0.12 m)
- 4) Tavolato abete (0.05 m)

**Copertura 2**

- 1) Rame
- 2) Tavolato OSB (0.015 m)
- 3) Condotto di ventilazione (0.06 m)
- 3) Isolante (EPS 0.12 m)
- 4) Tavolato abete (0.05 m)



**Copertura 3**

- 1) Coppi in laterizio
- 2) Listellatura e ventilazione (0.03 m)
- 3) Isolante (EPS 0.12 m)
- 4) Tavolato abete (0.05 m)

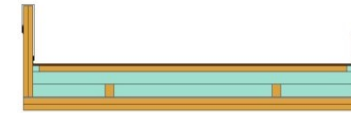
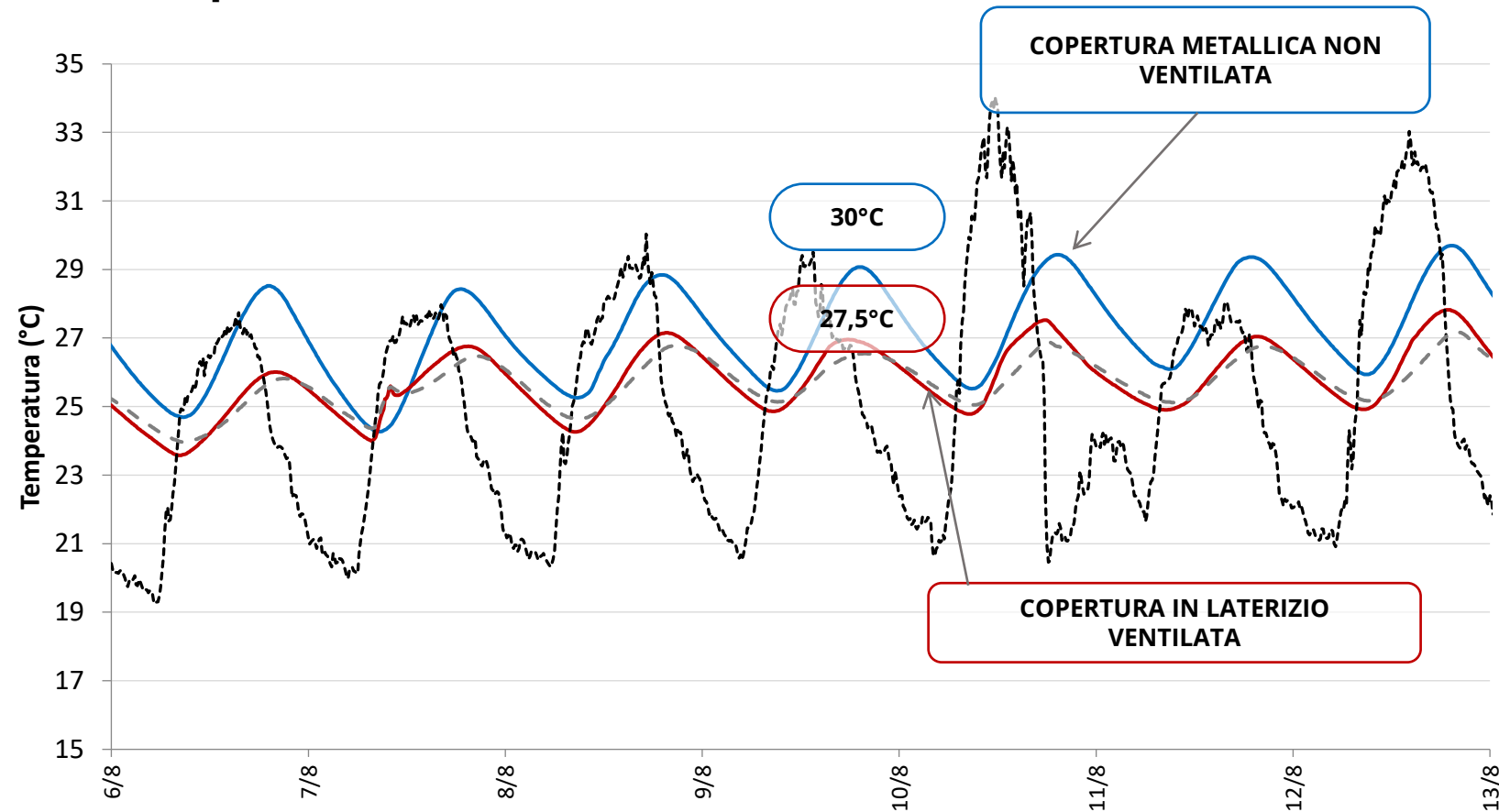
**Copertura 4**

- 1) Coppi in laterizio
- 2) Listellatura e ventilazione (0.06 m)
- 3) Isolante (EPS 0.12 m)
- 4) Tavolato abete (0.05 m)



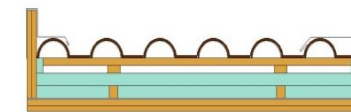
# Il beneficio di tetti in laterizio ventilati e «traspiranti» (VPR)

## Temperature all'interno del solaio



Copertura 1

- 1) Rame
- 2) Tavolato OSB (0.015 m)
- 3) Isolante (EPS 0.12 m)
- 4) Tavolato abete (0.05 m)

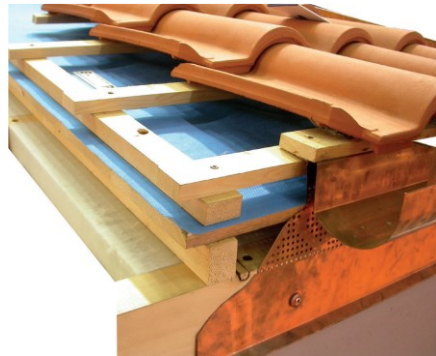
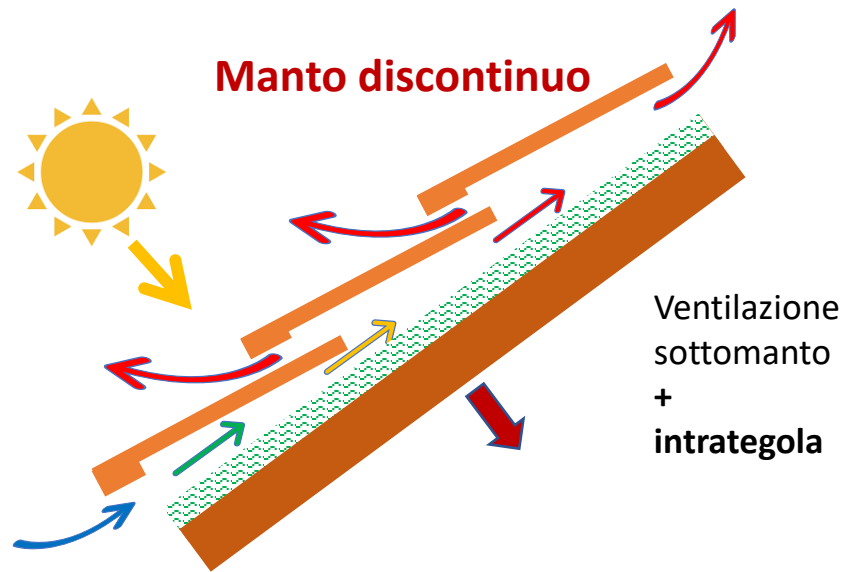


Copertura 4

- 1) Coppi in laterizio
- 2) Listellatura e ventilazione (0.06 m)
- 3) Isolante (EPS 0.12 m)
- 4) Tavolato abete (0.05 m)



# Il beneficio di tetti in laterizio ventilati e «traspiranti» (VPR)



Riduzione della temperatura interna

Riduzione necessità di climatizzazione

Riduzione della temperatura del manto

Riduzione dell'emissione di calore di climatizzazione



**Energia e comfort interno**

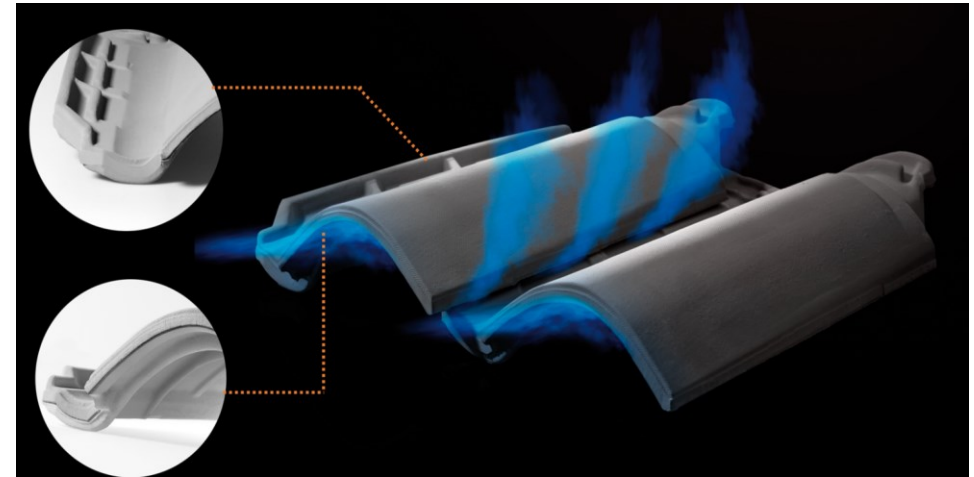
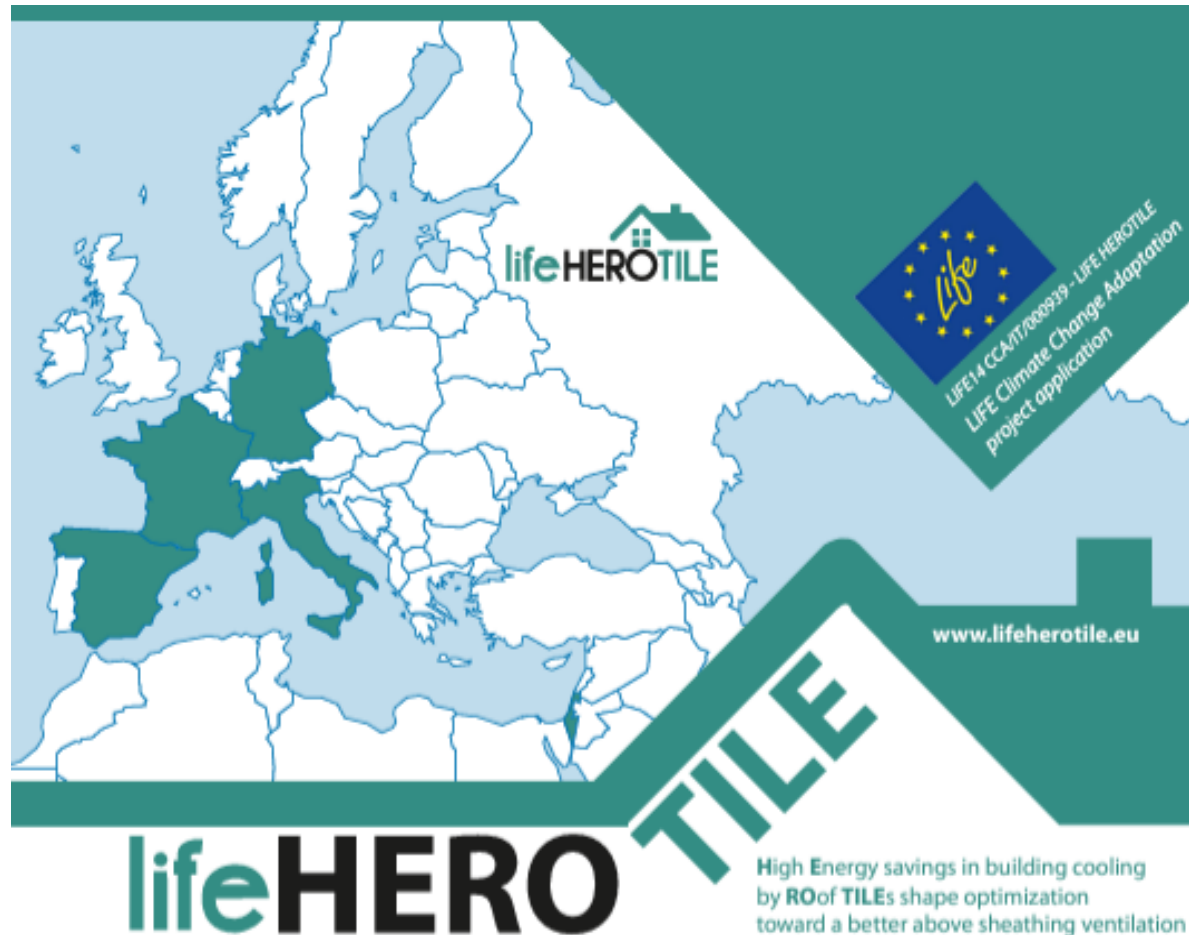


**Microclima urbano**

Elevatissima durabilità  
Prestazioni termiche stabili  
Nessuna necessità  
manutentiva



# L'innovazione delle tegole «super-traspiranti» HEROTILES



Durata **01/08/2015 - 31/01/2019**

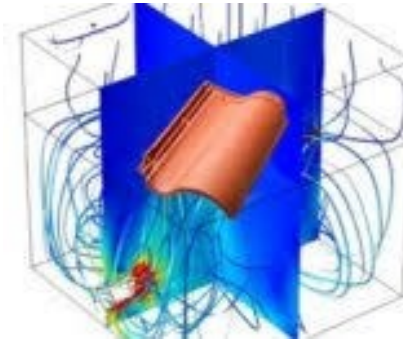
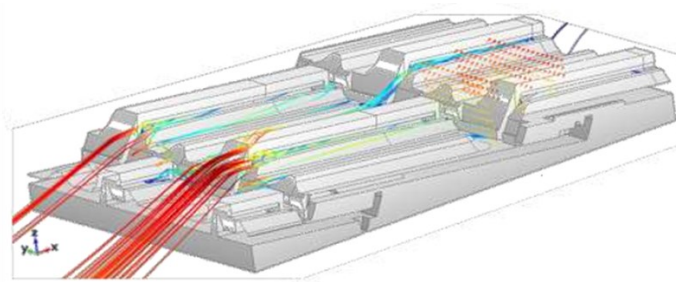
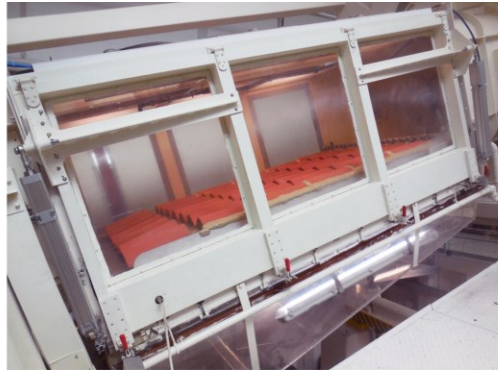
Topic **LIFE Climate Change Adaptation**

Costi totali **2.476.158 euro**

Contributo totale EU **1.442.784 euro**

# L'innovazione delle tegole «super-traspiranti» HEROTILES

Studio forma aerodinamica di due tipologie di tegole (marsigliese e portoghese) con softwares di analisi fluidodinamica validati con risultati di laboratorio



Costruzione di due impianti pilota per la produzione (test su 23 000 Herotiles – 1400 m<sup>2</sup>), sviluppo EPDs



# L'innovazione delle tegole «super-traspiranti» HEROTILES

Installazione e test in opera delle soluzioni prodotte



Due edifici sperimentali (IT, Israele)



Due edifici reali (IT, Spagna)



# L'innovazione delle tegole «super-traspiranti» HEROTILES

Sviluppo di un software pratico, semplice e gratuito per tecnici e progettisti, in grado di prevedere la prestazione energetica di un tetto con Herotiles



**LAYERS**

	Thickness (mm)	Thermal conductivity (W/mK)	Density (kg/m3)	Specific heat capacity (J/kgK)
Layer 1 to Layer n				
L1 Intonaco calce cemento	20	0,9	1800	1000
L2 Solaio in laterocemento (20+6)	260	0,74	1150	1000
L3 XPS	60	0,032	35	1450
L4 Membrana in PVC	5	0,15	1200	900

*Thermal performance of building components - Dynamic thermal characteristics - Calculation methods*

**Calculate** 0,15284

**CLOSE**

Decrement factor = 0,15284  
 Thermal transmittance phase shift = 9,979 (h)  
 Periodic thermal transmittance = 0,062 (W / m2 K)  
 Internal thermal admittance = 4,511 (W / m2 K)  
 External thermal admittance = 0,687 (W / m2 K)

Component thermal resistance = 2,282 (m2 K / W)  
 System thermal resistance = 2,452 (m2 K / W)



# L'innovazione delle tegole «super-traspiranti» HEROTILES

## Impatti energetici e ambientali





# Surriscaldamento di edifici e città: le attuali soluzioni

A livello normativo diverse soluzioni in copertura per impatto positivo sull'isola di calore urbana o sui consumi per raffrescamento

- DM «requisiti minimi»
- CAM
- Protocolli ambientali



# Surriscaldamento di edifici e città: le attuali soluzioni

## Decreto «Requisiti minimi» prestazioni energetiche degli edifici

Decreto Interministeriale 26.06.2015 “Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici”, Allegato 1 “Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici”

Punto 2.3 «Prescrizioni comuni per gli edifici di nuova costruzione, gli edifici oggetto di ristrutturazioni importanti o gli edifici sottoposti a riqualificazione energetica»:

“Al fine di limitare i **fabbisogni energetici per la climatizzazione** estiva e di contenere la **temperatura interna** degli ambienti, nonché di **limitare il surriscaldamento a scala urbana**, per le **strutture di copertura degli edifici è obbligatoria** la verifica dell’efficacia, in termini di rapporto costi-benefici, dell’utilizzo di:

- (a) materiali a **elevata riflettanza solare** per le coperture (cool roof), assumendo per questi ultimi un valore di riflettanza solare non inferiore a: 0,65 nel caso di coperture piane; 0,30 nel caso di copertura a falde;
- (b) tecnologie di climatizzazione passiva (a titolo esemplificativo e non esaustivo: **ventilazione, coperture a verde**).



# Surriscaldamento di edifici e città: le attuali soluzioni

## Criteri Ambientali Minimi per Interventi Edilizi

DM 23 giugno 2022 n. 256, GURI n. 183 del 8 agosto 2022, per l'affidamento di servizi di progettazione e affidamento di lavori per interventi edilizi

### Punto 2.3.3 «Riduzione dell'effetto "isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico

«per le coperture degli edifici (ad esclusione delle superfici utilizzate per installare attrezzature, volumi tecnici, pannelli fotovoltaici, collettori solari e altri dispositivi), siano previste **sistemazioni a verde**, oppure **tetti ventilati** o materiali di copertura che garantiscano un **indice SRI** di almeno 29 nei casi di pendenza maggiore del 15%, e di almeno 76 per le coperture con pendenza minore o uguale al 15%.»





# Surriscaldamento di edifici e città: le attuali soluzioni

## Protocolli di certificazione delle prestazioni ambientali di edifici


### Protocollo ITACA - Sostenibilità ambientale nelle costruzioni - Strumenti operativi per la valutazione della sostenibilità.

UNI/PdR 13.1:2019 - Edifici residenziali

UNI/PdR 13.2:2019 Edifici non residenziali

### Critério C.6.8 Effetto Isola di Calore

«Calcolare l'area complessiva delle superfici del lotto (superfici esterne di pertinenza e superfici di copertura) in grado di diminuire l'effetto "isola di calore", ovvero delle **superfici sistemate a verde** oppure aventi **indici di riflessione solare (SRI)** pari o maggiori a :

- **76**, per le superfici piane o con **inclinazione pari o minore di 8,5°**;
  - **29**, per le superfici inclinate con pendenza **maggiore di 8,5°.**»
- 

# Surriscaldamento di edifici e città: le attuali soluzioni

## Protocolli di certificazione delle prestazioni ambientali di edifici

### LEED (U.S. Green Building Council)

### Credito SS - Riduzione dell'effetto Isola di Calore (Heat Island Reduction)

«Utilizzare materiali di copertura con **indice SRI** maggiore o uguale ai valori riportati nella Tabella 1. Soddisfare il valore di **SRI a tre anni**. Se non è disponibile il valore a tre anni, usare materiali che soddisfino i valori di SRI iniziali»

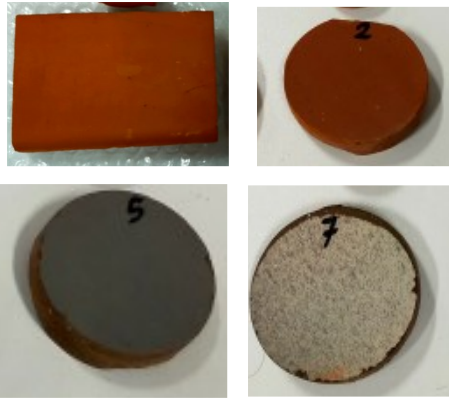
	Pendenza	SRI iniziale	SRI a tre anni
Copertura a bassa pendenza	≤ 15%	82	64
Coperture ad elevate pendenza	> 15%	39	32

# Surriscaldamento di edifici e città: le attuali soluzioni

Strumento	Obiettivo	Strategia n.1	Altre Strategie
DM 26 giugno 2015 "Requisiti Minimi"	UHI Fabbisogni energetici estivi	Riflettanza Solare - 0,65 (coperture piane) - 0,30 (coperture a falde)	Uso tecnologie di climatizzazione passiva (es: <b>ventilazione</b> , tetti verdi)
DM 23 giugno 2022 CAM	UHI	Tetti verdi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tetti ventilati</b></li> <li>• SRI superiore a: - 29 (pendenza magg. del 15%) - 76 (pendenza min. o ug. al 15%)</li> </ul>
Protocollo ITACA	UHI	Tetti verdi	SRI superiore a: - 29 (pendenza magg. di 8,5°) - 76 (pendenza min. o ug. a 8,5°)
Protocollo LEED	UHI	SRI (a 3 anni) superiore a: - 32 (pendenza magg. del 15%) - 64 (pendenza min. o ug. al 15%)	Tetti verdi

# Surriscaldamento di edifici e città: la soluzione del tetto VPR e con Herotiles

Misura proprietà  
ottiche Herotiles

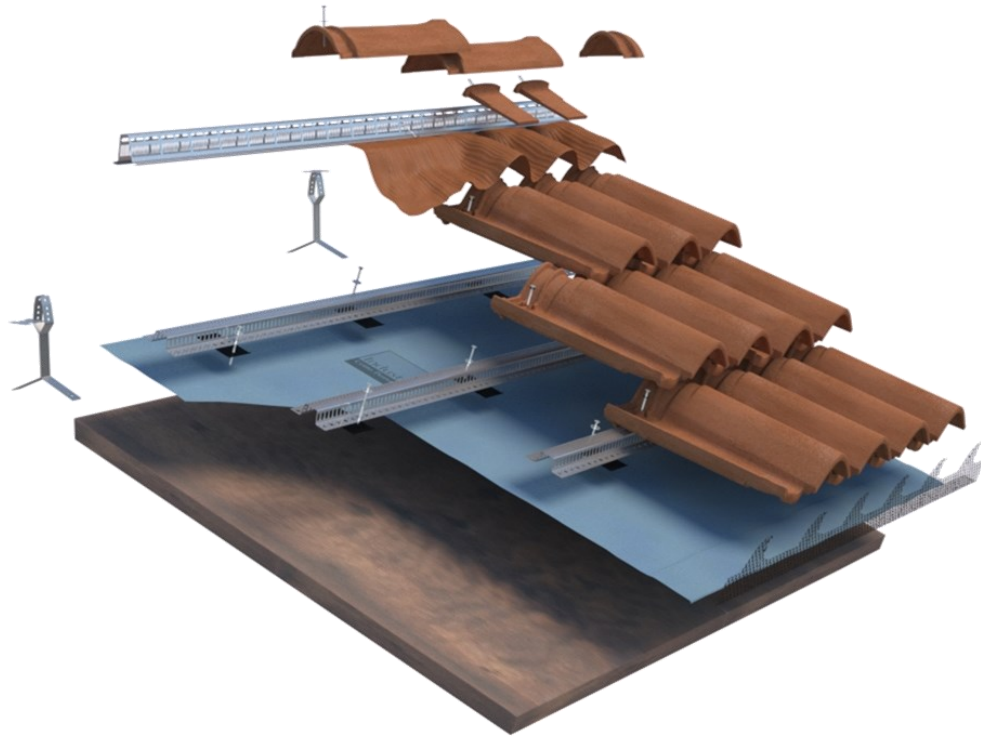


Confronto con  
norme/protocolli  
cogenti/volontari

Tipologia di tegola	$\epsilon$ (%)	$\rho$ (%)	SRI
n.1	84	37	<b>39</b>
n.2	85	38	<b>40</b>
n.5	83	42	<b>45</b>
n.7	84	42	<b>45</b>
DM 26/06/2015 "Requisiti Minimi"		30 Coperture a falde	
CAM			29 Coperture a falde
Protocolli Ambientali (es LEED)			39 (valore iniziale) 32 (dopo 3 anni) Coperture a falde



# Surriscaldamento di edifici e città: la soluzione del tetto VPR e con Herotiles



- Elevate prestazioni energetiche
- Elevate prestazioni ambientali
- Elevata durabilità
- Basso costo acquisto
- Basso costo gestione
- Rispetto requisiti normativi cogenti e volontari

... ma scarso riconoscimento



# Il nuovo progetto LIFE SUPERHERO



Nome del progetto

**S**ustainability and **P**ERformances for **H**EROTILE-based energy efficient roofs

Durata

**01/07/2020 - 30/06/2025**

Tematica e settore

**C**limate **C**hange **A**daptation, **U**rban adaptation/planning

Importo totale e contributo EU

**1,563,160 Euro**



# Il nuovo progetto LIFE SUPERHERO



Proposta di  
norme e  
regolamenti



Buone  
pratiche con i  
comuni



Sviluppo di  
un software  
life  
superhero



Replicabilità  
e  
trasferibilità  
industriale

## Obiettivi e Strategia

LIFE SUPERHERO promuove un concetto innovativo di **raffrescamento passivo** degli edifici e mira a incrementare la **consapevolezza sull'uso dei tetti ventilati e permeabili (VPR) e del tetto con HEROTILES (HBR)** in edifici esistenti e nuovi, attraverso una strategia basata su **4 azioni parallele**

# Il nuovo progetto LIFE SUPERHERO



Proposta di  
norme e  
regolamenti

Superamento delle barriere politiche, legislative e di standard tecnici alla diffusione di VPR e HBR, agendo a diversi livelli in termini di diffusione (nazionale e UE) e scala tecnica (dal prodotto all'edificio)

- Implementazione di un metodo di prova standardizzato per **introdurre il parametro «permeabilità all'aria»** del sistema copertura in una Valutazione Tecnica Europea (**ETA**) e in una norma **CEN**
- Sviluppo di uno **studio LCA** aggiornato all'ultima versione dello standard EN15804:2019 per realizzare **nuove EPD** delle Herotiles



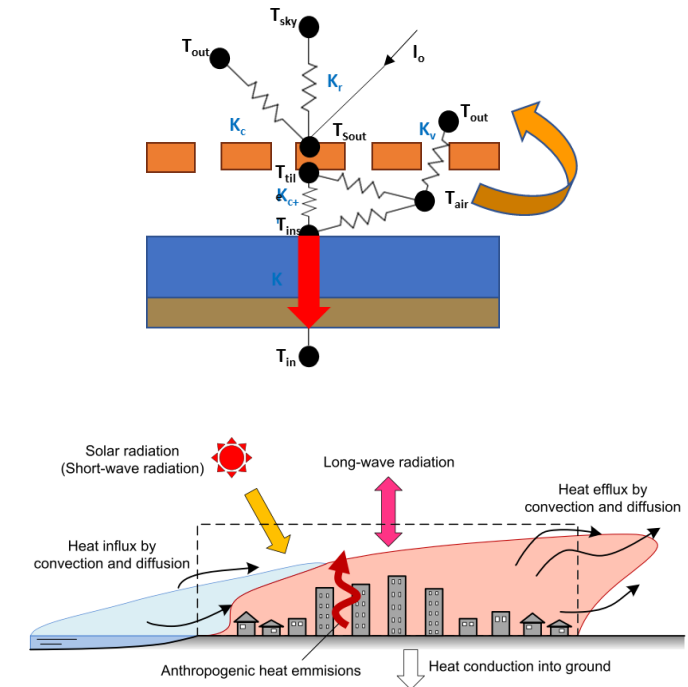
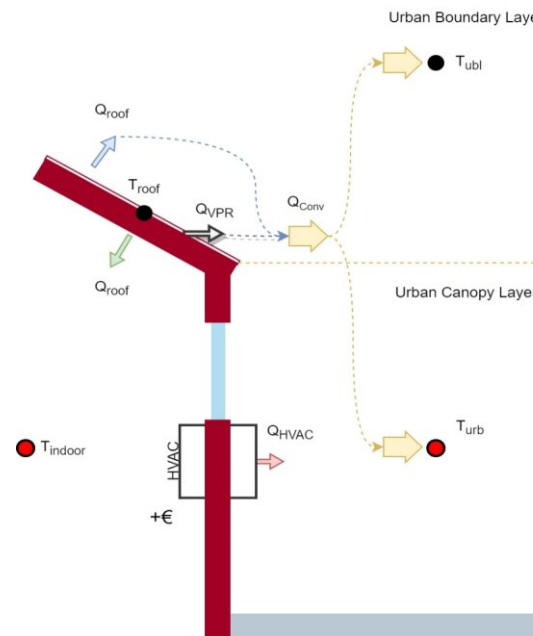
# Il nuovo progetto LIFE SUPERHERO



Proposta di  
norme e  
regolamenti

Superamento delle barriere politiche, legislative e di standard tecnici alla diffusione di VPR e HBR, agendo a diversi livelli in termini di diffusione (nazionale e UE) e scala tecnica (dal prodotto all'edificio)

- Introduzione di concetti legati al raffrescamento passivo in copertura nel **calcolo della prestazione energetica degli edifici**
- Introduzione di concetti legati al raffrescamento passivo in copertura nei **CAM** e in **protocolli** di certificazione ambientale degli edifici



# Il nuovo progetto LIFE SUPERHERO



Buone  
pratiche con i  
comuni

Per la realizzazione di tetti ventilati e con Herotiles come soluzioni di mitigazione e adattamento climatico, dimostrando le fasi realizzative e le elevate prestazioni



HEROTILES Portoghese

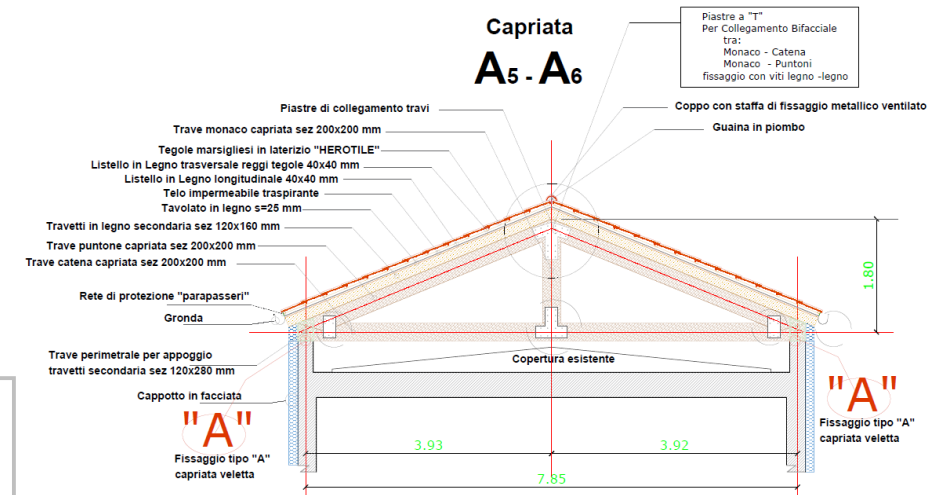
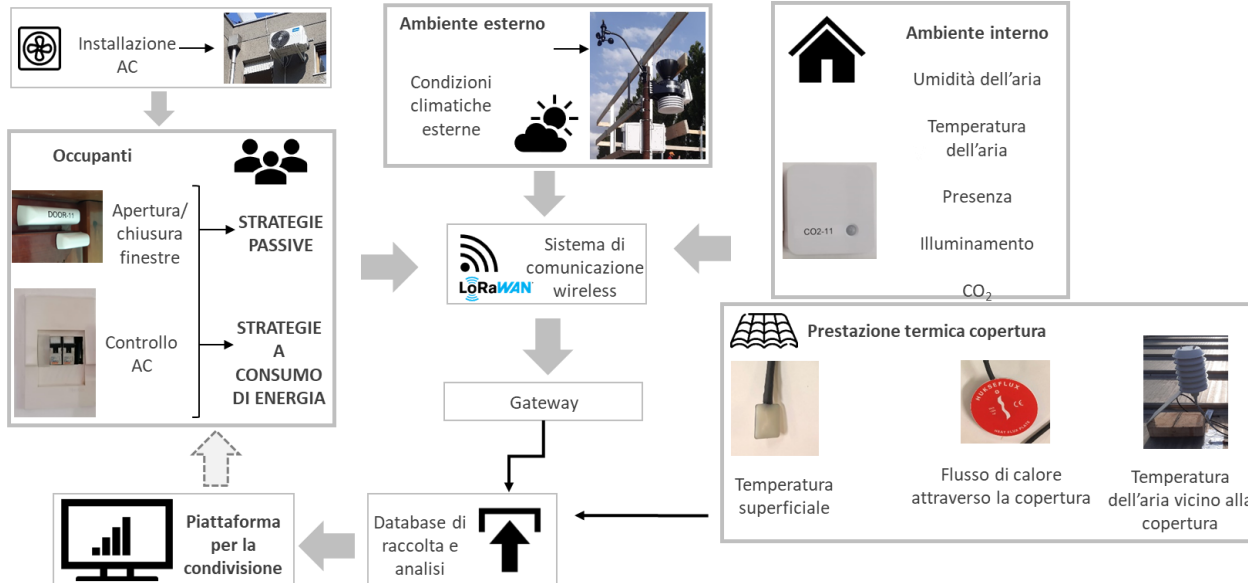


# Il nuovo progetto LIFE SUPERHERO



Buone pratiche con i comuni

Per la realizzazione di tetti ventilati e con Herotiles come soluzioni di mitigazione e adattamento climatico, dimostrando le fasi realizzative e le elevate prestazioni

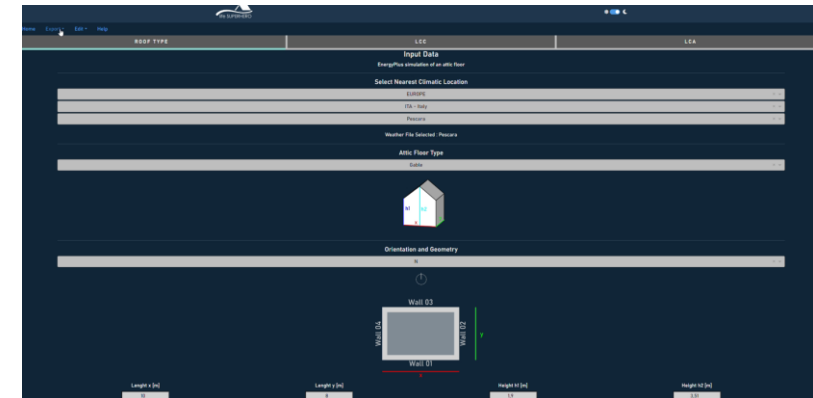
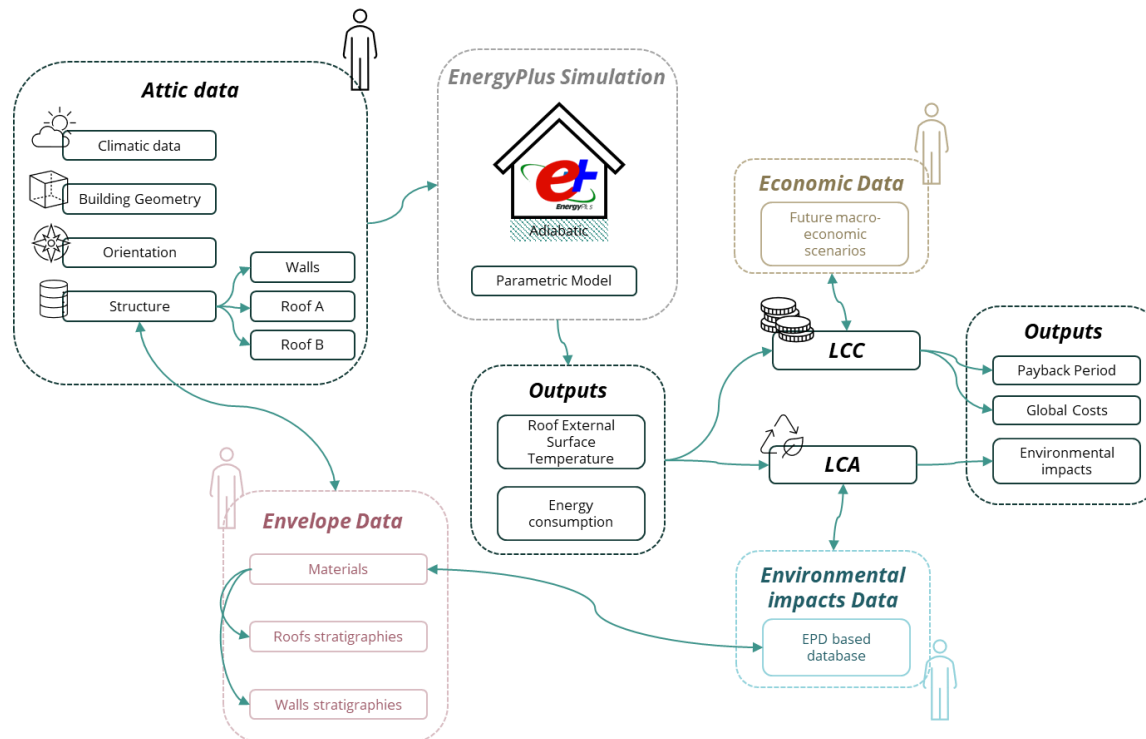


# Il nuovo progetto LIFE SUPERHERO



Sviluppo di un software life superhero

Per valutare i benefici ambientali ed economici del ciclo di vita di VPR e HBR a confronto con altre soluzioni, a supporto delle decisioni di professionisti e PA



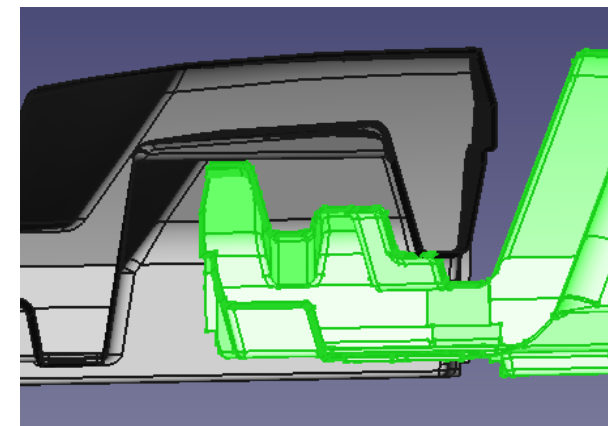
# Il nuovo progetto LIFE SUPERHERO



Replicabilità  
e  
trasferibilità  
industriale

Per favorire la penetrazione nel mercato di VPR e HBR, amplificando gli impatti del progetto, e coinvolgendo industrie e associazioni di produttori

- Definizione dei modelli 3D di due nuove tegole basate sulle caratteristiche tecniche delle tegole "HEROTILE"
- Prototipazione, realizzazione stampi e produzione pilota





# Raffrescamento passivo dell'involucro edilizio in risposta al clima che cambia: il potenziale di tetti ventilati e traspiranti



[www.lifesuperhero.eu](http://www.lifesuperhero.eu)



@LifeHerotile



@lifesuperhero



Life Superhero

