

# Bolzano, KLIMAHOUSE – Sala Ceredale, 24 gennaio 2019



LIFE14CCA/IT/000939

*Risparmio energetico nel raffrescamento degli edifici per effetto dell'ottimizzazione delle tegole per una maggiore ventilazione sottotegola*



**Mario Cunial**, Coordinator of **HeroTile** project:  
*High Energy savings in building cooling by ROof TILES shape optimization (<http://www.lifeherotile.eu/it/>)*  
Within the **LIFE Climate Change Adaptation** programme.





*Il tetto super-performante,  
sostenibile e amico dell'ambiente*



*Il progetto*  
**LIFE-HEROTILE**



Conferenza finale

24 Gennaio 2019

# Vantaggi del tetto a falde

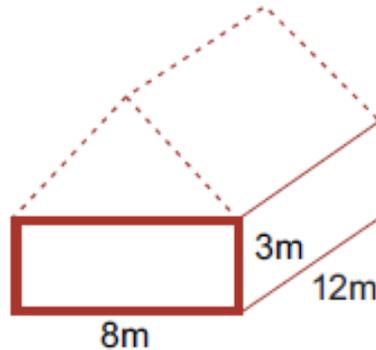
## Come isolare bene ?

- Il rendimento termico di un tetto é legato allo spessore e alla qualità del suo isolamento ma non solo.
  - Spessore e conduttività termica dell'isolante;
  - Buona impermeabilità all'aria.
- Con spessore e qualità di isolante identici: qual'è la forma di tetto più efficiente ?

> **quella che é più compatta!**



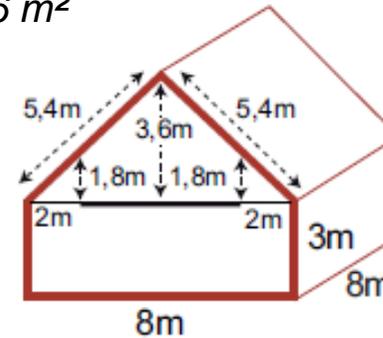
Compariamo 2 case di «forme diverse», ma che hanno la stessa superficie abitabile: 96 m<sup>2</sup>



**Casa «A»**

Con sottotetto vuoto o tetto a terrazza  
 Superficie abitabile : 96 m<sup>2</sup>  
 Piano basso : 8x12 = 96 m<sup>2</sup>

Pareti esterne (piano incluso): 312 m<sup>2</sup>  
 Piano basso : 8x12 = 96 m<sup>2</sup>  
 Soffitto: 8x12 = 96 m<sup>2</sup>  
 Facciate : (3x12) x 2 = 72 m<sup>2</sup>  
 Pignoni : 3x8x2 = 48 m<sup>2</sup>



**Casa «B»**

Con tetto spiovente e sottotetto abitabile  
 Superficie abitabile : (altezza > 1,80 m) 96 m<sup>2</sup>  
 Piano basso: 8x8 = 64 m<sup>2</sup>  
 Piano alto : 4x8 = 32 m<sup>2</sup>

Pareti esterne (piano incluso): 275 m<sup>2</sup>  
 Piano basso:  
 Facciate  
 Spioventi  
 Pignoni bassi  
 Pignoni alti

**Con superficie abitabile equivalente, la casa con sottotetto abitabile è più compatta, e presenta dunque meno superfici di dispersione di calore rispetto alla casa con sottotetto vuoto o tetto a terrazza**

# Conclusioni

- Il tetto a terrazza non é la migliore soluzione termica
- In ogni caso il tetto spiovente anche d'inverno ha una prestazione leggermente migliore.
- La soluzione più efficiente a livello energetico é il tetto spiovente con sottotetto abitabile.



## Caso di estensione/ingrandimento

- Comparazione tra un ingrandimento al suolo e l'abitabilità dei sottotetti.



li 32 m<sup>2</sup>



Casa «A»

Con tetto spiovente e sottotetto abitato

Superficie abitabile : (altezza > 1,80 m) 96 m<sup>2</sup>

Piano basso: 8x8 = 64 m<sup>2</sup>

Piano alto : 4x8 = 32 m<sup>2</sup>

Pareti esterne (piano incluso): 275 m<sup>2</sup>

Piano basso: 8x8 = 64 m<sup>2</sup>

Facciate : (3x8)x2 = 48 m<sup>2</sup>

Spioventi: (5,4x8)x2= 86,4 m<sup>2</sup>

Pignoni bassi : (3x8)x2=48 m<sup>2</sup>

Pignoni alti: (3,6x8/2)x2 =28,8 m<sup>2</sup>

Compattezza = 96/275 = 0,35

Casa «B»

Con tetto spiovente e sottotetto vuoto +  
estensione

Superficie abitabile : 96 m<sup>2</sup>

Piano basso: 8x8 = 64 m<sup>2</sup>

Piano estensione: : 4x8 = 32 m<sup>2</sup>

Pareti esterne (piano incluso): 363,2 m<sup>2</sup>

Piano basso: 8x8 + (4x8) = 96 m<sup>2</sup>

Facciate : (3x8)x2 + (4x3x2)= 72 m<sup>2</sup>

Spioventi (5,4x8)x2 = 86,4 m<sup>2</sup>

Pignoni bassi : (3x8)x2 = 48 m<sup>2</sup>

Pignoni alti: (3,6x8/2)x2 = 28,8 m<sup>2</sup>

Estensione del tetto : (4x8) = 32 m<sup>2</sup>

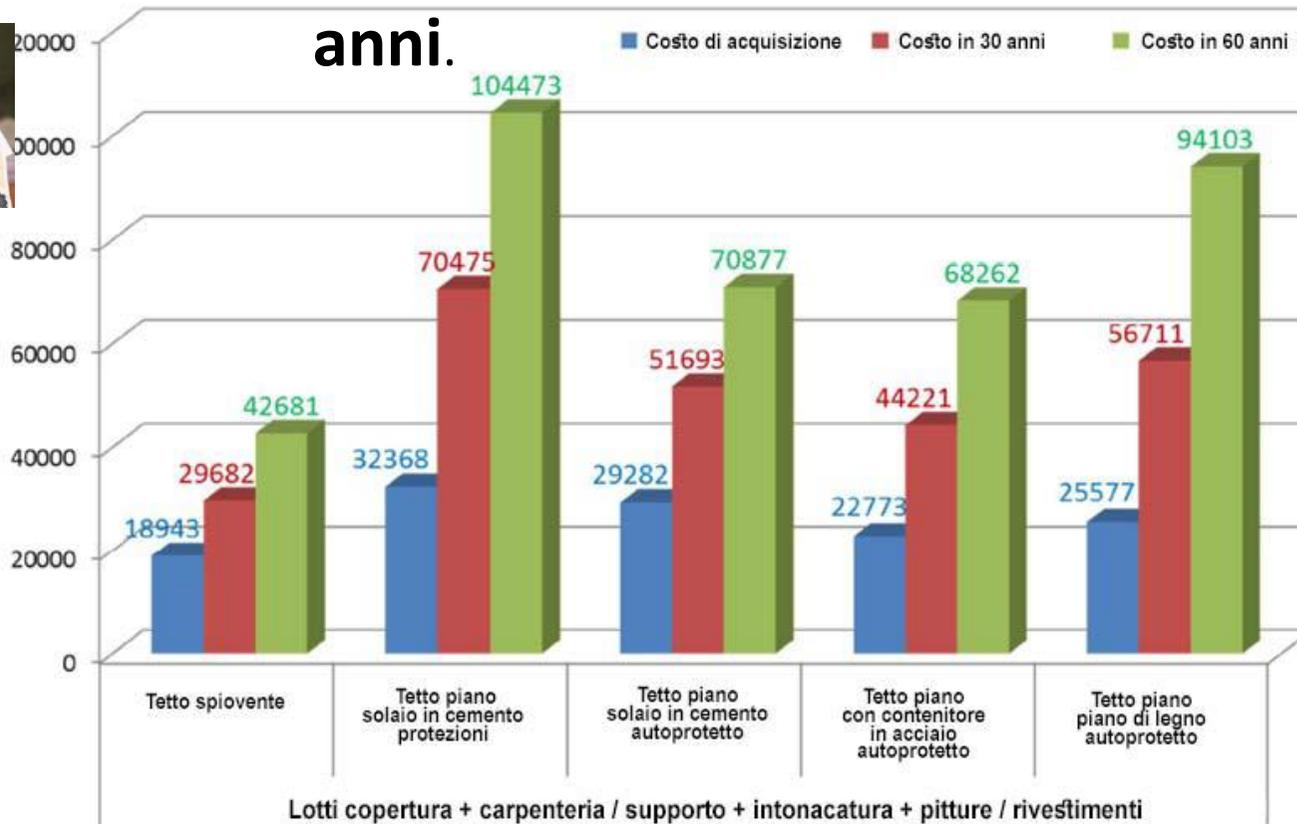
Compattezza = 96/363,2 = 0,26

# Conclusione

- A livello termico: va meglio rendere abitabili i sottotetti che fare un'estensione dei m<sup>2</sup> corrispondenti.
- Il costo per rendere abitabili i sottotetti é sempre meno elevato: tra 500 e 1000 Euro/m<sup>2</sup> conformemente alla struttura, alla superficie e al tipo di lavori (con o senza sopraelevazione).



# Calcolo di costo globale + in 30 e 60



# Conclusione



- Il tetto spiovente é la soluzione meno costosa per:
  - l'investimento;
  - la manutenzione.



## Il tetto spiovente é meno caro



# Tetto spiovente con tegole di terra cotta

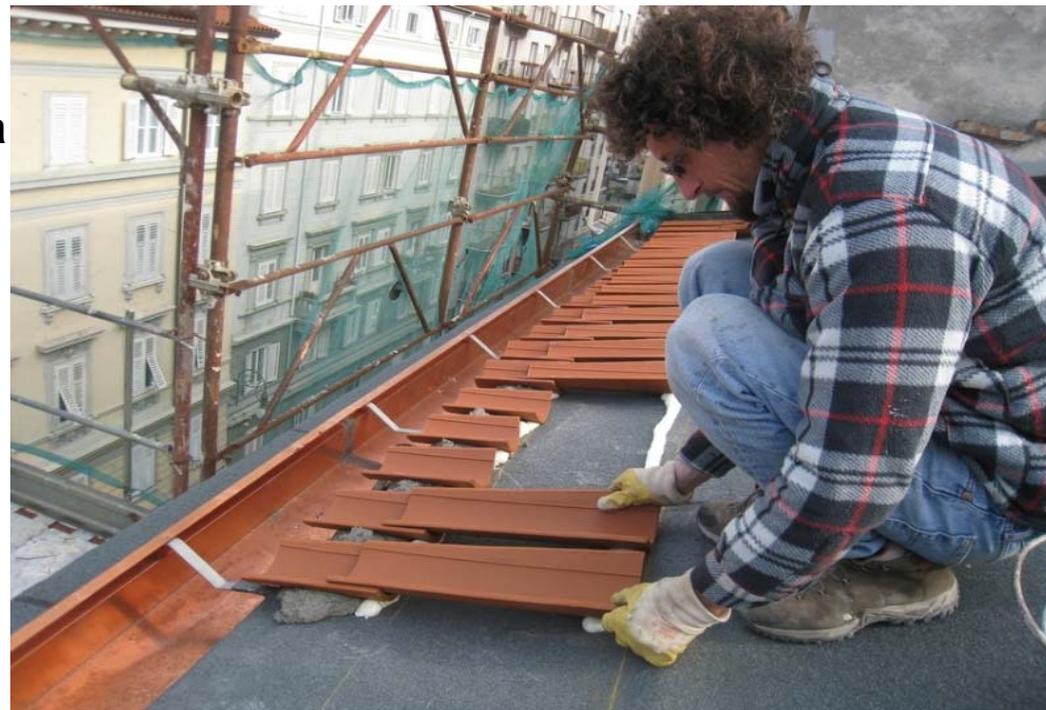


# CORRETTA POSA IN OPERA: UNI 9460:2008

## LA NORMATIVA RIASSUNTA IN 4 PUNTI

**1** Non consentito utilizzo di malta

Le tegole non devono essere mai fissate con supporto in malta



**UNI 9460:2008**

**LA NORMATIVA RIASSUNTA IN 4 PUNTI**

**2** Ancoraggio meccanico

**Fissaggio su listellatura  
o con ganci, massima  
sicurezza in condizioni  
atmosferiche estreme**



## UNI 9460:2008

### LA NORMATIVA RIASSUNTA IN 4 PUNTI



La schiuma non è un ancoraggio meccanico



**UNI 9460:2008**

**LA NORMATIVA RIASSUNTA IN 4 PUNTI**

### **3 Microventilazione**

E' necessario prevedere sempre una microventilazione sotto tegola, evita umidità e condensa, prolunga la vita del sistema



## UNI 9460:2008

### LA NORMATIVA RIASSUNTA IN 4 PUNTI

#### 4 Colmo ventilato

La linea di colmo deve essere realizzata con sottocolmi muniti di bandelle laterali adattabili al profilo delle tegole e fissata ad un listello, protegge dalle infiltrazioni d'acqua, garantisce la fuoriuscita d'aria



**UNI 9460:2008**  
**SOLUZIONI PER COPPI**

**Soluzione avanzata:**  
**Listello Jolly Metal**  
**coppi: ancoraggio**  
**con vite**



**UNI 9460:2008**  
**SOLUZIONI PER COPPI**

**Soluzione avanzata:**  
Listello Jolly Metal coppi:  
ancoraggio con vite

- **Perfetto allineamento**
- **Aerazione ottimale**
- **Eccellente resistenza a sollecitazioni ambientali**
- **Ottimo rapporto qualità/prezzo**

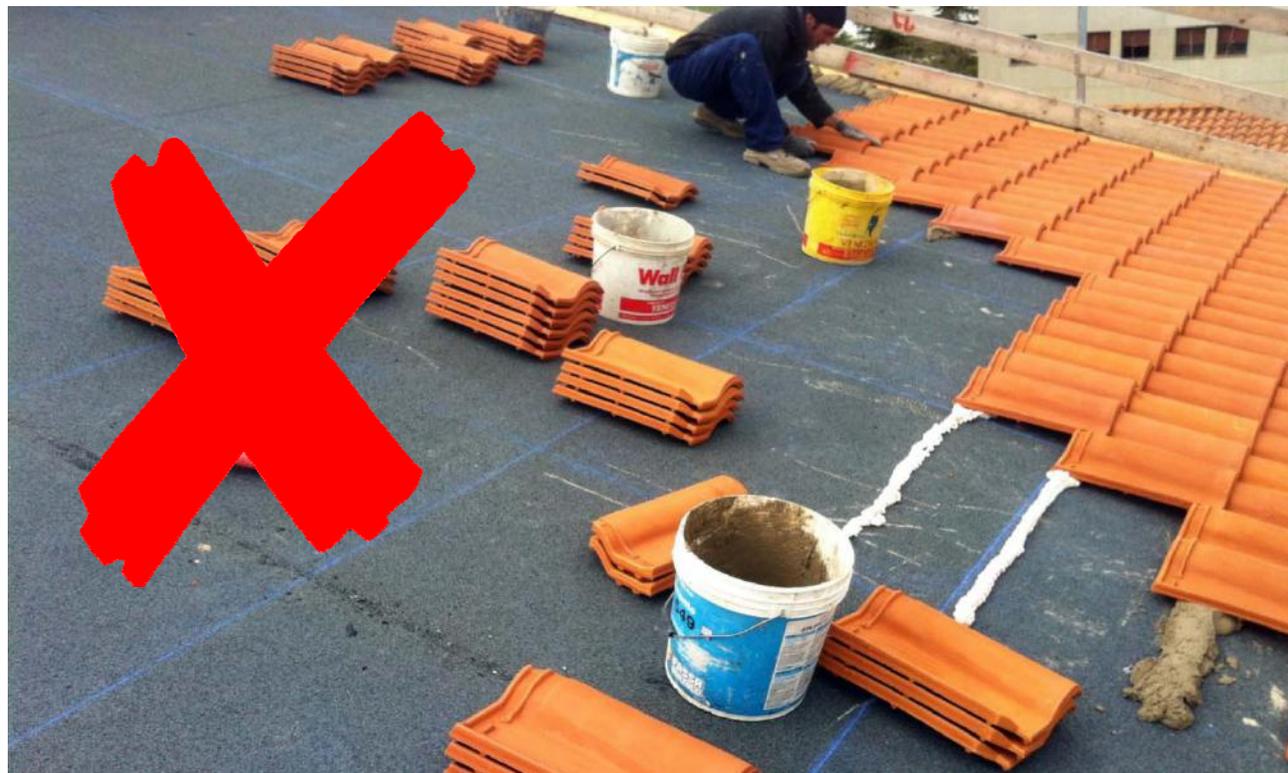


**UNI 9460:2008**  
**SOLUZIONI PER TEGOLE**

**Sistema Jolly Metal universale:**  
Fissaggio del perimetro e una fila ogni quattro file



**UNI 9460:2008**  
**SOLUZIONI PER TEGOLE**



**UNI 9460:2008**  
**SOLUZIONI PER TEGOLE**



**Jolly metal universale**

- Sistema a norma
- Allineamento
- Ancoraggio
- Pulizia del cantiere
- Garanzia del materiale



**Schiuma o cemento**

- Sistema non a norma
- Disallineamento
- Scivolamento
- Rifiuti speciali
- No garanzia

**UNI 9460:2008**  
**SOTTOCOLMO VENTILATO**

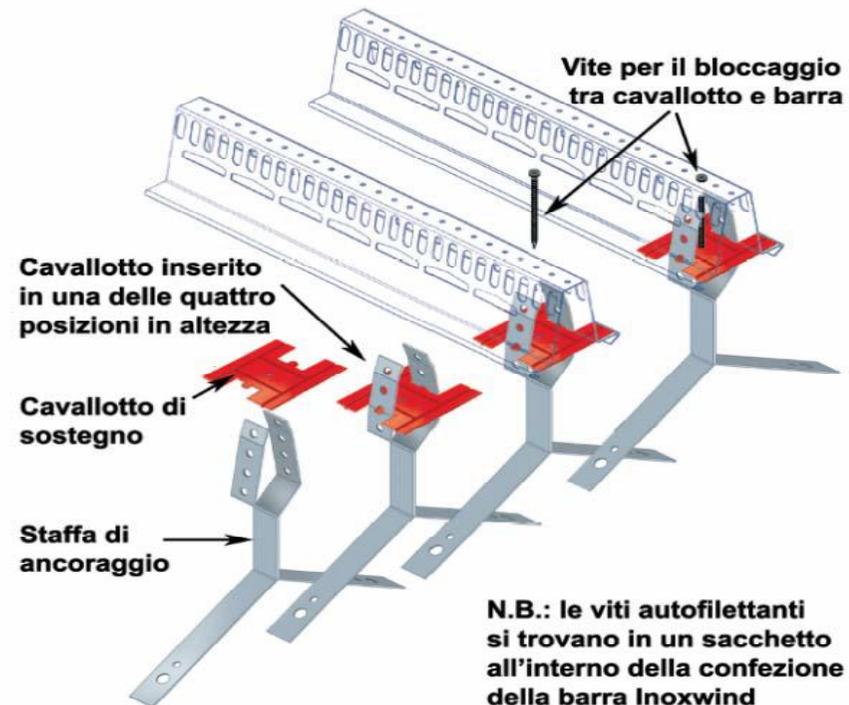


Barra acciaio  
inox

Bandelle laterali

**UNI 9460:2008**  
**SOTTOCOLMO VENTILATO**

Staffe regolabili con cavallotto per regolare l'altezza del colmo ed evitare ingressi d'acqua



**UNI 9460:2008**  
**SOTTOCOLMO VENTILATO**

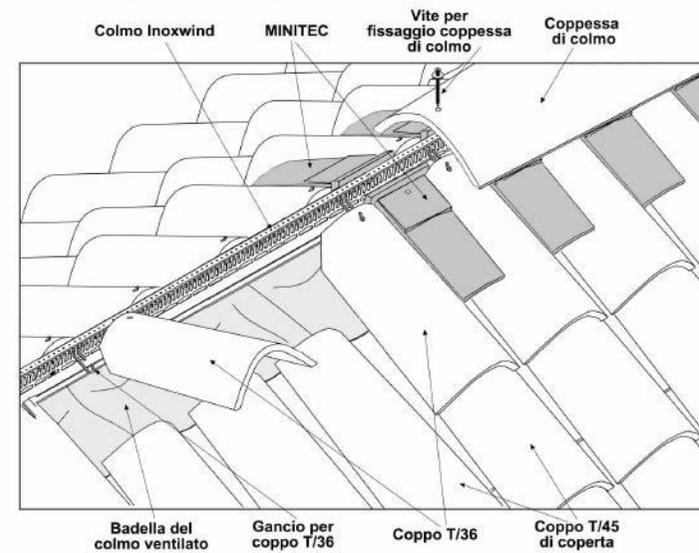


**Elemento sottocolmo  
in cotto**



MISURE IN MILLIMETRI

**Esempio con Coppi e Colmo Ventilato Inoxwind**



# Copertura a secco secondo normativa

PARTICOLARE COLMO E LUCERNARIO



# Posa non secondo normativa

PARTICOLARE COLMO E LUCERNARIO



## Riassumendo la posa secondo normativa UNI9460

- 1 Le tegole non devono essere mai fissate con supporto in malta
- 2 Ancoraggio meccanico: fissaggio su listellatura o con ganci, massima sicurezza in condizioni atmosferiche estreme
  - 2a La schiuma non è un ancoraggio meccanico
- 3 Micro ventilazione: è necessario prevedere sempre una micro ventilazione sotto tegola, evita umidità e condensa, prolunga la vita del sistema
- 4 Colmo ventilato: la linea di colmo deve essere realizzata con sottocolmi muniti di bandelle laterali adattabili al profilo delle tegole e fissata ad un listello, protegge dalle infiltrazioni d'acqua, garantisce la fuoriuscita d'aria



**Proporre delle soluzioni  
attuali e a norma**



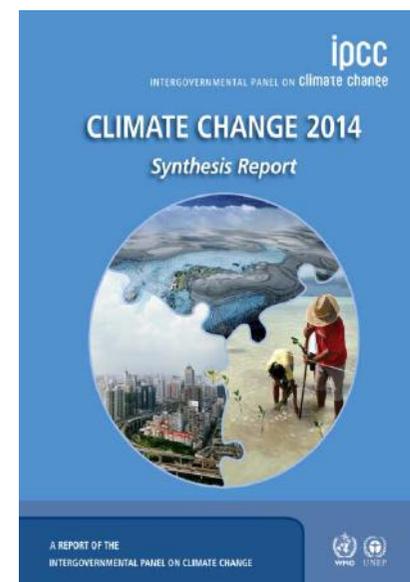
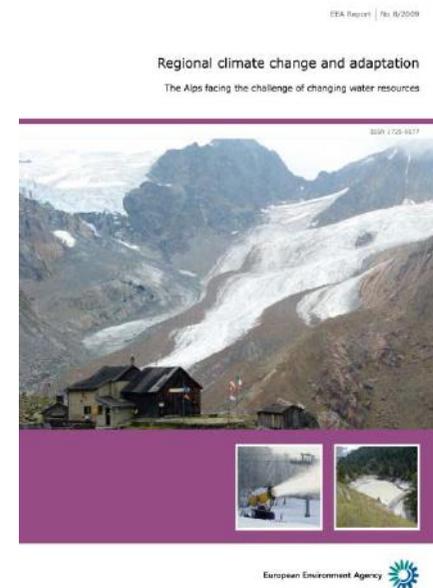
**Rafforza il rapporto di  
fiducia e professionalità  
con i Vostri Clienti**



**Valorizza il vostro lavoro a  
livello professionale ed  
economico**

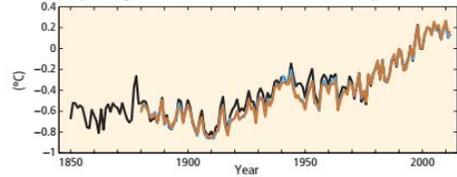
# Il clima è cambiato

- i primi 10 anni più **caldi** dal 1800 ad oggi in Italia sono tutti successivi al 1990
- Ben sette anni dei dieci più caldi sono successivi al 2000
- La top ten per temperature, degli ultimi due secoli, è la seguente: **2012, 2003, 2001, 2007, 1994, 2009, 2000, 2008, 1990, 1998, 1997**

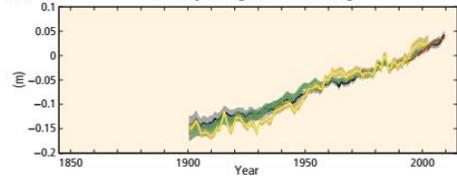




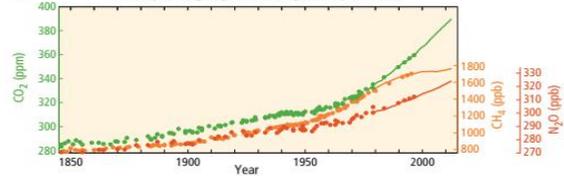
(a) Globally averaged combined land and ocean surface temperature anomaly



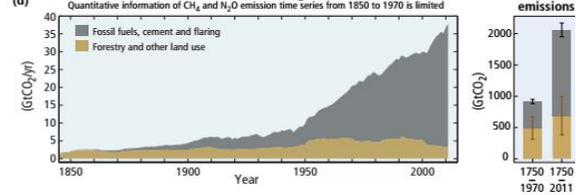
(b) Globally averaged sea level change



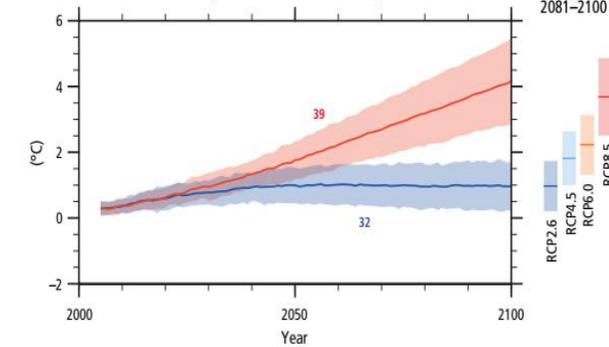
(c) Globally averaged greenhouse gas concentrations



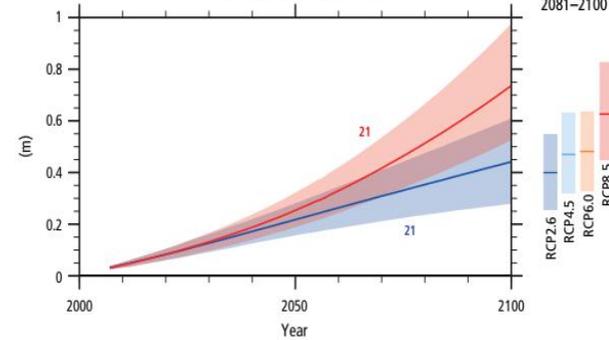
(d) Global anthropogenic CO2 emissions



(a) Global average surface temperature change (relative to 1986-2005)



(b) Global mean sea level rise (relative to 1986-2005)

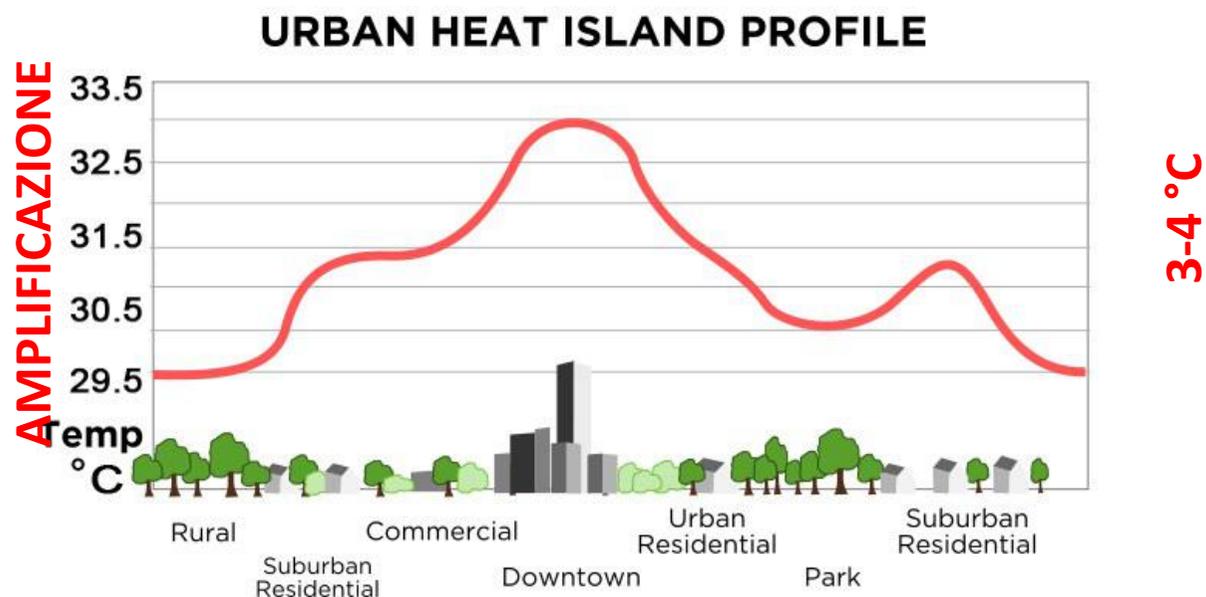




- **Innalzamento medio temperature**
- **ondate di calore ed eventi piovosi estremi.**

# ISOLE DI CALORE

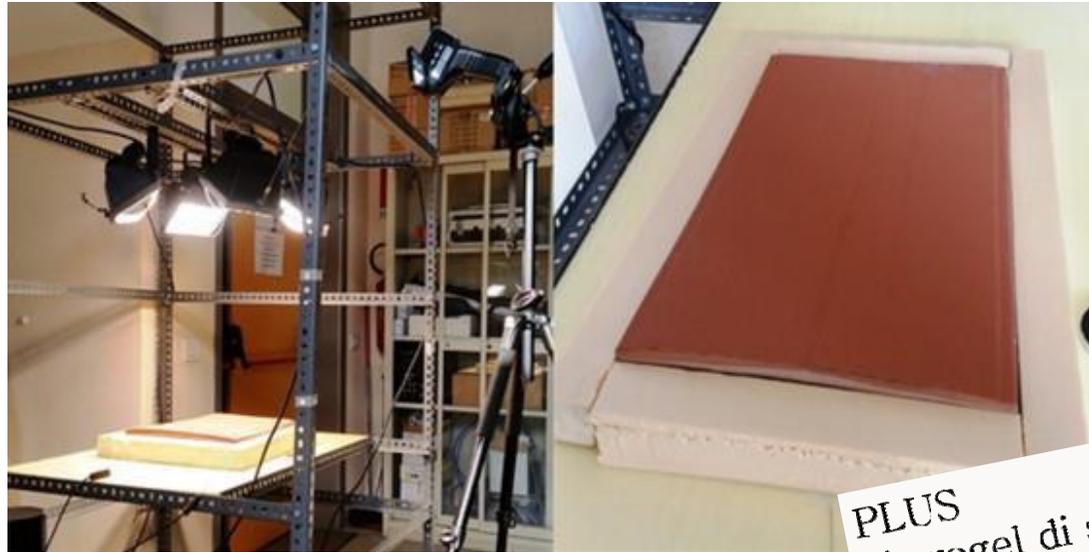
L'isola di calore è quel fenomeno in base al quale la temperatura nei centri abitati è più alta delle aree rurali circostanti a causa della minore riflettanza delle superfici antropizzate rispetto a quelle naturali



Laterizio Tradizionale  $\rho_{sol} = 0.22$

Laterizio cool  $\rho_{sol} = 0.46$

LATERIZIO

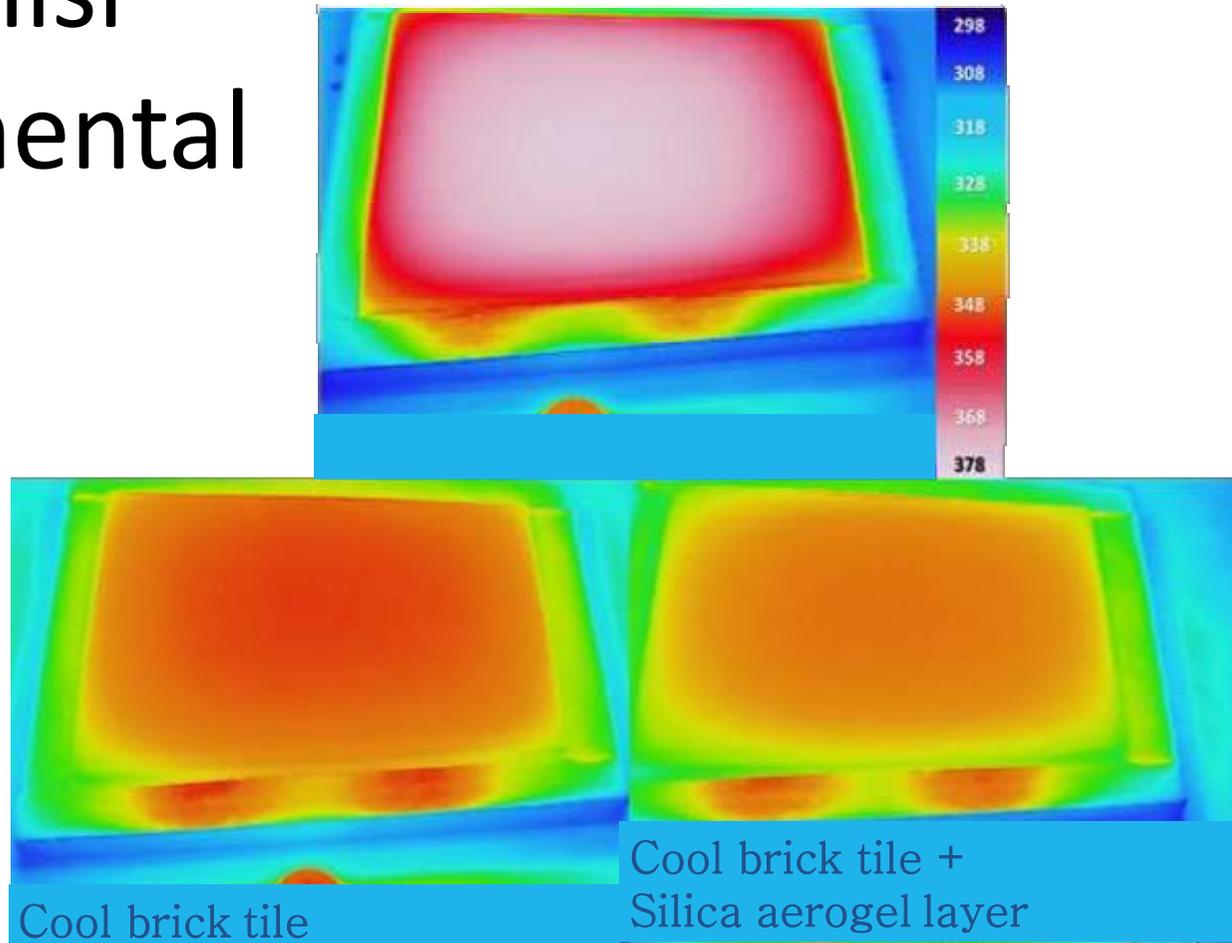


Sezione trasversale

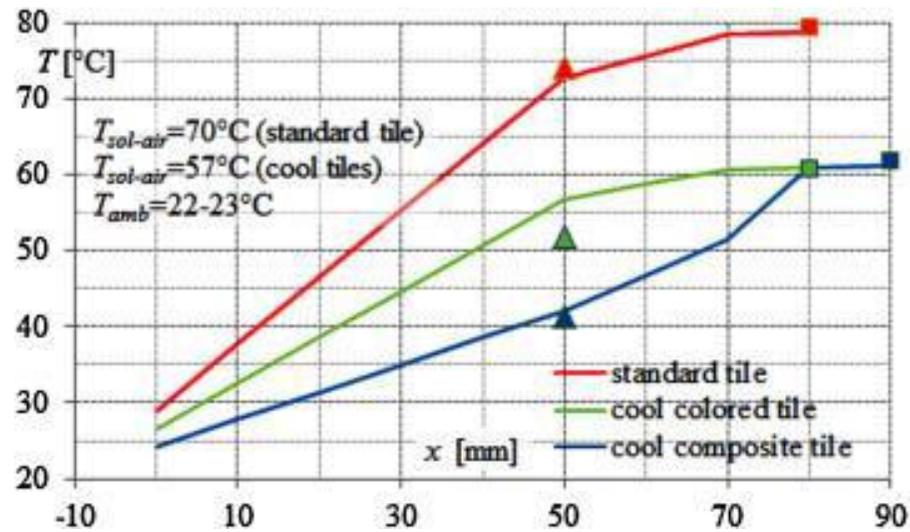
PLUS  
Aerogel di silice  
e alluminio



# Analisi sperimentale



# Analisi sperimentale



Linea continua → temperatura **calcolate** dello spessore,  
Quadrati → temperatura misurata sulla superficie superiore,  
Triangoli → temperatura misurata sulla superficie inferiore

	Termocoppie		IR camera
	$T_{amb}$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$T_{airspace\ bottom}$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$T_{tile\ top\ surface}$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]
Laterizio standard	23.2	74.0	79.5
Laterizio cool	22.5	51.8	60.9
Laterizio composito	21.9	41.5	61.7

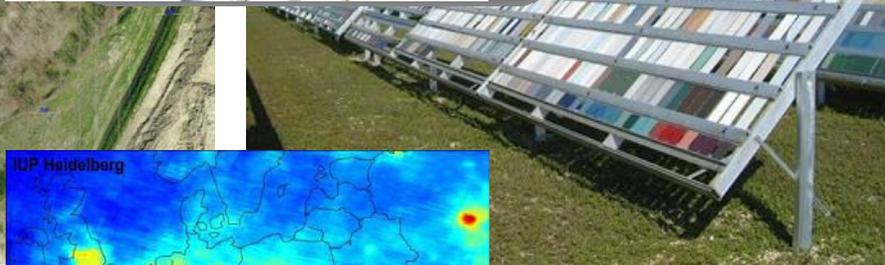
# Studi EELab: invecchiamento naturale



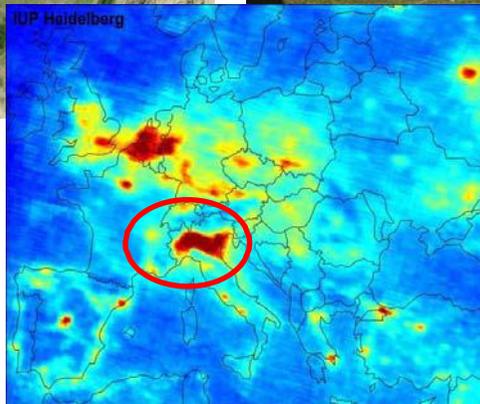
Test farm per invecchiamento naturale a Modena



«Soiling» superficiale

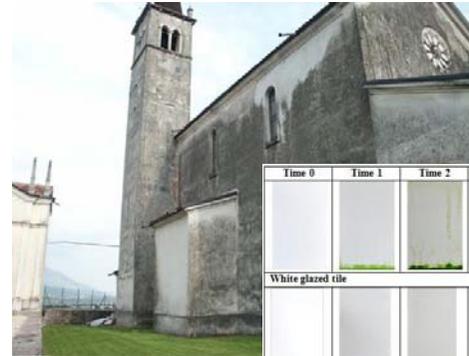


espositori per invecchiamento naturale

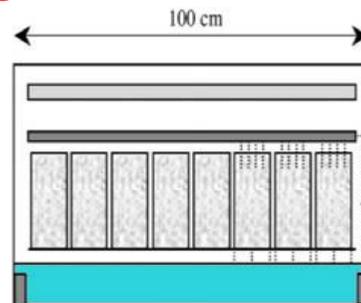
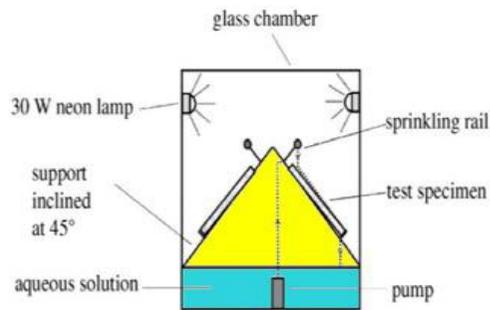


concentrazione inquinanti

# Studi EELab: invecchiamento accelerato



Apparato sperimentale per invecchiamento biologico accelerato



	Time 0	Time 1	Time 2	Time 3	Time 4	Time 5	Time 6
White glazed tile							
Glossy glazed tile							
Stoneware tile							
Green Single Ply Membrane							
Grey Single Ply Membrane							
Roof tile							

# Apparato sperimentale per invecchiamento chimico accelerato

**AGING**

**Soiling**

24h in camera climatica a temperatura e UV controllati (ASTM G154)  
Deposizione di soluzione contaminante  
24h in camera climatica a temperatura e UV controllati (ASTM G154)

**Argille Sali fuliggine acido umico**

**Trattamento di tre giorni corrispondono ad un invecchiamento naturale di 3 anni**

Fonte: Heat Island Group - LBNL

Fonte: [www.q-lab.com](http://www.q-lab.com)

14



## RIFLETTANZA EQUIVALENTE PER COPERTURE IN LATERIZIO VENTILATE

Ricerca scientifica Unità Politecnica delle Marche

Elisa di Giuseppe PhD DICEA

Marco D'Orazio Professore ordinario DICEA e Presidente commissione UNI Coperture

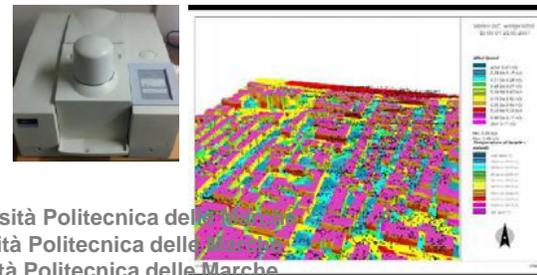
Costanzo Di Perna professore Associato DICEA



# La Casa Mediterranea e le coperture: risparmio energetico e comfort

## La ricerca: COPERTURE VENTILATE ED ISOLA DI CALORE

- Si è sviluppata quindi una ricerca volta a valutare:
  - Influenza delle proprietà radiative di manti in laterizio sul confort interno
  - Influenza delle proprietà radiative del manto in laterizio sul fenomeno HIE

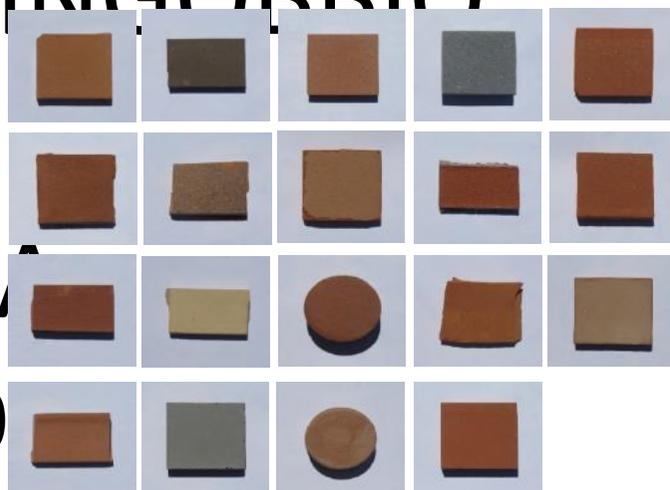


Prof. Ing. Arch. Marco D'Orazio | Università Politecnica delle Marche  
Prof. Ing. Costanzo Di Perna | Università Politecnica delle Marche  
Dott. Ing. Elisa Di Giuseppe | Università Politecnica delle Marche  
Dott. Ing. Alessandro Frattesi | Università Politecnica delle Marche

# Caratterizzazione

- **METODI**
- **Determinazione della riflettanza (ASTM E903-12)**
- **Detemrinazione dell'emissività (ASTM E1933-14)**
- **Caratterizzazione colorimetrica ( UV-VIS - scala CIELab)**
- **Calcolo SRI (ASTM E 1980-11)**

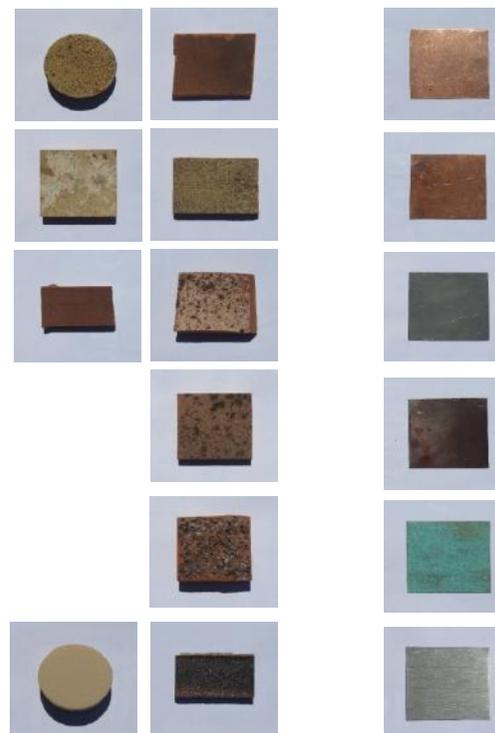
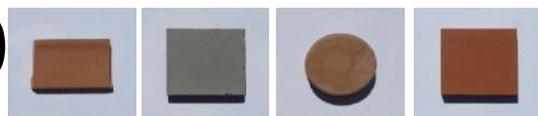
CON INGORBIO



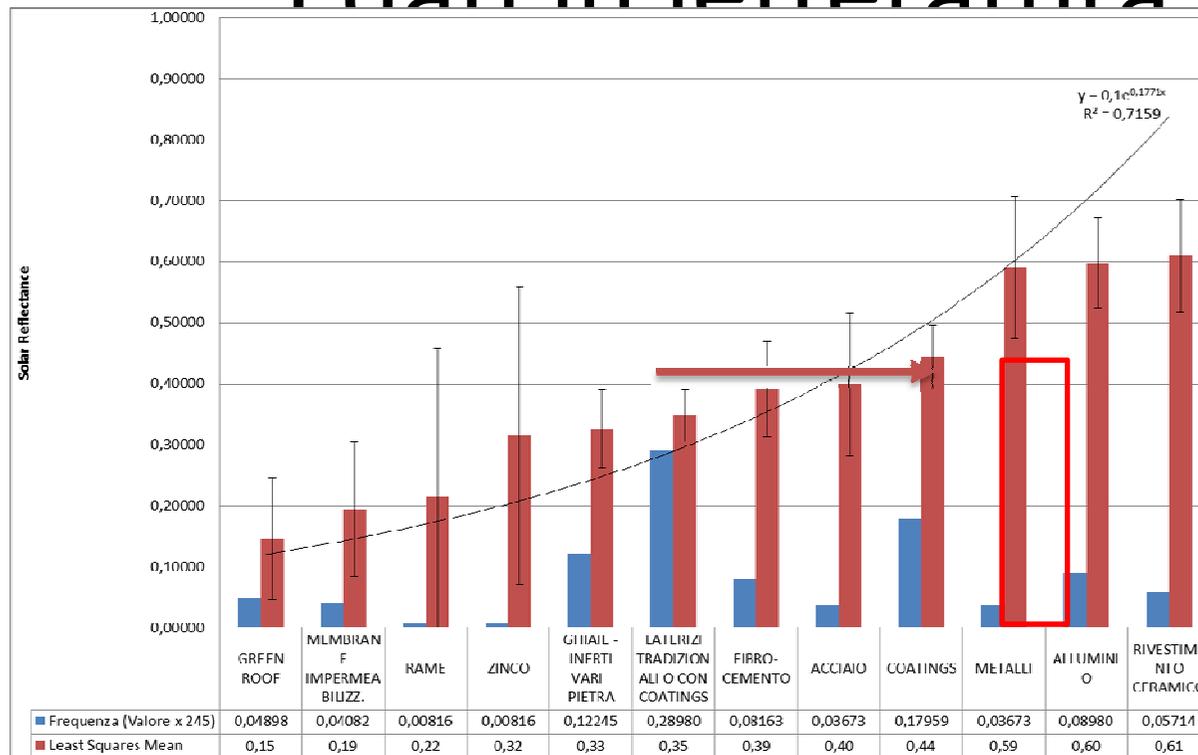
SENZA



INGO



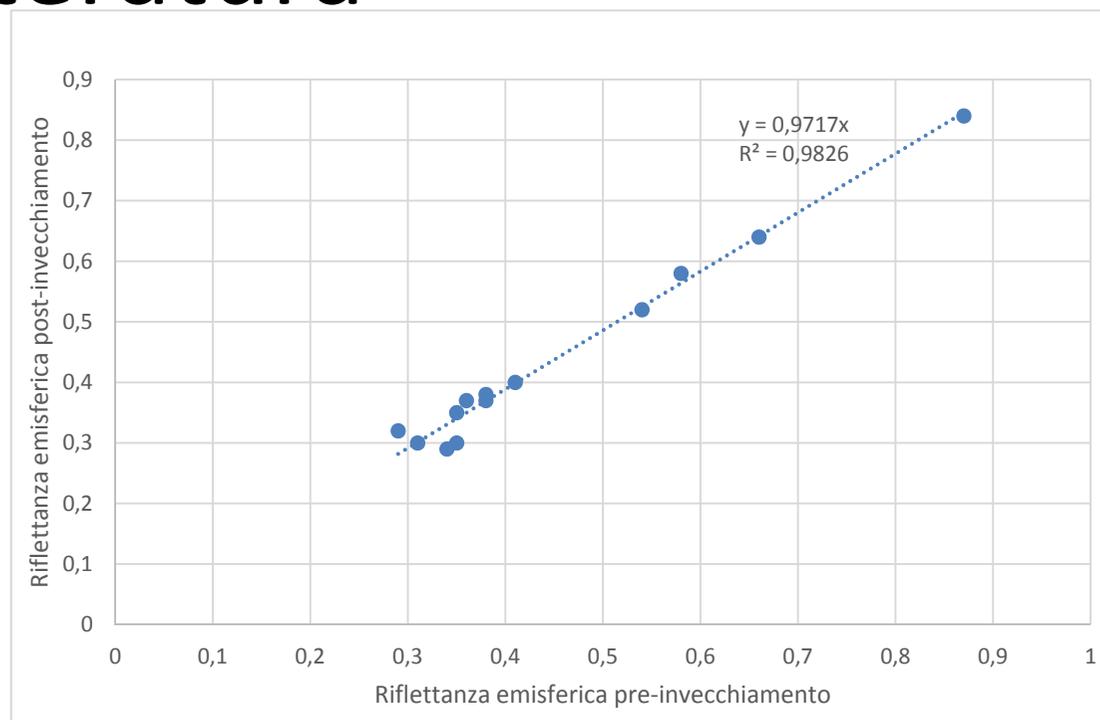
# I dati in letteratura



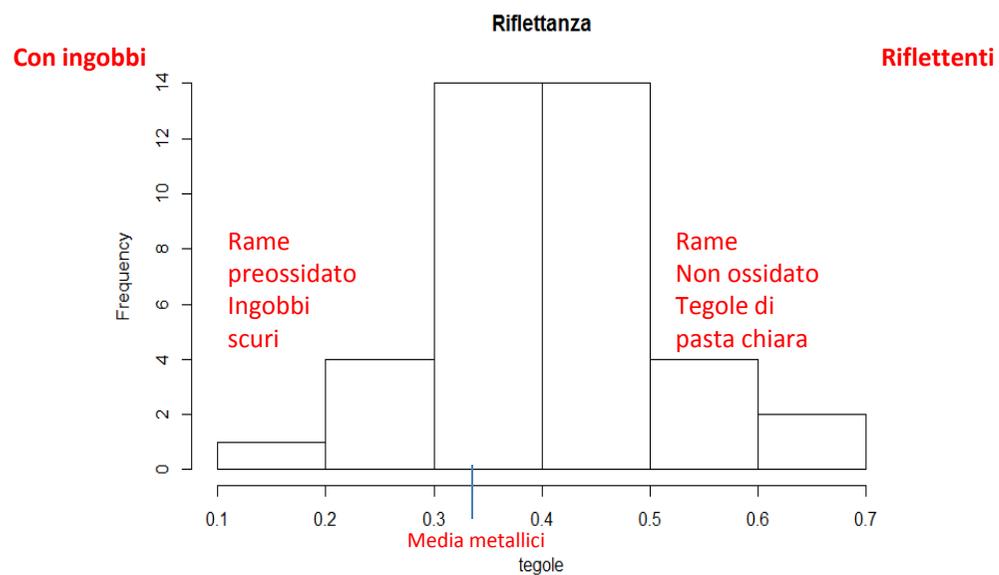
Ca. 300 valori

# I dati in letteratura

*invecchiamento*



# Risultati della caratterizzazione

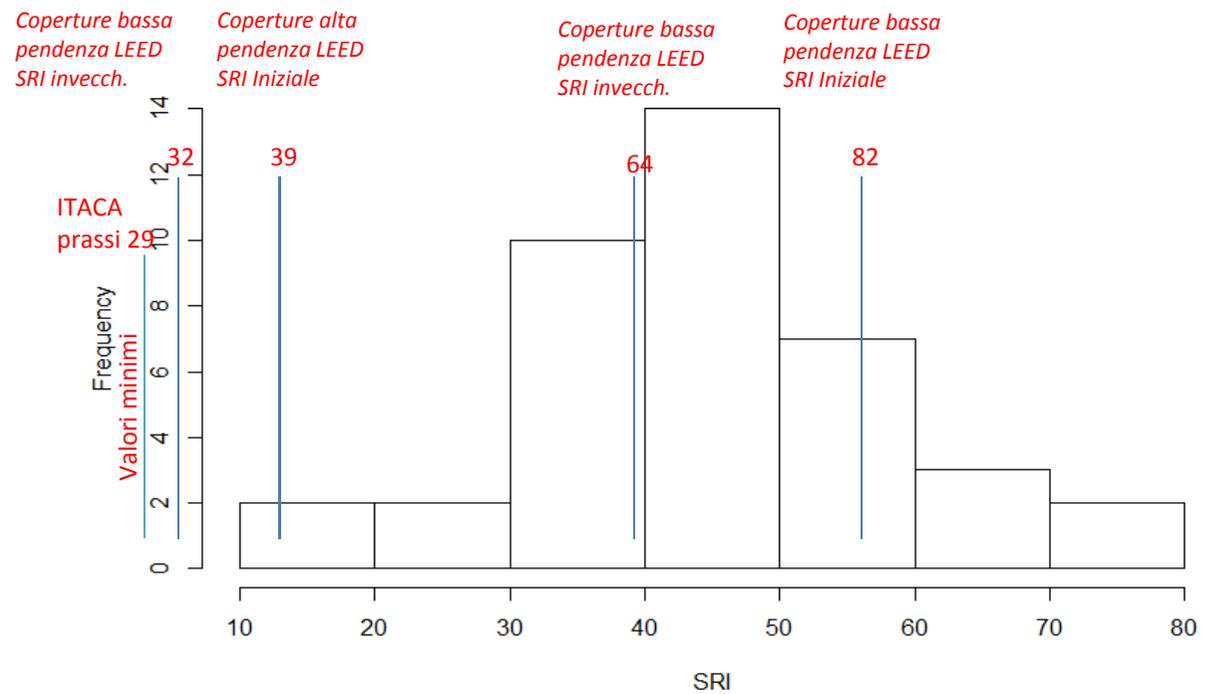


**Emissivita'**

<b>T</b>	<b>0.8:0.9</b>	
<b>M</b>	<b>0.1:0.9</b>	<b>patine</b>

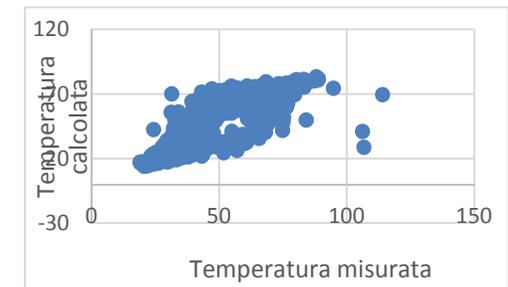


# SRI

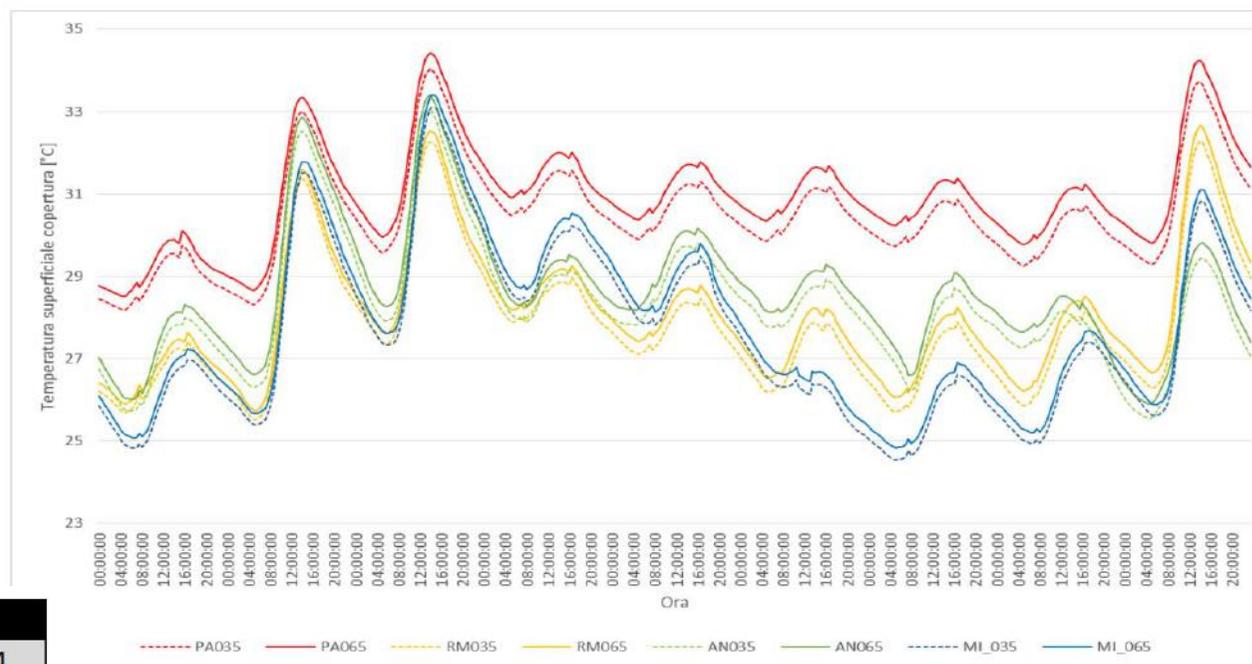




- COPERTURA 1 – MNV-A (copertura metallica non ventilata su solaio ligneo in abete);
- COPERTURA 2 – MV6-A (manto metallico, camera di ventilazione 6 cm, solaio in legno di abete);
- COPERTURA 3 –LV6-A (copertura in laterizio ventilata con condotto da 6 cm su solaio ligneo)
- COPERTURA 4 – LV6-A (manto in laterizio, camera di ventilazione 6 cm, solaio in legno di abete);
- COPERTURA 5 – LV6-L (manto in laterizio, camera di ventilazione 6 cm, solaio in laterocemento);
- COPERTURA 6 – MV6-L (manto metallico, camera di ventilazione 6 cm, solaio in laterocemento).



## TEMPERATURE SUPERFICIALI INTRADOSSO



	PA	RM	AN	MI
MIN	0.32	0.20	0.29	0.24
MED	0.45	0.31	0.35	0.29
MAX	0.54	0.38	0.38	0.32

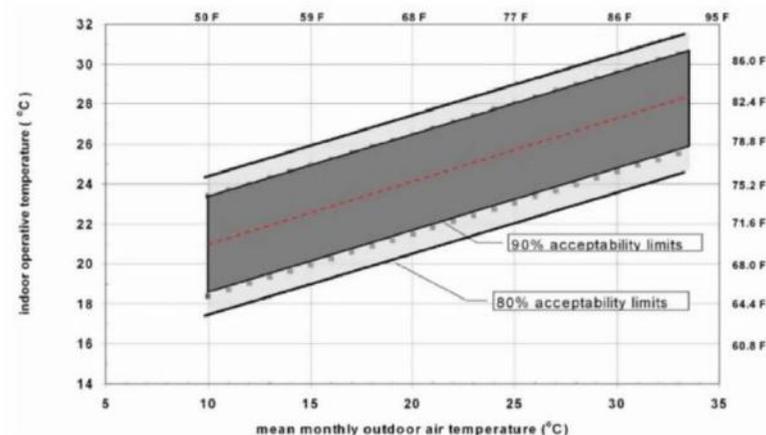
Valori massimi, medi e minimi delle differenze di temperatura superficiale per ciascuna località

Climatica – soluzione riflettanza 0.35 e 0.65

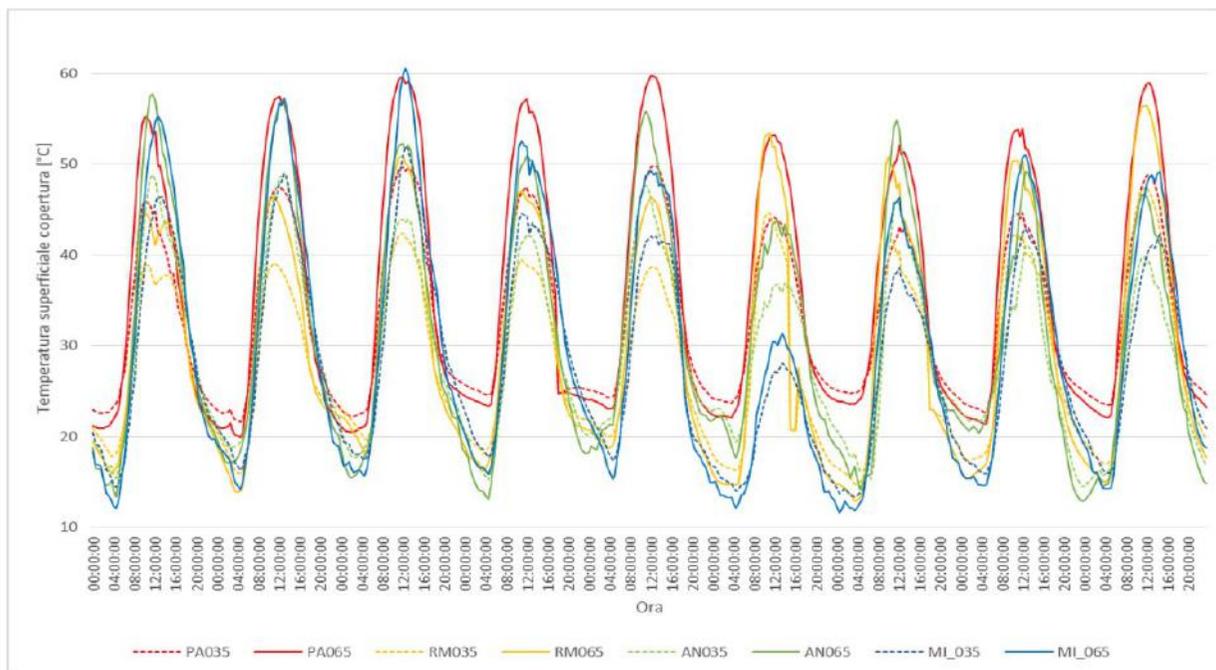
## Variazione nel confort

	PA035	PA_065
% Ore fuori confort per 80% individui	8%	9%

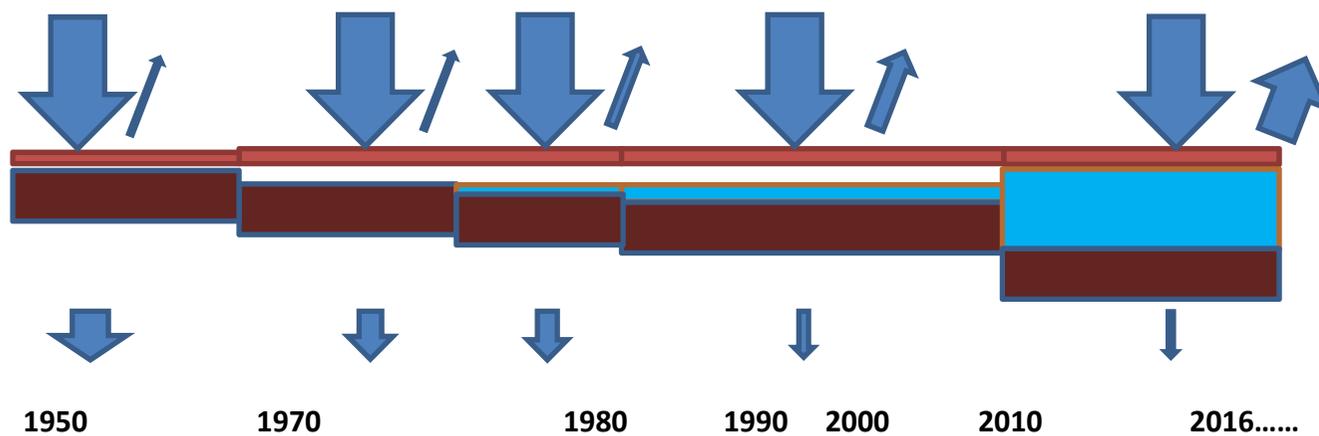
	PA035_NW	PA_065_NW
% Ore fuori confort per 80% individui	7%	9%



# TEMPERATURA SUPERFICIALE ESTERNA



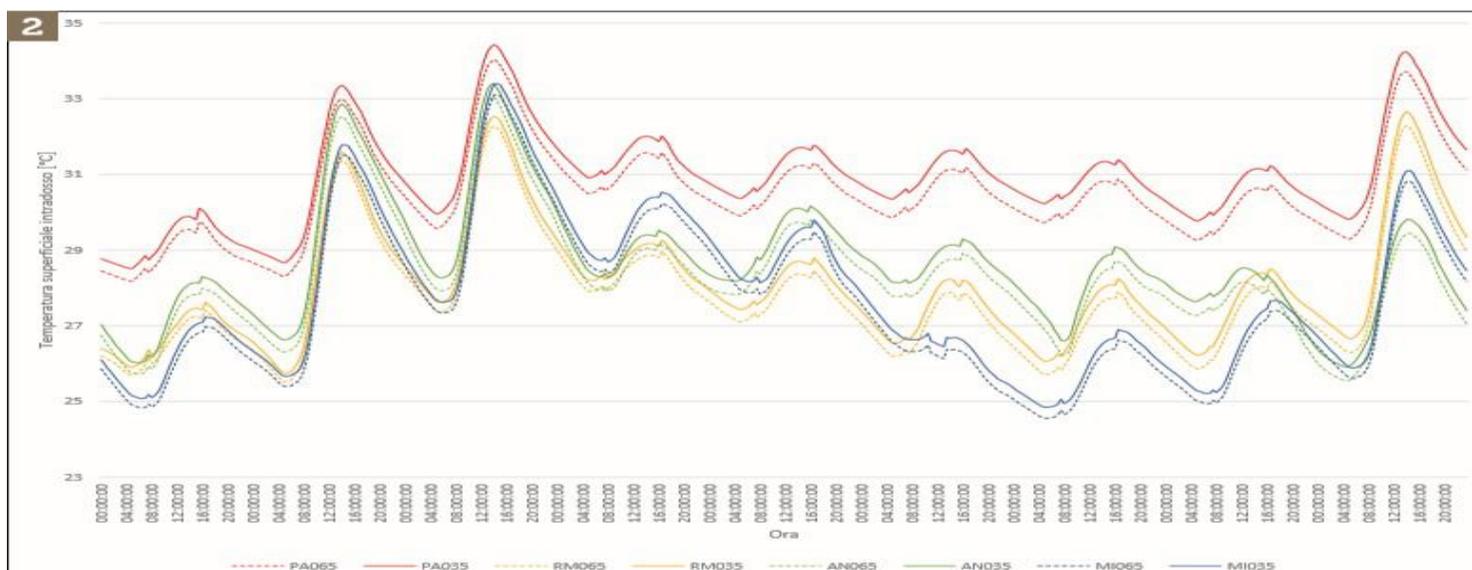
# Le motivazioni



- **Minore** influenza delle tecnologie passive sul confort e sui consumi energetici degli edifici data la prevalenza del ruolo dell'isolante secondo l'attuale DM
- **Maggiore** influenza delle proprietà radiative del manto su HIE per inibizione (quasi totale) dei flussi termici passanti e conseguentemente innalzamento della temperatura superficiale del manto

- Il raffronto con i dati sperimentali

## COMPARAZIONE 4 LOCALITA' E 2 RIFLETTANZE CON VENTILAZIONE «INEFFICACE» - intradosso

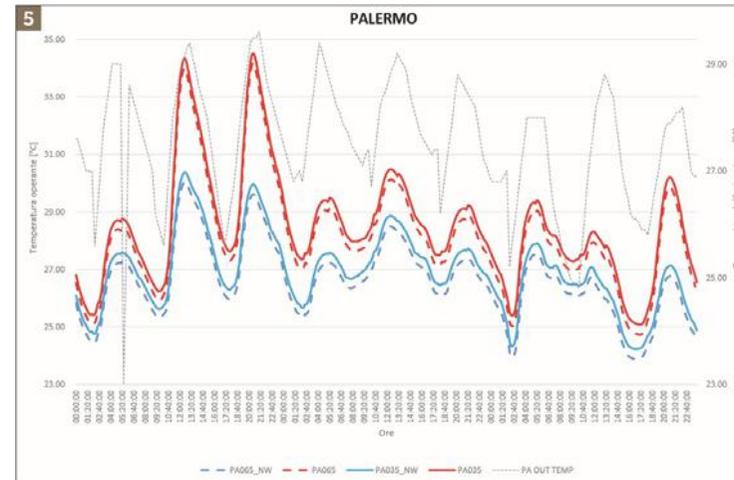
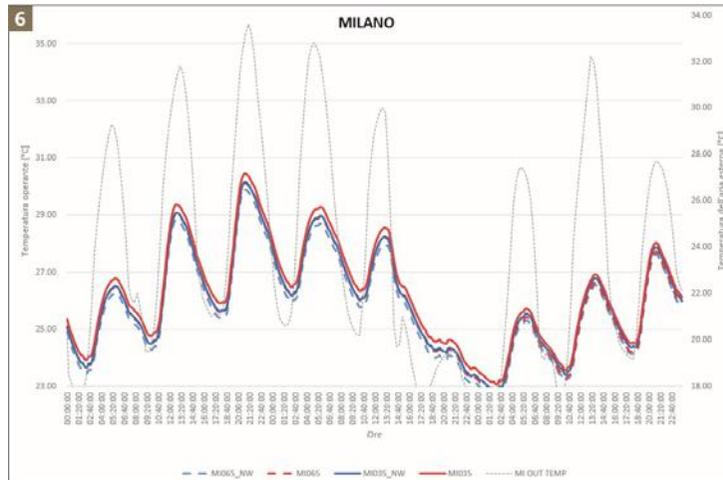


**NOTA:** All'estradosso le tegole caratterizzate da alta riflettanza rispetto alle tegole a bassa riflettanza comportano differenze dell'ordine dei 10 °C

Fonte: «Strategie in copertura per il comfort interno estivo» di M.D'orazio|C.Di Perna|Elisa Di Giuseppe

	Palermo	Roma	Ancona	Milano
Minimi	0,32	0,20	0,29	0,24
Medi	0,45	0,31	0,35	0,29
Massimi	0,54	0,38	0,38	0,32

## TEMPERATURA OPERANTE IN 2 LOCALITA' ESTREME CON VENTILAZIONE «INEFFICACE»

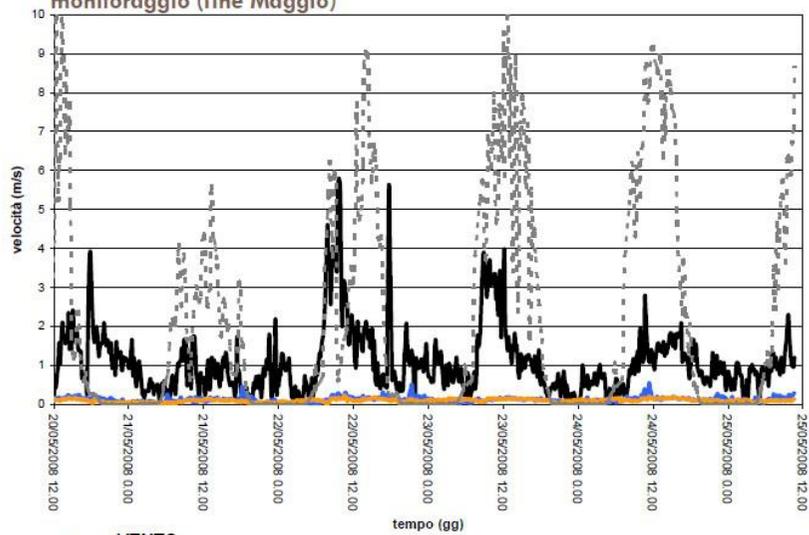


- le linee rosse rappresentano la situazione con apporti solari mentre quelle blu senza
  - le linee continue rappresentano i valori con riflettanza di 0,35 mentre quelle tratteggiate con riflettanza di 0,65.
  - in grigio la temperatura esterna.
- Si nota che nel passaggio da alta a bassa riflettanza lo scostamento è di solo un punto percentuale.

Fonte: «Strategie in copertura per il comfort interno estivo» di M.D'orazio|C.Di Perna|Elisa Di Giuseppe

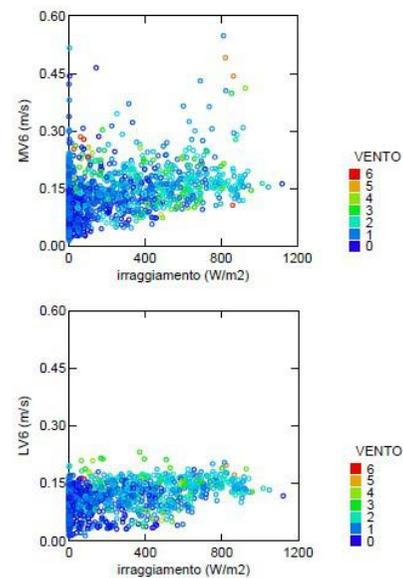
# La Ventilazione

Andamento velocità dell'aria (vento-intercapedine) nel periodo di monitoraggio (fine Maggio)

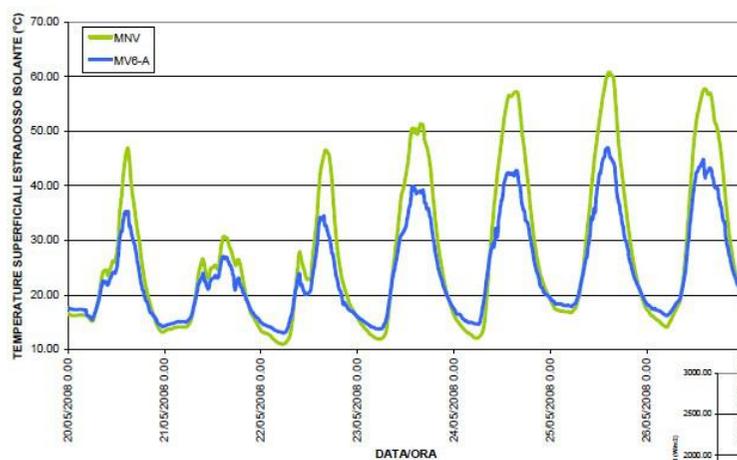


- VENTO
- RAME
- LATERIZIO

Basse velocità dell'aria in intercapedine (0,25 m/s)



# La Ventilazione



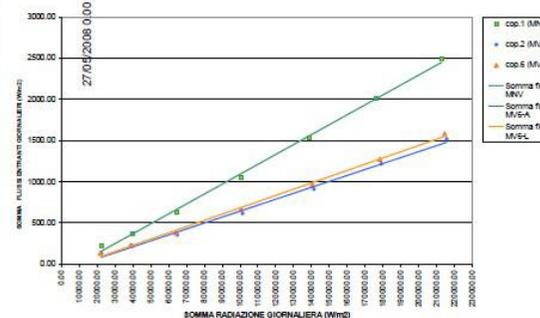
- NON VENTILATA
- VENTILATA

L'aria in intercapedine favorisce comunque l'asportazione di calore verso l'esterno

Le tipologie ventilate presentano minori flussi entranti ( $5-6 \text{ W/m}^2$ ) rispetto a quelle non ventilate ( $8-10 \text{ W/m}^2$ )

➔ **MAGGIORE COMFORT INTERNO**

CONFRONTO TRA SOMME DEI FLUSSI IN COPERTURE METALLICHE

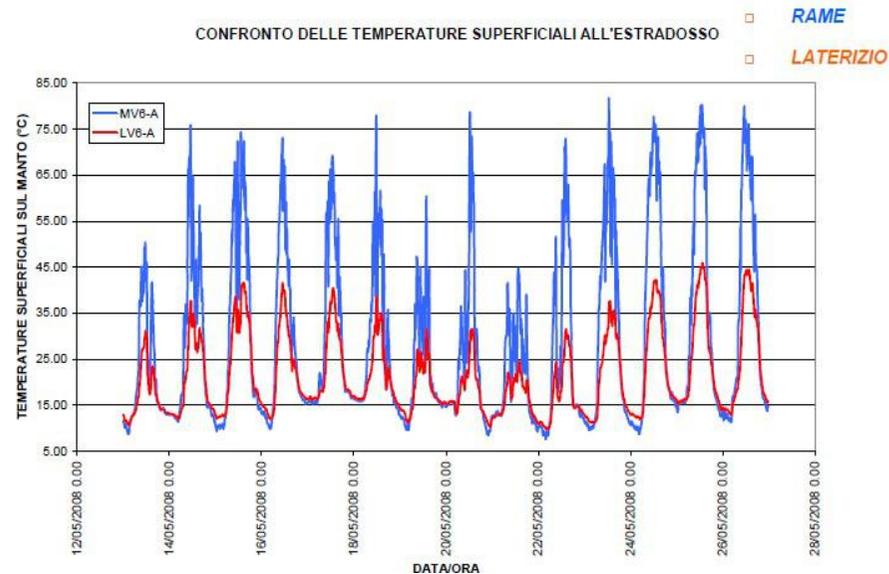


# La Ventilazione

## POSSIBILI CAUSE:

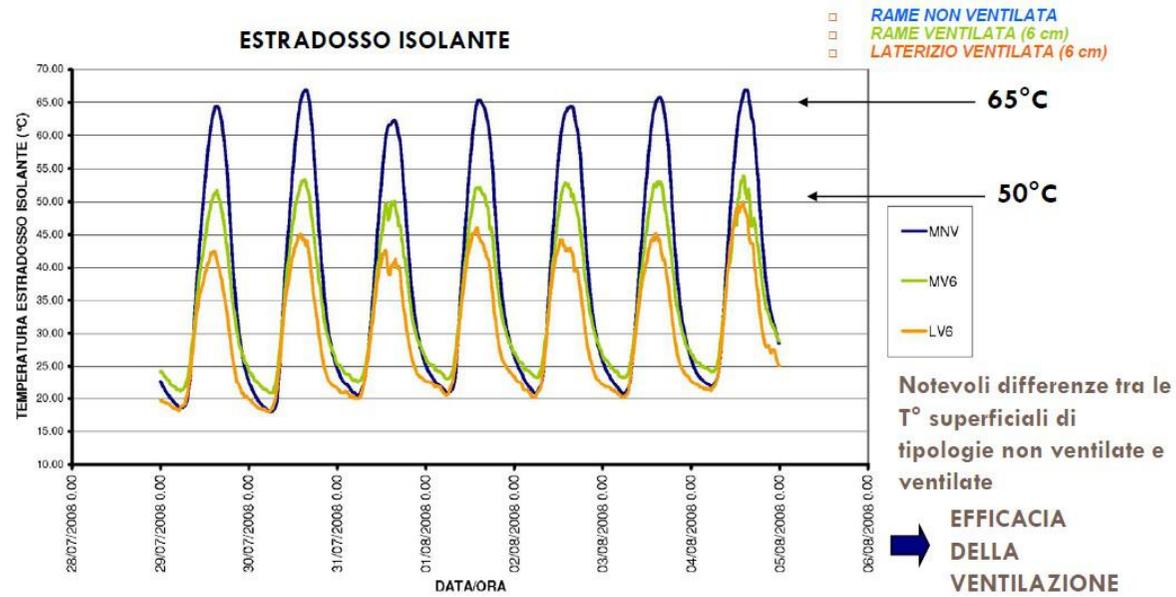
1\_ La ventilazione in coperture discontinue dissipa calore ma presumibilmente non secondo la direzione gronda-colmo

2\_ la copertura con manto continuo è interessata da una forte trasmissione di calore per scambio radiativo in intercapedine



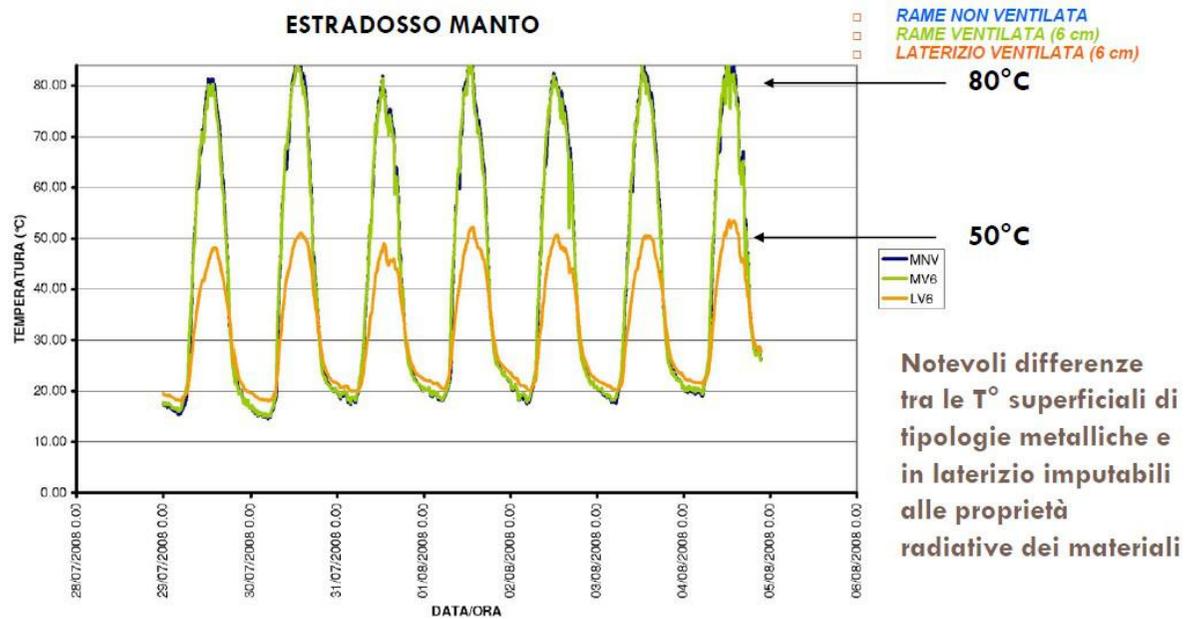
# Le temperature

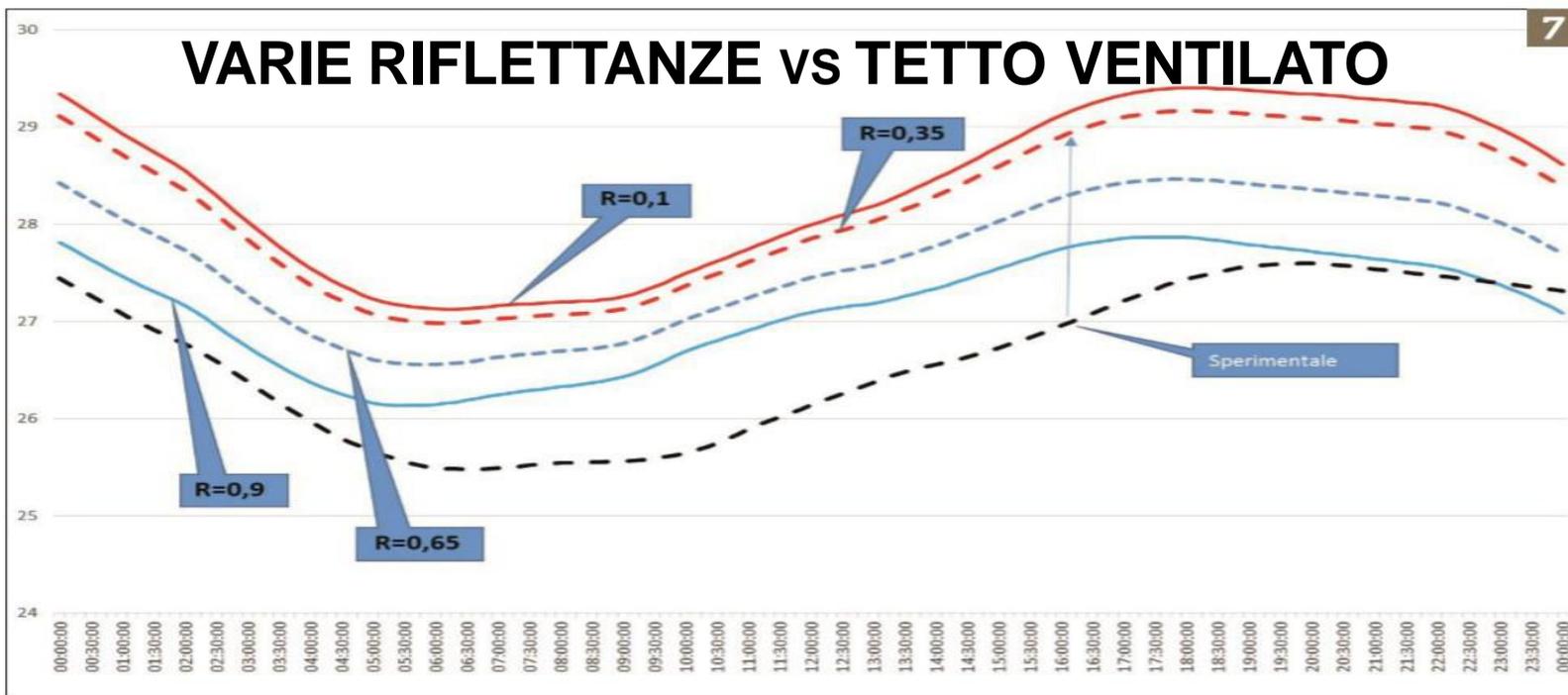
## Temperature estradosso isolante (agosto)



# Le temperature

## Monitoraggio mese di Agosto – temperature





**La figura mostra l'andamento della temperatura operante con valori di riflettanza pari a 0,9-0,65-0,35-0,1 la curva nera tratteggiata rappresenta il risultato ottenuto con il modello a ventilazione efficace, ovvero sulla base del raffronto dei dati sperimentali (riflettanza del manto pari a 0,35)**

**Lo scostamento della riflettanza da 0,1 a 0,9 comporta una differenza della temperatura pari a circa 1,5 °C invece se la riflettanza passa da 0,35 a 0,65 la differenza di temperatura è di 0,7 °C**

Fonte: «Strategie in copertura per il comfort interno estivo» di M.D'orazio|C.Di Perna|Elisa DiGiuseppe

## VARIE RIFLETTANZE vs TETTO VENTILATO

curva delle temperature	Riflettanza <b>RI</b>	Tegole in cotto <b>SRI</b>	ventilazione	Temperatura °C	Riflettanza equivalente <b>SRIE</b>
	0,10	10	<u>NO</u>	29,3	
	0,35	37	<u>NO</u>	29,1	
	0,65	75	<u>NO</u>	28,5	
	0,90	98	<u>NO</u>	27,8	
	0,35	37	SI	27,4	0,627

Fonte: «Strategie in copertura per il comfort interno estivo» di M.D'orazio|C.Di Perna|Elisa Di Giuseppe

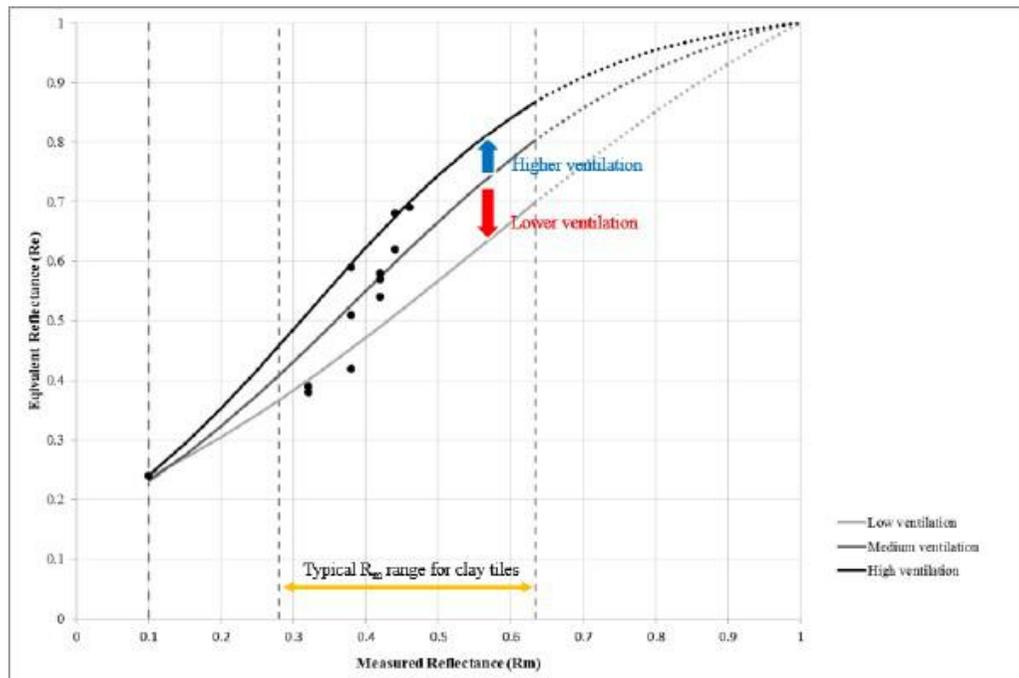
## RIFLETTANZA EQUIVALENTE

- Considerando il contributo della ventilazione relativamente alle proprietà radiative del manto di copertura e tenendo conto che i benefici effettivi sul cool roof vengono amplificati da alti valori di emissività termica (0,85) tipici delle tegole in laterizio, si può affermare che la riflettanza equivalente di un tetto ventilato con semplici portoghesi rosse è pari a un indice di **SRI equivalente di 0,86 anziché un IR di 0,35 o di un SRI di 0,37.**
- La riflettanza equivalente **SRIE : solar reflex index equivalent** è un indicatore che misura effettivamente le prestazioni di un materiale da copertura, sia rispetto all'edificio, e quindi al confort interno dello stesso, sia rispetto all'ambiente circostante, riferito all'ormai noto fenomeno «**isola di calore**» delle aree urbanizzate, correlando la temperatura radiante del tetto in funzione della geometria del tetto, del colore, della tipologia di materiali e della presenza o meno del tetto ventilato.

# CONCLUSIONI

$$R_e = \alpha / (1 + be^{-cR_m})$$

	a	b	c
Low ventilation	1.248967	5.813903	3.151888
Medium ventilation	1.066092	5.658137	4.492567
High ventilation	1.025227	5.624551	5.410576



I risultati ottenuti confermano quanto già affermato in letteratura: l'uso di un tetto ventilato è un modo efficace per mitigare le temperature interne nei climi estivi, anche se i materiali di rivestimento non sono esplicitamente qualificati come «riflettenti». Il presente studio definisce un parametro di "riflettanza equivalente" del tetto al fine di rappresentare sinteticamente questa capacità passiva di raffreddamento dei tetti ventilati in cotto, rispetto ai colori riflettenti, fornisce un utile riferimento ai progettisti e agli utilizzatori dell'edificio.

# IL FENOMENO DELL'ISOLA DI CALORE E LA NUOVA NORMATIVA ITALIANA SULLA RIFLETTANZA DELLE SUPERFICI



## RINGRAZIAMENTI

Dott. Marco D'Orazio

Dott.ssa Cristiana Siligardi

## PROGETTI LIFE – CONTESTO MONDIALE

La Commissione Europea sta esaminando modi economicamente efficienti per rendere l'economia europea più rispettosa del clima e meno dispendiosa in termini energetici.

La sua tabella di marcia per l'economia a basse emissioni di carbonio suggerisce che:

- Entro il 2050, l'UE dovrebbe ridurre le emissioni di gas serra dell'80%, al di sotto dei livelli del 1990.
- Le pietre miliari per raggiungere questo obiettivo sono i tagli del 40% delle emissioni entro il 2030 e del 60% entro il 2040.
- **Tutti i settori** devono contribuire.

Il modo per arrivare all'economia a basse emissioni di carbonio è **fattibile e conveniente**.



**Progetto LIFE HEROTILE**  
**«High Energy savings in building cooling by Roof TILES»**

**La tegola super-performante  
amica dell'ambiente**



# PROGETTO HEROTILE

## Localizzazione dei progetti

Italia, Francia, Germania,  
Spagna, Israele.

## Costo dei progetti

2.515.306,00 €

## % EC Fondi

60%



## SCENARI ED IMPLICAZIONI

Il progetto è conforme alle politiche energetiche europee che hanno l'obiettivo di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>, perché consente un risparmio energetico per l'aria condizionata, che rappresenta il 40% della domanda globale di energia consumata dagli edifici ed è in costante aumento. La proposta di progetto agisce per controllare e ridurre il fabbisogno di energia per il raffreddamento, fabbisogno non ancora regolato dalla legge in diversi paesi europei, la maggior parte nel Sud Europa, dove è importante e significativo è il consumo energetico estivo.

Il tetto diventa uno degli elementi strategici per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione 2050 negli edifici. Life HEROTILE aiuterà sostanzialmente il settore costruzioni (ristrutturazione e nuove costruzioni) a raggiungere gli obiettivi di efficienza energetica e di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, con una durabilità della prestazione praticamente illimitata e senza consumi energetici e/o manutenzioni.

---

## GLI OBIETTIVI

# OBIETTIVI DI RIDUZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI NELLE COSTRUZIONI DEL SUD EUROPA

- 10% Emissioni di gas serra
- 50% Carbon footprint relative al raffrescamento (confrontato con il tetto a falde)
- 5% Inquinamento atmosferico
- 5% Energia elettrica per l'aria condizionata in area urbana
- 25% Massima temperatura dell'aria sottotegola
- 50% Potenza di raffreddamento installata



***ACER: azienda casa Azienda Casa Emilia-Romagna Reggio Emilia rappresenta l'Italia nella federazione Europea delle Social Housing.***

***ANDIL: associazione nazionale degli industriali dei laterizi.***

***BRAAS MONIER, ORA BMI: leader mondiale nella produzione di materiale da copertura.***

***INDUSTRIE COTTO POSSAGNO: leader italiano nella produzione di coppi e tegole in cotto e di sistemi tetto.***

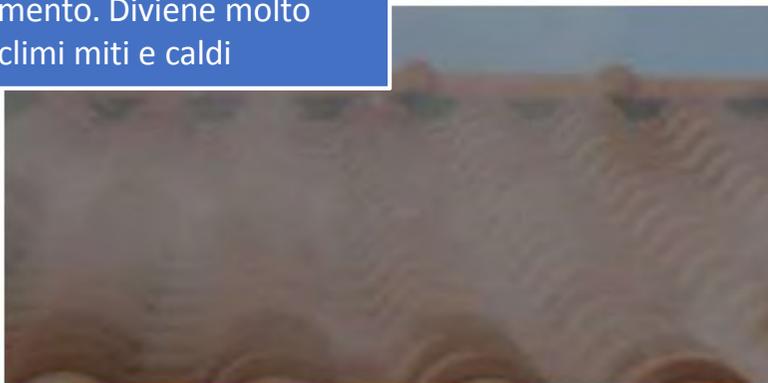
***UNIVERSITA' DI FERRARA: dipartimento di ingegneria.***

***SAN MARCO TERREAL: multinazionale produttore di materiali in cotto e sistemi per l'edilizia sia per coperture che pareti.***

## SCIENTIFICO

### Argomento

Nelle coperture ventilate, il flusso d'aria sottotegola (ASV – Above Sheathing Ventilation) consente all'aria di avere un flusso che va dalla gronda sino al colmo. Questo riduce l'apporto di energia termica nel periodo estivo e quindi l'energia necessaria al raffrescamento. Diviene molto utile nei climi miti e caldi



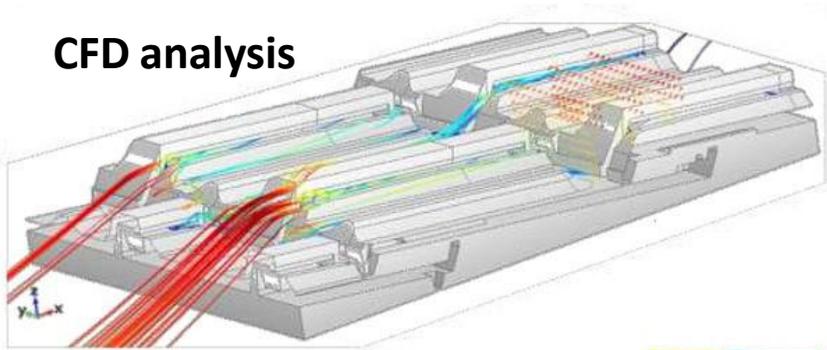
- 1 – Tegole
- 2 - Listellatura
- 3 – Materiale isolante
- 4 – Piano di appoggio

### conseguenza

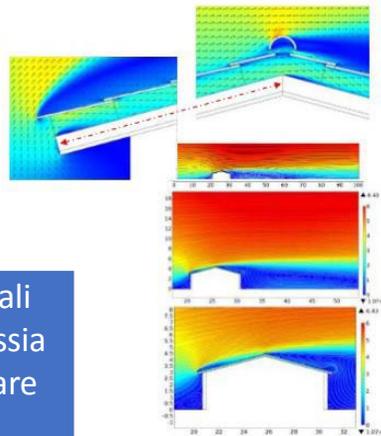
Incrementare la permeabilità all'aria tra le tegole porta ad incrementare le performance estive

## CIENTIFICO

### CFD analysis

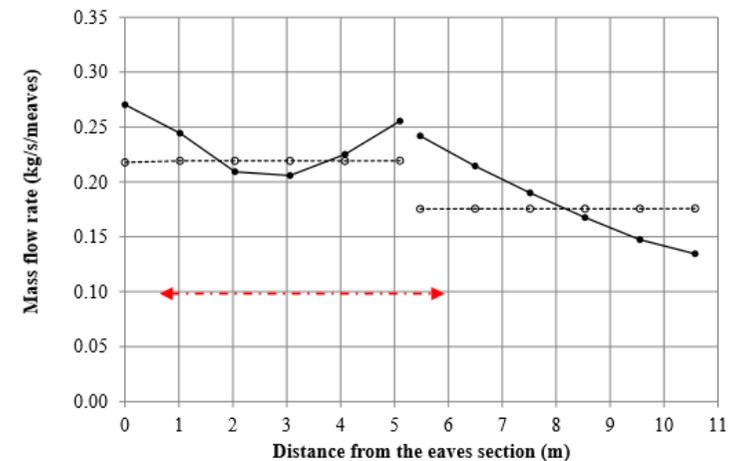


I risultati hanno sostenuto l'applicazione di tali basi in un finanziamento del progetto UE. Ossia quella parte del progetto che mira a migliorare la permeabilità dell'aria dei tetti ventilati in climi caldi e miti per incrementare l'isolamento degli edifici passivi.

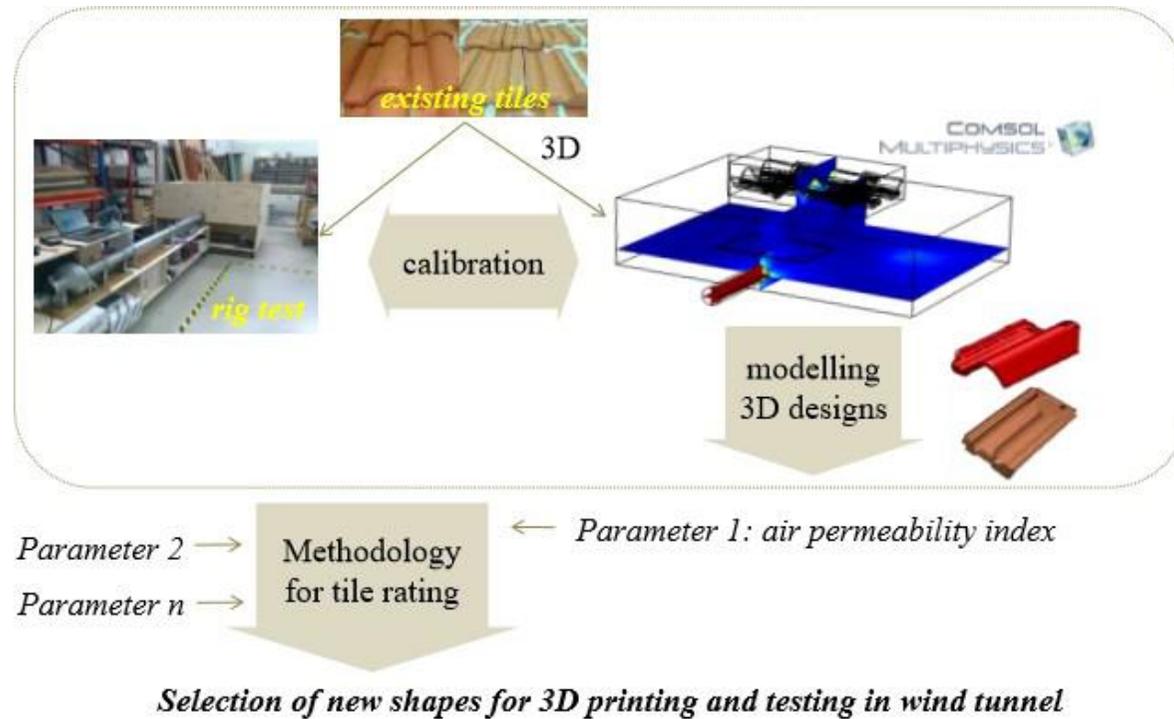


## Basi

Il modello CFD era stato implementato per capire quanto le tegole potessero influenzare la permeabilità dell'aria



SCIENTIFICO – AZIONE A1



$$Q = C_d \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$$

*impianto sperimentale presso il Centro Tecnico Monier*

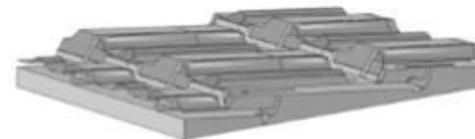
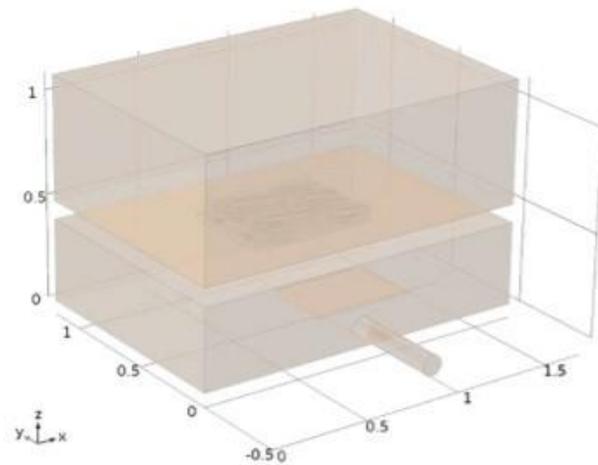
L'impianto permette di misurare la permeabilità dell'aria di un gruppo di tegole

- grande contenitore per dare una pressione uniforme e basse velocità interne
- tegole disposte come su un tetto con tutti i giunti sigillati tranne 4 tegole di lato e di testa
- ventilatore a velocità variabile per testare l'effetto delle geometria delle tegole



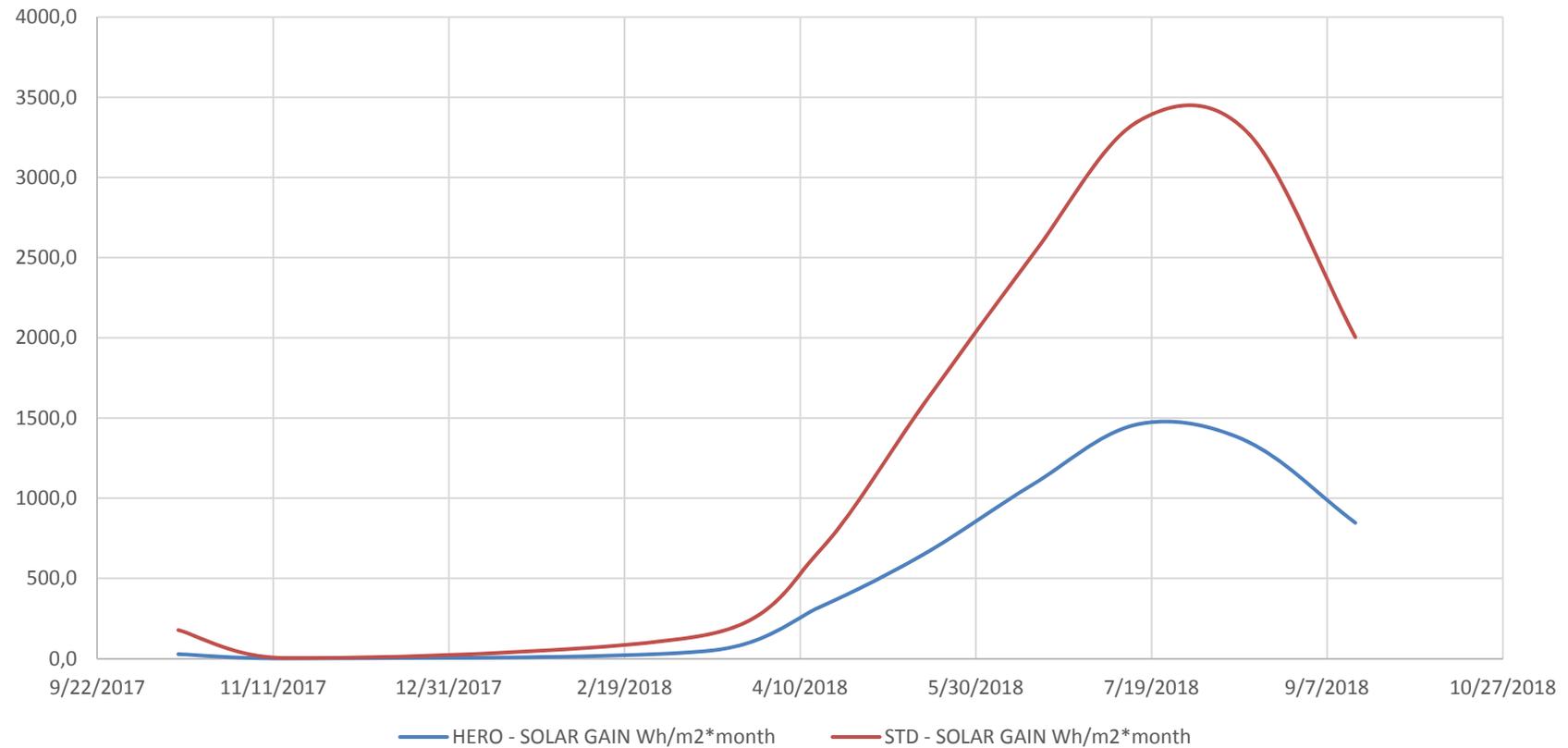
**Approccio CFD**

dominio 3D ottimizzato con confini costituiti da tegole equivalenti, la scatola posta al di sopra serve per impostare le condizioni al contorno.

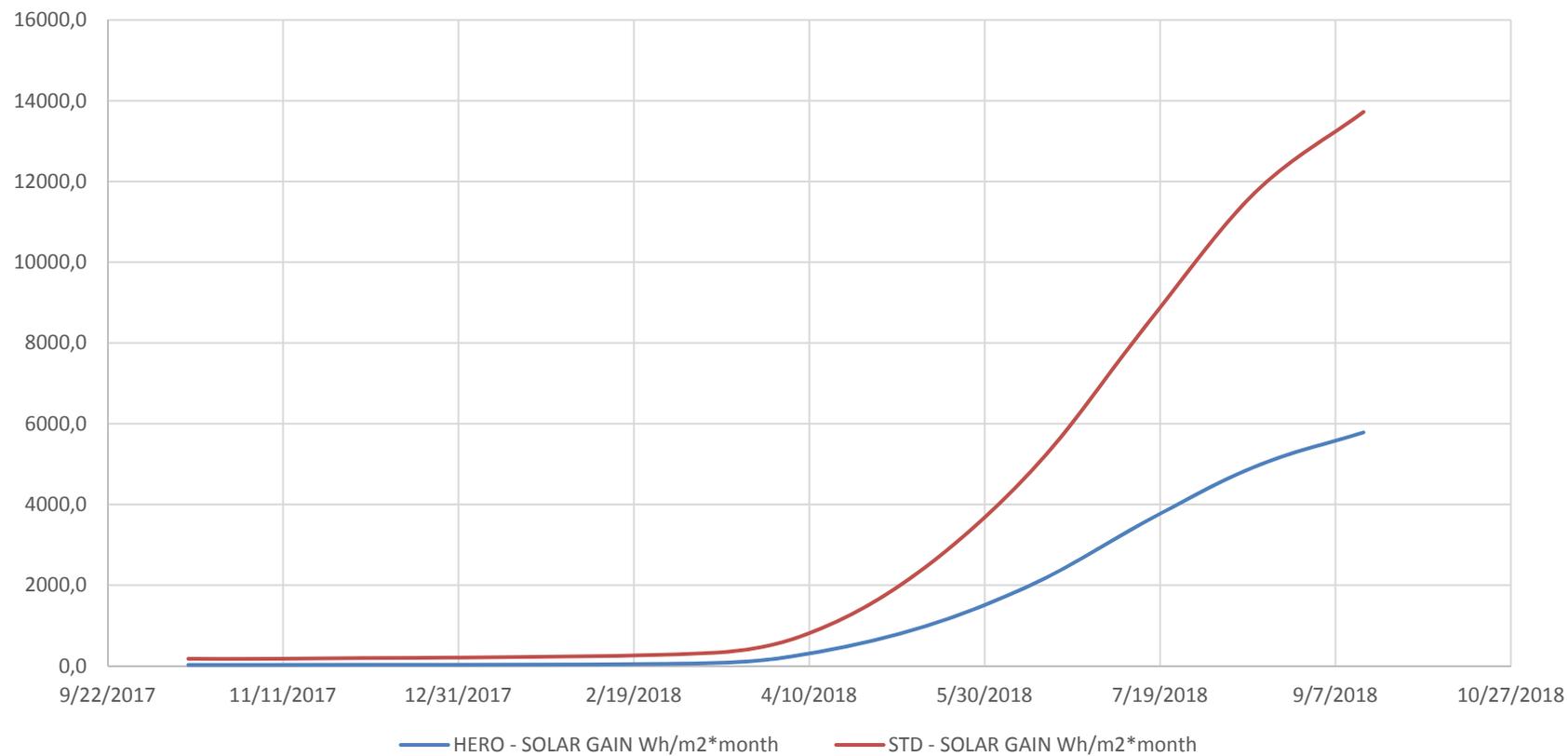


*COMSOL Multiphysics V5.2  
k-ε RANS-based turbulence model  
Boussinesq approximation  
steady-state*

# GUADAGNI SOLARI



# GUADAGNI SOLARI - CUMULATIVO

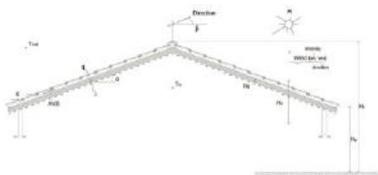




## Obiettivo

Sviluppo di un software per prevedere le prestazioni energetiche globali di un tetto a falda coperto con HEROTILE portoghesi e marsigliesi rispetto ai prodotti già presenti sul mercato.

**SOFTWARE SENSAPIRO: Software Energy Savings Pitched Roofs – AZIONE C5**



SENSAPIRO	Tetto esistente			Sostituzione con tegole HEROTile	HEROTile vs		
	Inclinazione di 20°		Piatto		Tegola*	Lamiera	Piatto
	Tegola*	Lamiera					
Località	Apporto termico kWh/m <sup>2</sup>				riduzione % dell'apporto termico		
Tel Aviv	13,1	20,4	35,2	9,7	-26,2%	-52,6%	-72,6%
Bucarest	11,1	16,6	26,2	8,1	-27,5%	-51,3%	-69,2%
Atene	14,2	21,4	34,8	10,2	-28,5%	-52,6%	-70,8%
Sofia	7,6	11,7	18,2	5,3	-30,0%	-54,5%	-70,8%
Madrid	8,8	15,9	21,2	5,7	-35,4%	-64,0%	-73,1%
Belgrado	10,2	15,4	24,3	6,6	-35,6%	-57,4%	-73,1%
Roma	10,8	15,8	25,1	6,6	-38,5%	-58,0%	-73,6%
Monaco	7,4	11,6	18,1	4,5	-39,0%	-61,0%	-75,1%
Francoforte	7,0	10,9	17,2	3,9	-45,0%	-64,6%	-77,5%
Parigi	6,9	11,0	16,9	3,7	-46,6%	-66,5%	-78,3%
Bruxelles	6,1	9,4	15,2	3,2	-48,3%	-66,2%	-79,2%
Vienna	7,6	12,0	18,7	2,7	-65,2%	-77,7%	-85,8%
<b>Valori medi</b>	<b>15,4</b>			<b>5,8</b>	<b>-38,8%</b>	<b>-60,5%</b>	<b>-74,9%</b>
* Tegola portoghese tradizionale					<b>-58,1%</b>		

SENSAPIRO dai di input:

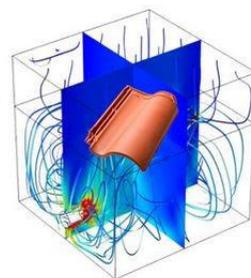
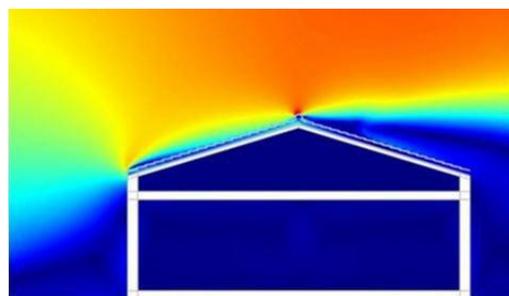
- Periodo: 1 maggio – 30 settembre
- Struttura del tetto, composto da 5 strati:

Strato	Spessore [mm]	Conducibilità termica [W/mK]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Calore specifico [J/kgK]
Intonaco calce e gesso	20	0,54	1500	1000
Blocco forato	200	0,35	750	840
Cls ordinario poco armato	40	1,6	2300	1000
Linoleum	1	0,17	1200	1400
XPS	60	0,036	30	1200

- Temperatura interna impostata su 25 °C

## IMPATTI ATTESI

**Considerando che i tipi di tegole oggetto di ri-progettazione e produzione negli impianti pilota vengono impiegate nel 60 % dei tetti europei, LIFE HEROTILE potrebbe coprire una buona quota di mercato, soprattutto nei Paesi del bacino del Mediterraneo, con 130 milioni di abitanti nel Sud Est Europa paria a quasi 5,2 miliardi di metri quadrati di supercie.**



# VALORE ESTETICO



# VALORE AMBIENTALE



# VALORE AMBIENTALE

Nel mondo di oggi, dove l'attenzione ambientale applicata alle costruzioni è in costante crescita, il tetto a falde gioca un ruolo importante: a seconda del design di ciascun edificio esso può comportare differenti benefici ambientali.

## GLI STUDI PROVANO CHE:

Un recente studio ha comparato il comportamento ambientale di case familiari con diverse soluzioni di tetti basate sui più comuni indicatori di impatto ambientale (standard EN 15804).

Usando lo strumento GPRBouwbesluit ed il database di prodotto Ambientale del Paesi Bassi, lo studio dimostrò che una casa con tetto spiovente realizzata con tegole di terracotta ha un indice migliore (con un minore impatto ambientale) rispetto a case realizzate con tetti piani, infatti lo studio dimostra che:

- 41% di indicatore ambientale migliore in un tetto spiovente di una casa a 2 piani rispetto un tetto piano
- 21% di indicatore ambientale migliore in un tetto spiovente di una casa a 3 piani rispetto un tetto piano
- 25% di indicatore ambientale migliore in un tetto spiovente di una casa a 3 piani rispetto un tetto piano verde

	Falde (45°)	Piano	Piano	Tetto verde
				
Numero di piani	3	2	3	3
Superficie area (m2)	139.2	93	139.2	139.2
Struttura del tetto	legno / tegole in terracotta	cemento	cemento	cemento/verde
Punteggio ambientale (in comparazione con tetto a falde)		+41%	+21%	+25%
Contributo della copertura sull'impatto totale della struttura	7.7%	14.2%	11.1%	14.6%

Fonte: Environmental assessment of flat and pitched roof, KNB, the Netherlands, 2015.

# VALORE AMBIENTALE

## COMPATTO ED ISOLATO

Una casa con una copertura a falde ha un indice di compattezza maggiore del 12.5% rispetto ad una casa con un tetto piano dello stesso livello abitativo.

Questo permette all'edificio di contenere molto più facilmente l'energia termica, e perciò riduce la dispersione dei muri a contatto con l'esterno.

## COMPATTO E ISOLATO



## CALDO IN INVERNO E FRESCO IN ESTATE

Una copertura a falde protegge la facciata di una casa dalle radiazioni solari in estate, evitando così il surriscaldamento; mentre in inverno lascia che il sole scaldi all'interno e protegga l'edificio da pioggia vento.

Un tetto a falde migliora significativamente l'efficienza termica dell'edificio grazie alla naturale ventilazione presente sotto lo strato di tetto che si trova nella parte più esposta. Questo assicura il massimo del comfort sia in estate che in inverno.

## CALDO IN INVERNO, FRESCO IN ESTATE



## RIUTILIZZO ACQUA PIOVANA



## RIUTILIZZO ACQUA PIOVANA

Con un tetto a falde, la raccolta di acqua piovana avviene facilmente. Installando dei sistemi di drenaggio all'esterno di un edificio, è anche possibile evitare i problemi che possono provocare un danno considerevole se il sistema viene bloccato. Un tetto a falde abilita il proprietario dell'edificio nel riutilizzare sostanzialmente più acqua piovana rispetto ad un tetto piatto.

I benefici di un tetto a falde nella pioggia non finiscono qua. Le tegole di una copertura a falde non hanno impatto sulla qualità dell'acqua piovana; una persona può raccogliere acqua da un tetto a falde per vari usi potabili e non-potabili.

# LA SOSTENIBILITA'

**NATURA**



**DUREVOLEZZA NEL TEMPO**



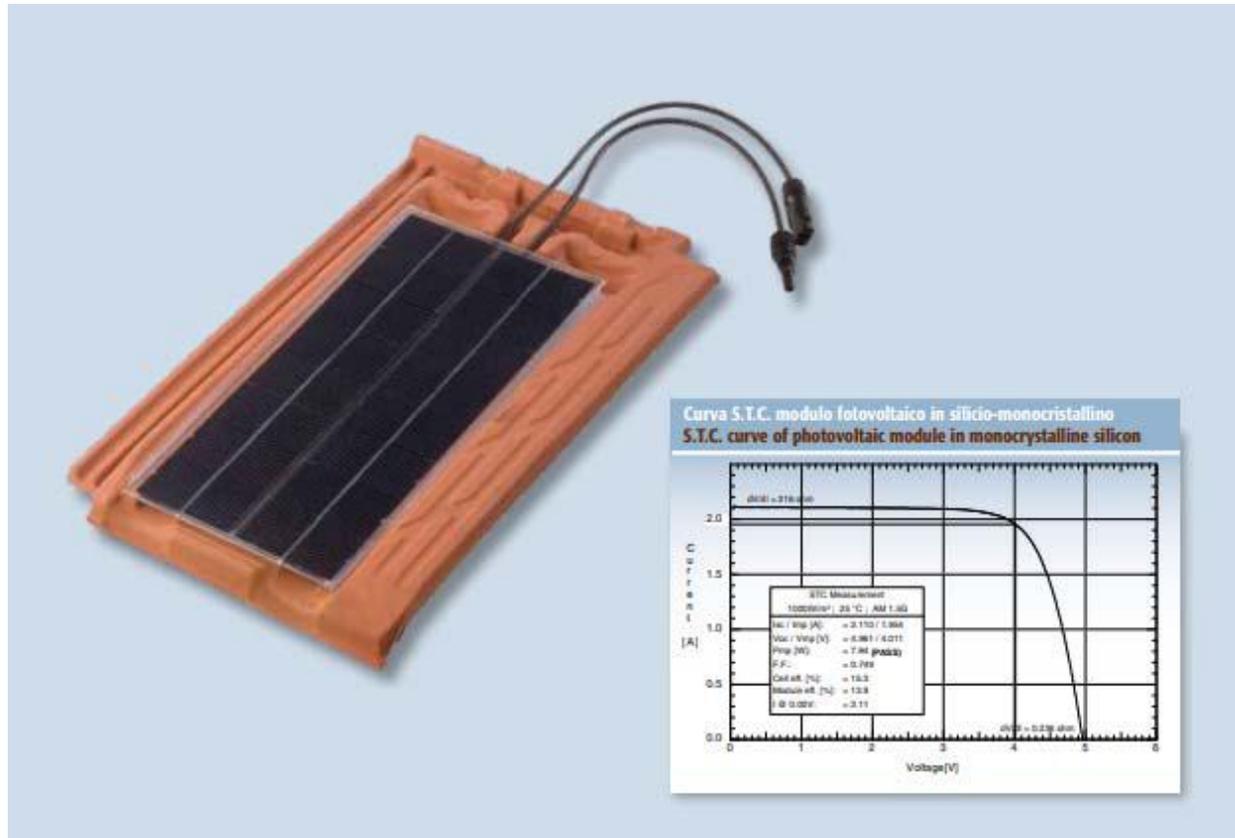
**RI-USO E RICICLO**



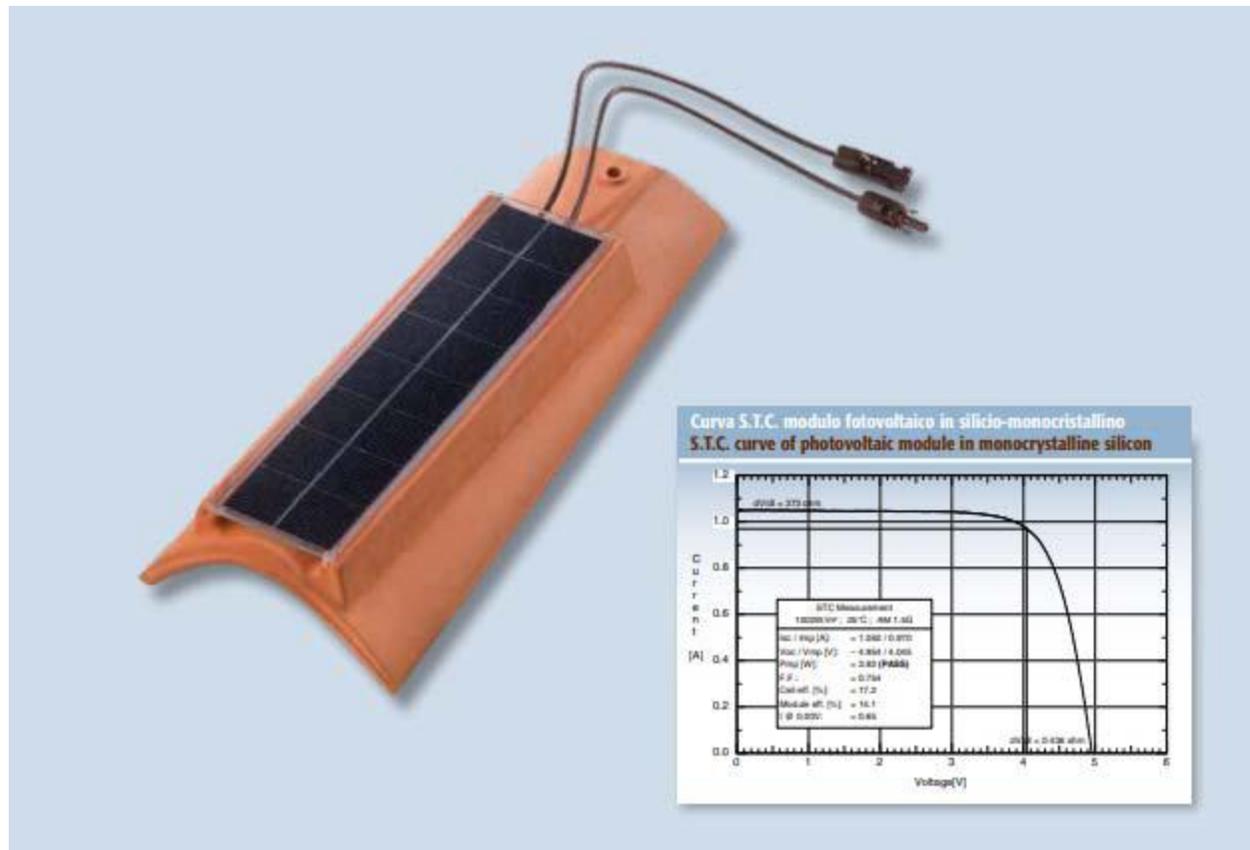
# VALORE ECONOMICO



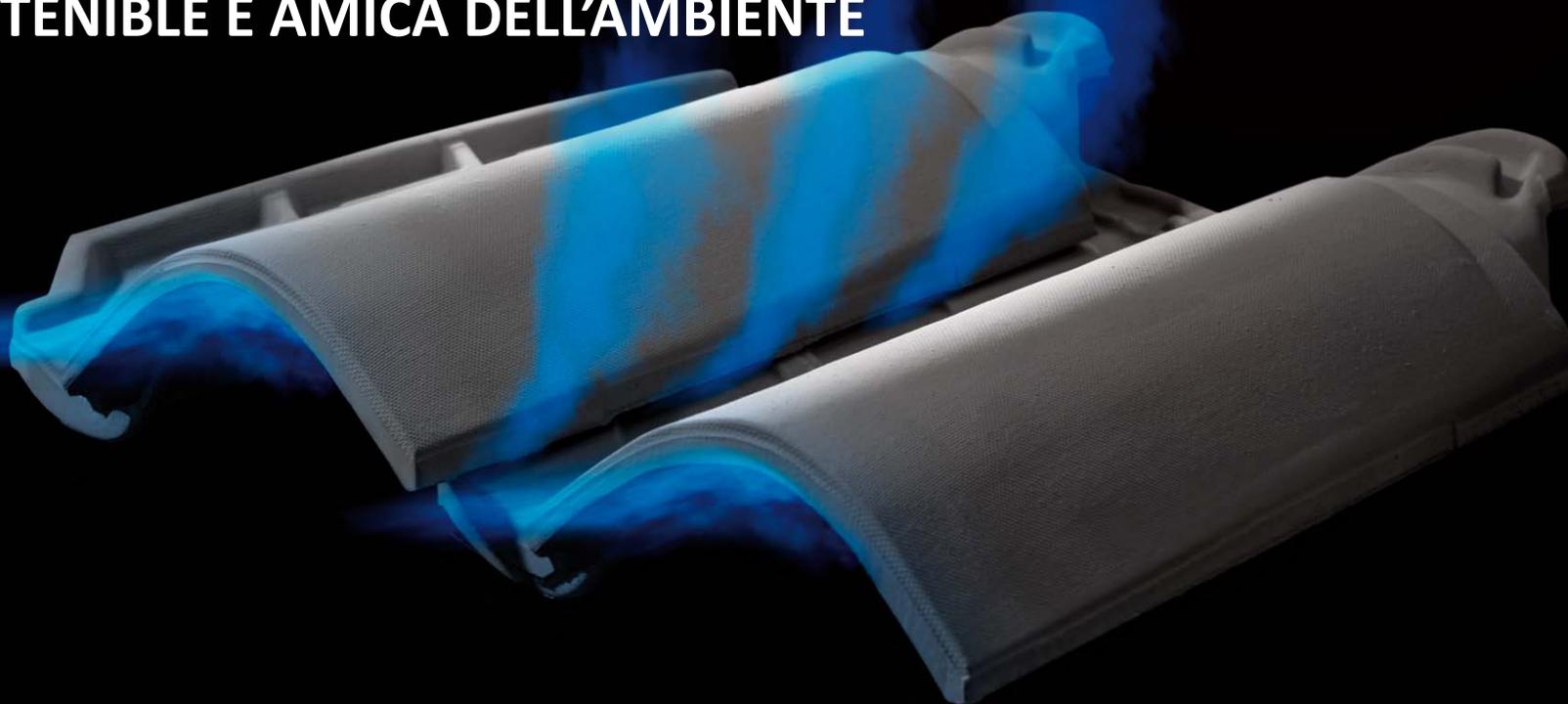
## FOTOVOLTAICO



## FOTOVOLTAICO



# AEROTILE, LA TEGOLA PERFORMANTE, SOSTENIBILE E AMICA DELL'AMBIENTE



## Realizzando una copertura ventilata con la nuova tegola AEROTILE

ha i seguenti benefici.

Sensibile diminuzione annua di produzione di CO<sub>2</sub>, in particolare nei climi mediterranei.



RISPETTO DELL'AMBIENTE



RISPARMIO ENERGETICO

Minor utilizzo dei sistemi di aria condizionata in estate.

Cool roof: elevata riflettanza solare ed elevata emissività termica superiori agli indicatori richiesti dai CAM (Criteri Minimi Ambientali).

Riduzione del calore del sottotetto grazie alla maggiore ventilazione.

Saremo lieti di condividere i risultati di una ricerca sperimentale, da cui risultano, a parità di condizioni, le piu' elevate prestazioni energetiche di AEROTILE rispetto ad altri elementi di copertura.



MAGGIOR RIFLETTANZA



AERAZIONE SOTTO TETTO



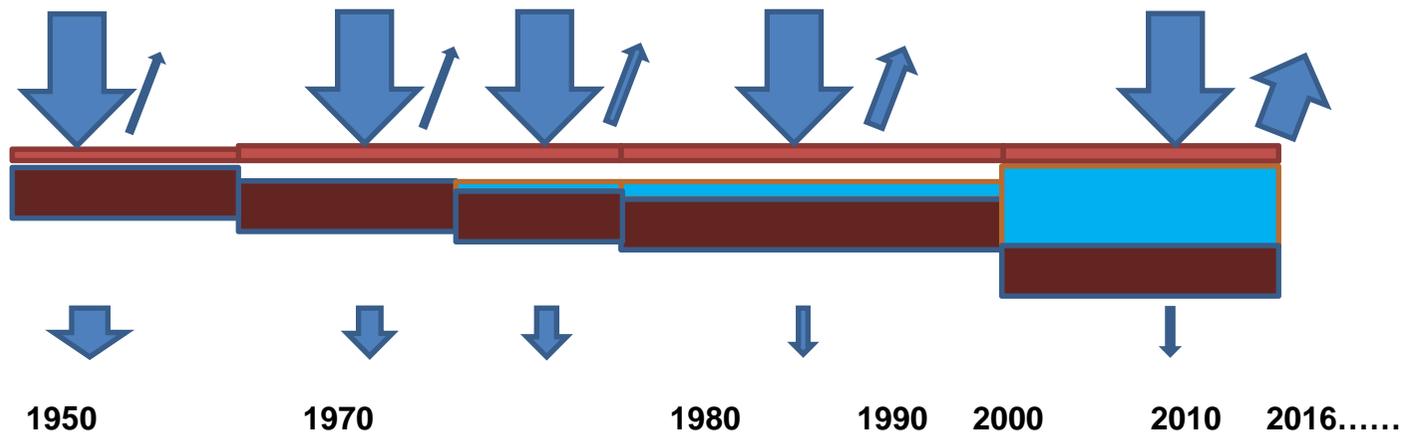
RIDUZIONE EFFETTO CAPPA

# Tecnologia e design, binomio perfetto.

Industrie Cotto Possagno esprime con AEROTILE un concetto di innovazione tecnologica al servizio dell'ambiente, dal design predominante e con un occhio al risparmio energetico con una prestazione illimitata nel tempo.

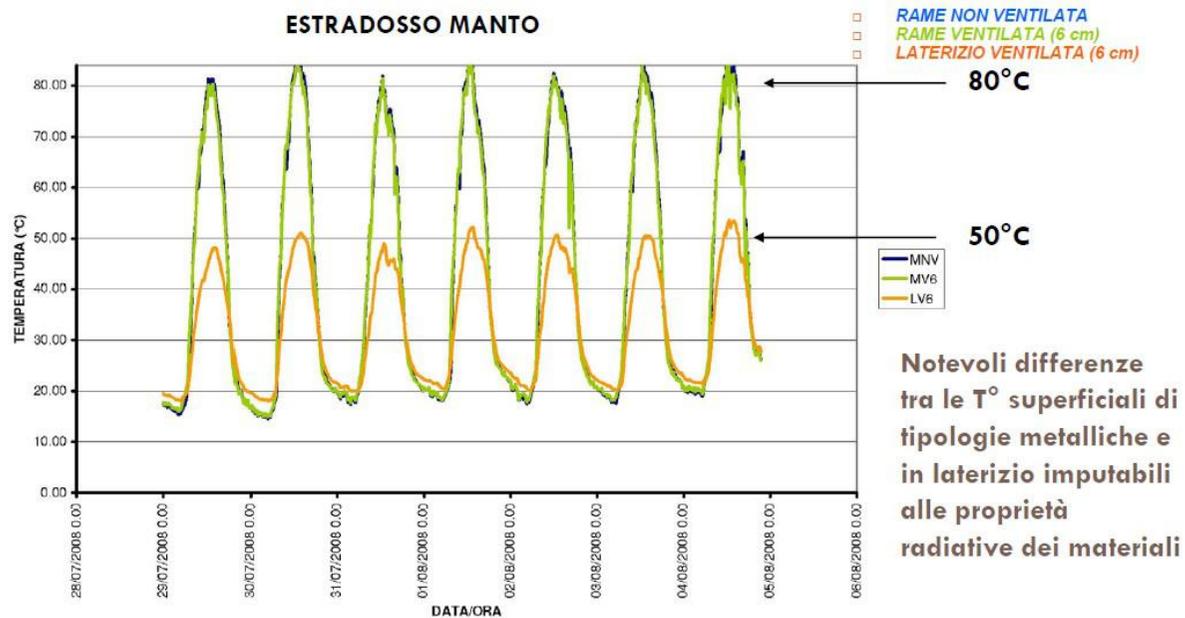


# Problematiche aperte



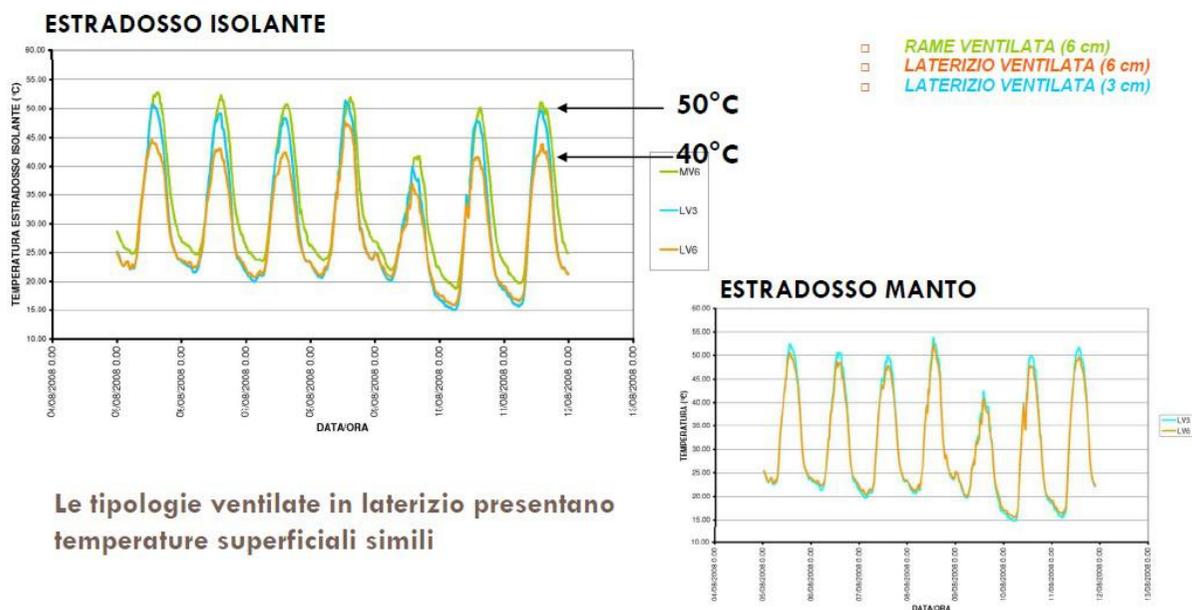
# Le temperature

## Monitoraggio mese di Agosto – temperature



# Le temperature

## Monitoraggio mese di Agosto – temperature



## CONCLUSIONI

- L'incremento degli spessori di isolamento determinerà riduzioni nei consumi energetici in fase di invernale ma non riuscirà da solo a migliorare le condizioni di confort ambientale in fase estiva per ambienti sottotetto.
- Si assisterà ad un possibile peggioramento delle condizioni ambientali interne in relazione all'effetto "scatola" ed al disaccoppiamento termoisometrico del manto.
- Occorrerà ripensare alcune strategie volte alla minimizzazione degli effetti di surriscaldamento.
- Da un punto di vista isometrico le tipologie non ventilate potranno manifestare problemi sia di formazione muffe (con solai lignei) sia di variazione di conducibilità dell'isolante se igroscopico.
- Le coperture metalliche tendono ad innalzare le temperature superficiali interne con problemi di confort ambientale rispetto ad una copertura con manto in laterizio.
- L'adozione di un solaio in laterocemento risulta significativo nello stabilizzare le oscillazioni nella temperatura superficiale interna del solaio.
- **Senza appropriate progettazioni e l'uso di materiali coerenti, il problema del fenomeno dell' «Isola di Calore» nelle città andrà drammaticamente peggiorando.**

# SUPER HERO

## OBIETTIVI DELLA PROPOSTA PRESENTATA

- Introdurre e diffondere il concetto di "permeabilità all'aria delle tegole" all'interno delle norme UE obbligatorie (EN, ETA) e delle certificazioni ambientali volontarie (ad esempio LEED);
- Definire le procedure di calcolo per prendere in considerazione questa proprietà all'interno delle diverse legislazioni nazionali in materia di consumo energetico dell'edificio e prestazioni igrotermiche.
- Promuovere le migliori pratiche per istruire le parti interessate, i progettisti e i lavoratori, sulla base del concetto di tetto performante e sostenibile.

103

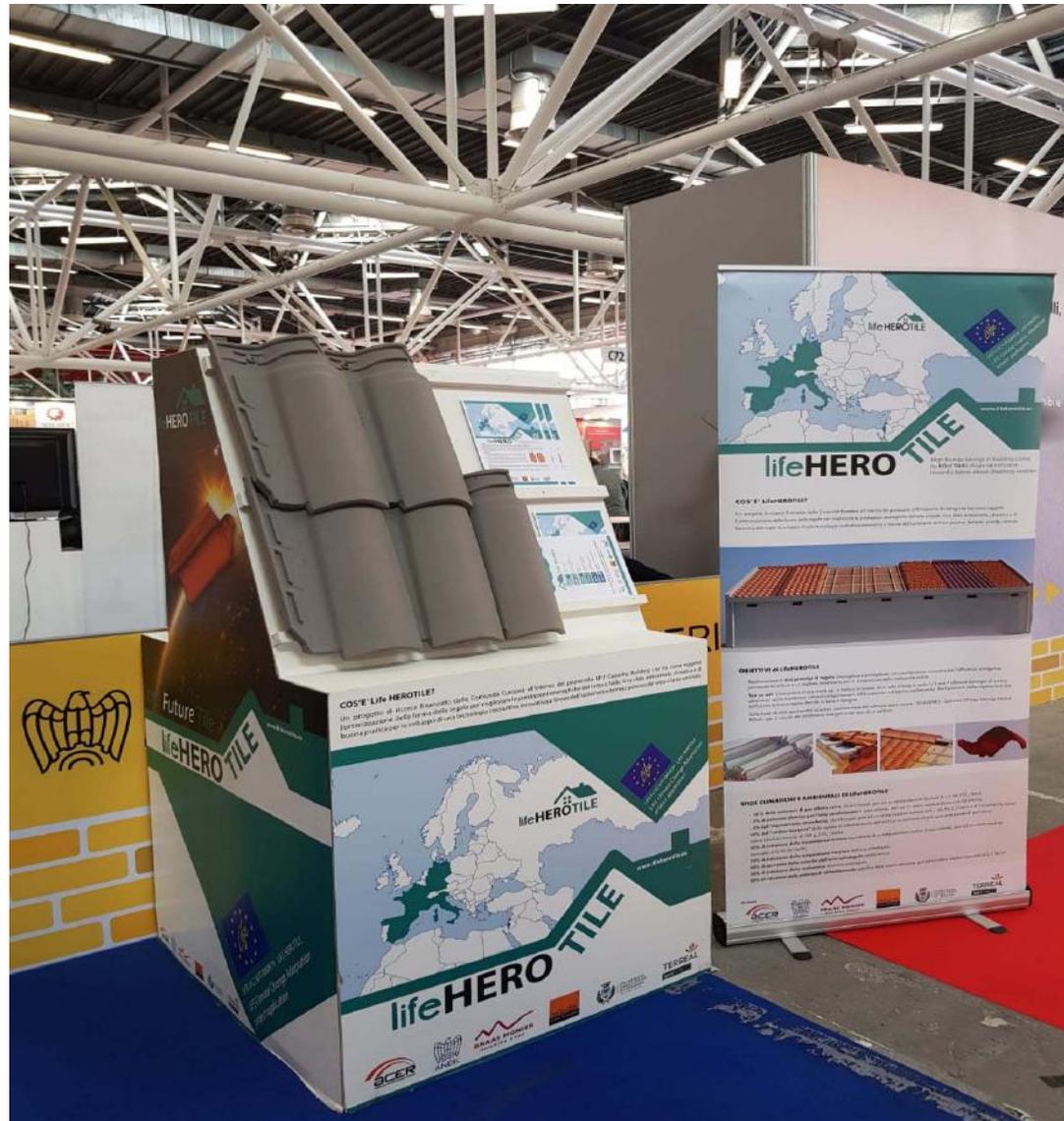
# SUPERHERO

## PERCORSO DI LAVORO

- WP1 - BREVE TERMINE Diffusione nella comunità professionale (architetti, ingegneri) del "concetto di permeabilità all'aria" e sui relativi impatti e risparmi ambientali (ad es. Evidenza di risparmio GWP);
- WP2 - MEDIO TERMINE Sviluppo di uno standard ETA denominato ad es. "Kit per tegole ventilate / permeabili".
- WP3 - MEDIO E LUNGO TERMINE Miglioramento delle capacità dei lavoratori di assemblare tetti con «tegole ventilate / permeabili".
- WP4 – MEDIO E LUNGO TERMINE Sviluppo di Sensapiro 4.0

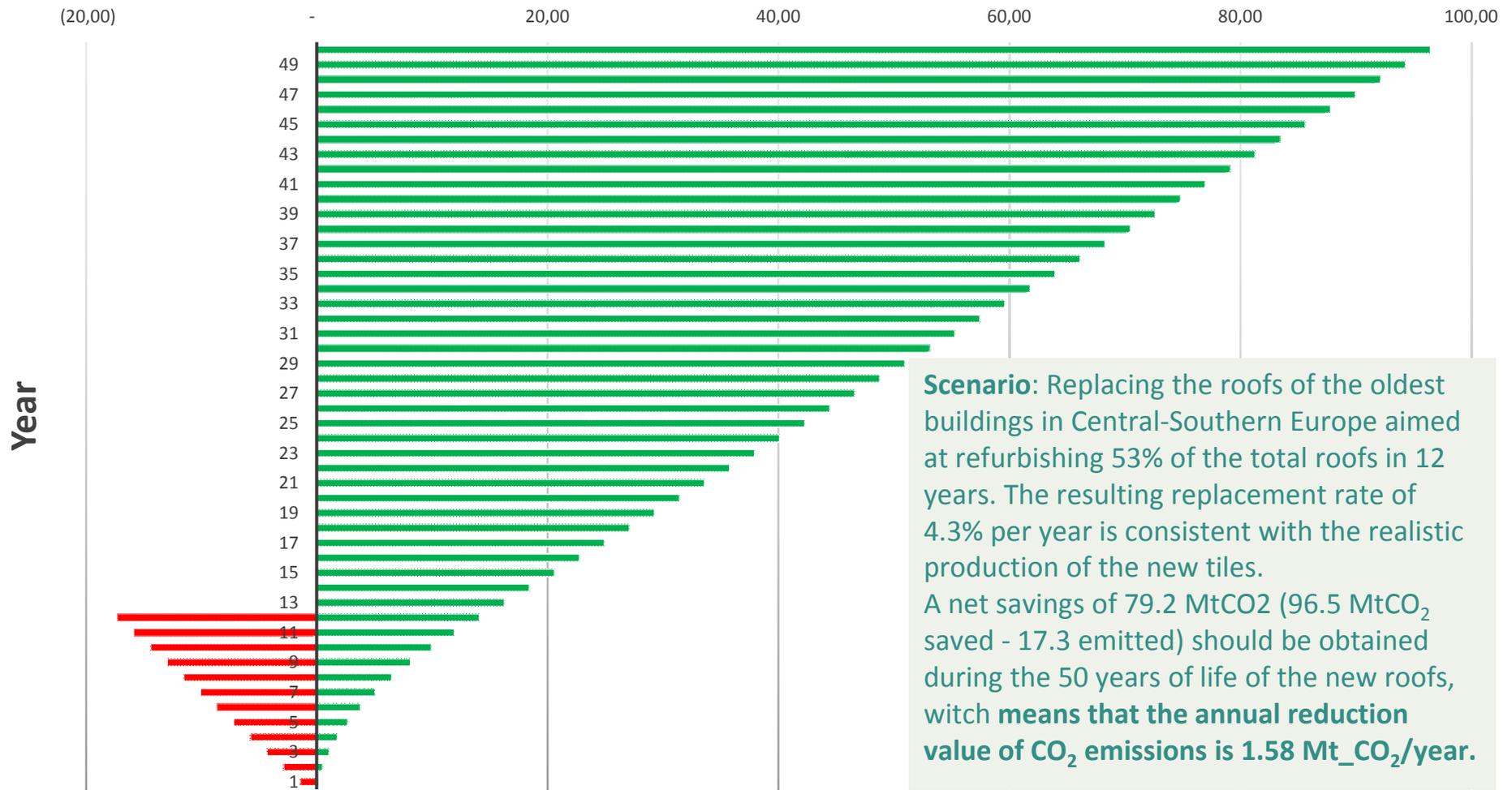
## PERCORSO DI LAVORO

- WP5 - LUNGO TERMINE Sviluppo di documenti tecnici utili per valutare la trasmittanza termica e l'SRI dei tetti ventilati e non.
- WP6 - LUNGO TERMINE Sviluppo di uno standard CEN denominato "Permeabilità all'aria delle tegole: metodi di definizione e misurazione".
- Invitare, attraverso le best practis, le amministrazioni pubbliche a favorire, con provvedimenti concreti, la progettazione di tetti a falda ventilati con sottotetto abitato.



# CO2 saved - refurbishment rate 4.3%/Y

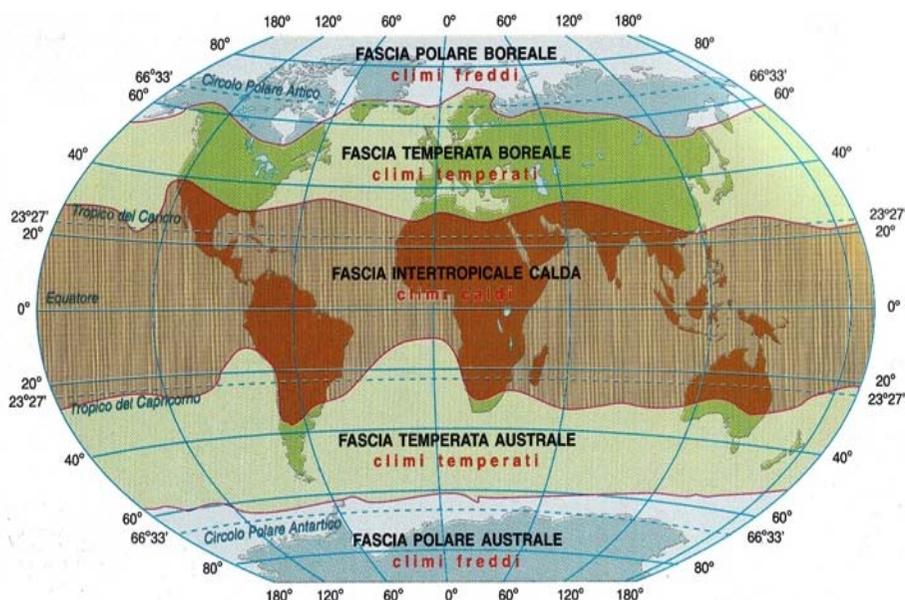
Mt CO2



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
■ Saved	0	0	1	1	2	3	5	6	8	9	11	14	16	18	20	22	24	27	29	31	33	35	37	40	42	44	46	48	50	53	55	57	59	61	63	66	68	70	72	74	76	79	81	83	85	87	89	92	94	96
■ Emitted	(1	(2	(4	(5	(7	(8	(1	(1	(1	(1	(1																																							

# Le emissioni di CO2 degli edifici nel mondo è in costante e preoccupante aumento

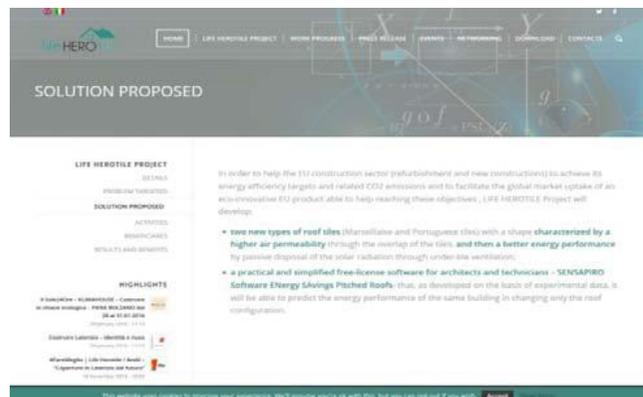
- Circa 6 miliardi di persone vivono in zone calde e temperate.



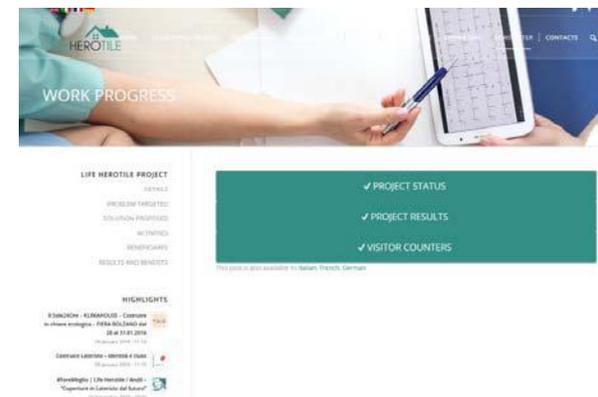
Ipotizzando una superficie adibita con un tetto paria a soli 100 m<sup>2</sup>, se 500 milioni di tetti utilizzassero le nuove tegole HEROTILE traspiranti, permetterebbe un **abbattimento annuo delle emissioni CO2 paria a 40 milioni di tonnellate**, senza tener conto del benefico effetto di riduzione del fenomeno isola di calore nelle città .

E' possibile registrarsi al sito web per ricevere aggiornamenti sulla ricerca e scaricare SENSAPIRO

<http://www.lifeherotile.eu>



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



**Progetto LIFE HEROTILE**  
**«High Energy savings in building  
cooling by Roof TILES»**

## **Dibattito & conclusioni**

### **RINGRAZIAMENTI**

Dott. Giovanni Zannoni

Dott. Michele Bottarelli



**grazie per l'attenzione, buona continuazione**

*Mario Cunial*