

Attività ENEA sui *cool material*: caratterizzazione e potenzialità di risparmio energetico

M. Zinzi
ENEA

Innovazioni nel campo delle proprietà antisolari nei materiali per l'edilizia
Facoltà di Ingegneria "Enzo Ferrari" – 22/02/12



Sommario

- Introduzione ENEA
- Attività finanziate su *cool material*
- Caratterizzazione di *cool material* nei laboratori ENEA
- Impatto di *cool roof* sulle prestazioni energetiche degli edifici: casi studio e analisi numeriche

Unità tecnica per l'efficienza energetica - ENEA

- **Obiettivi**
 - contribuire al raggiungimento degli obiettivi nazionali di risparmio energetico
 - accelerare il processo di adozione di tecnologie-chiave per un uso più efficiente dell'energia
 - rafforzare le capacità di innovazione e la competitività delle imprese
 - creare condizioni per lo sviluppo del mercato interno dell'efficienza e dei servizi energetici.
- **Destinatari**
 - governo e istituzioni pubbliche centrali e locali
 - sistema produttivo
 - cittadini
- **Strategie di intervento**
 - promuovere la domanda di maggiore efficienza da parte dei consumatori finali
 - facilitare la cooperazione tra autorità pubbliche, sistema economico e finanziario, organismi di ricerca
 - favorire lo sviluppo e la diffusione di tecnologie alto potenziale applicativo ed innovativo
 - sviluppare prototipi e impianti dimostrativi, trasferire tecniche e metodologie, fornire servizi avanzati ad elevato contenuto tecnologico e innovativo e/o di sistema

Attività ENEA su Cool Material

- Laboratorio per la caratterizzazione di sistemi trasparenti complessi
- Caratterizzazione ottica e termica di materiali da costruzione
- Analisi energetiche a scala edificio – diverse destinazioni d'uso, tipologia edilizia, caratteristiche termo-fisiche dell'involucro
- Tesi di laurea
- Presentazioni a conferenze e pubblicazioni scientifiche

Attività ENEA su Cool Material

- Partecipazione al Progetto PROMOTION OF COOL ROOFS IN THE EU (IEE-SAVE)
- Adesione a EUROPEAN COOL ROOF COUNCIL
- Attività inserita nell'Accordo di Programma MSE RICERCA SISTEMA ELETTRICO
 - Innovazione settore elettricità (generazione, distribuzione, usi finali)
 - ENEA, CNR, RSE, Università, altri enti di ricerca
 - Da 3 anni sono finanziate attività sul tema dei cool roofs

Attività ENEA su Cool Material

Università di Modena e Reggio Emilia (2011) **Sviluppo di materiali ad elevata riflessione solare per l'ottimizzazione delle prestazioni energetiche degli edifici durante la stagione estiva**

SSV (2011) **Sviluppo di una tecnica di estrapolazione dell'emissività spettrale a partire dai dati misurati con sfera integratrice al medio infrarosso**

CNR IIA (2011) **Elaborazione dati del sensore MIVIS per l'individuazione di elementi e materiali da costruzione e analisi del comportamento termico, in aree campione, preventivamente selezionate nell'area metropolitana di Roma**

Politecnico di Milano (2012) **Valutazione delle prestazioni di cool materials esposti all'ambiente urbano**

Università Roma Tre (2010) **Impatto di tecnologie Cool Roof sulle prestazioni energetiche degli edifici. Caso studio**

Università Roma Tre (2011) **Impatto di cool material sulla mitigazione dell'isola di calore urbana e sui livelli di comfort termico negli edifici**

INRIM (2010) **Proprietà ottiche e termiche dei manti stradali e condizioni di applicazione nell'illuminotecnica e nell'analisi dell'isola di calore urbana**

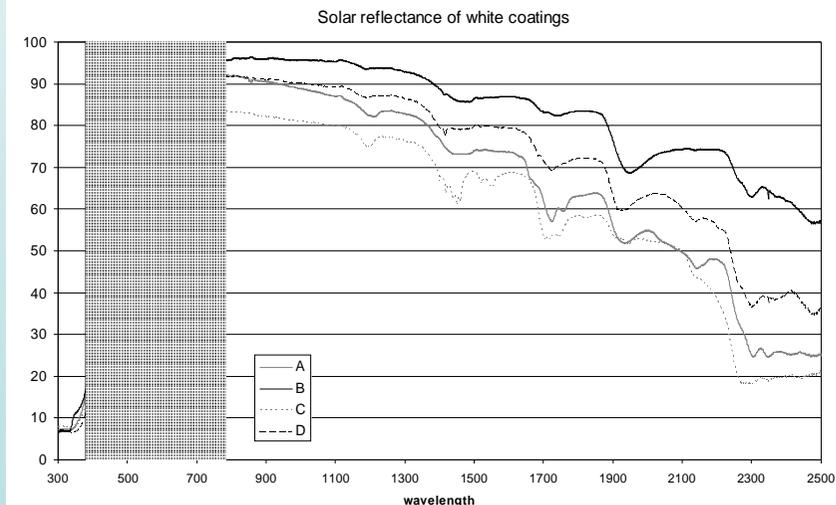
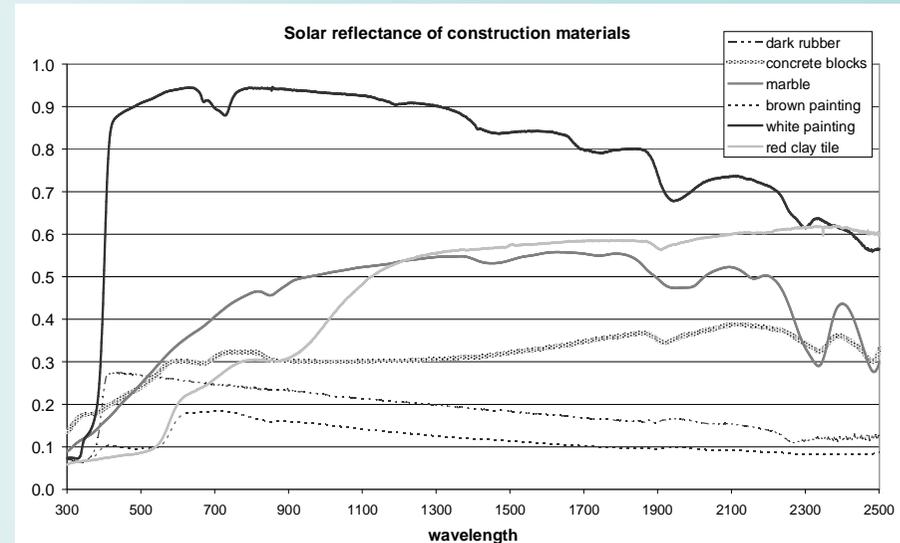
Download gratuito dei report:

http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/ricerca-di-sistema-elettrico/Risparmio-energia-elettrica/risparmio-di-energia-elettrica-nel-settore-civile



Caratterizzazione ottica di cool material

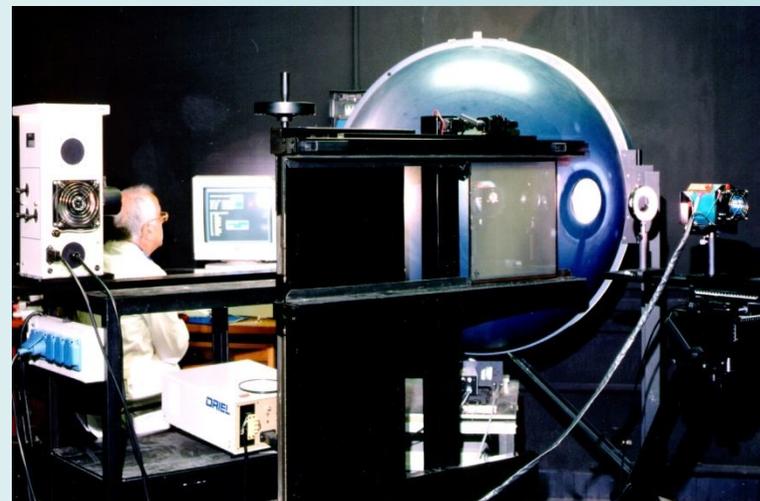
- Misura di riflettanza solare
 - Misura diretta (riflettometri)
 - Misura spettrale e successiva integrazione con curve peso di riferimento
- Norme di riferimento (ASTM, EN, ISO)
- Misure spettrali danno indicazione della qualità del prodotto (comportamento negli range del visibile e del vicino infrarosso)
- Spettrofotometro Perkin Elmer 950 a doppio raggio con sfera integratrice in spectralon e riferimenti calibrati



Caratterizzazione ottica di cool material

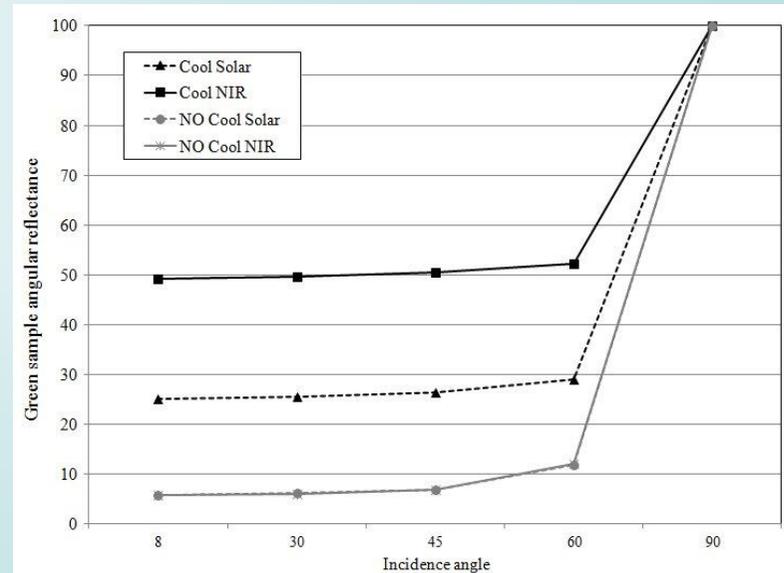
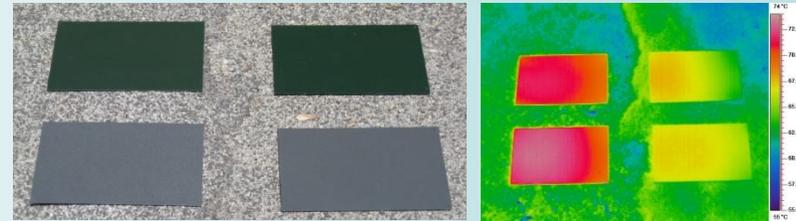
- Limiti
 - Misura su materiali omogenei
 - Misura ad incidenza normale
- Sfera integratrice di grande diametro:
 - D sfera 75/100 → 12/15 (cm)
 - D porta 15/25 → 2/3 (cm)
 - D fascio 5-10 → 1/2 (cm)
- Misure ad angoli di incidenza fino a 60°
- Svantaggi:
 - misure più complesse e laboriose
 - minore accuratezza agli estremi dello spettro solare (2.5%)
- Test su alluminio colorato

– Strumento	Cool	Standard
– SPFT	25.1	5.9
– Sfera Int	24.2	5.7



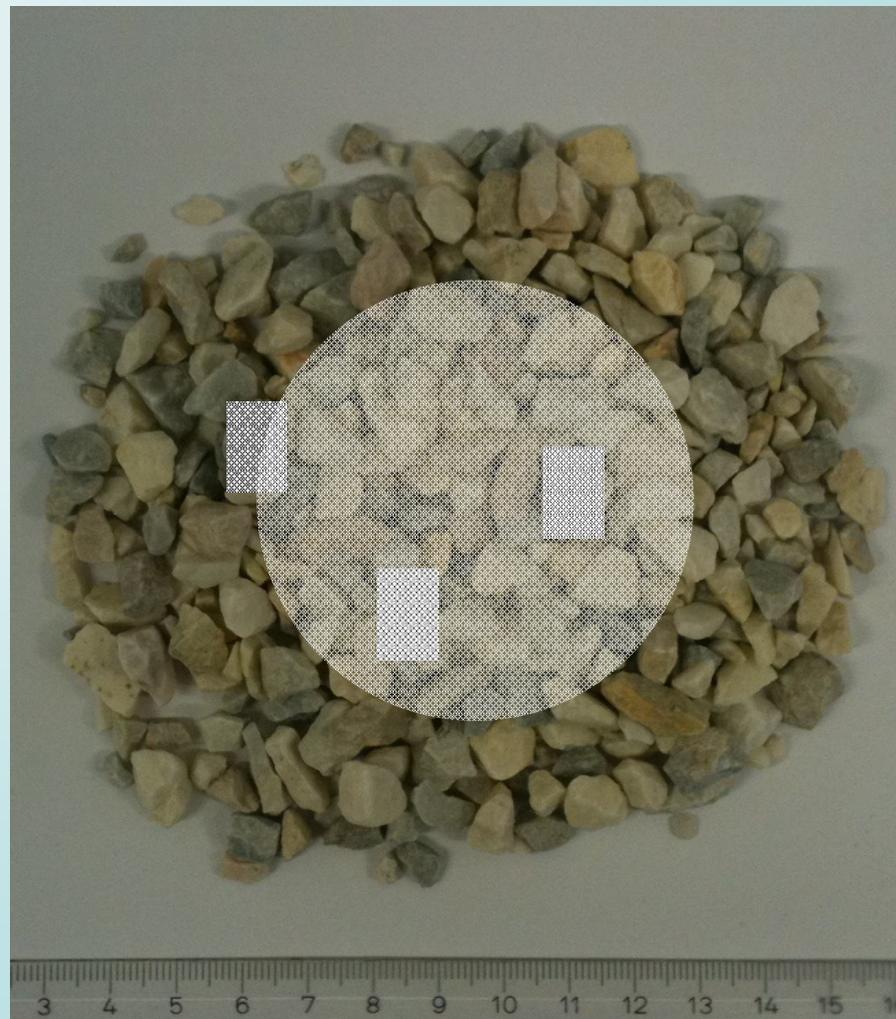
Caratterizzazione ottica di cool material

- Limiti
 - Misura su materiali omogenei
 - Misura ad incidenza normale
- Sfera integratrice di grande diametro:
 - D sfera 75/100 → 12/15 (cm)
 - D porta 15/25 → 2/3 (cm)
 - D fascio 5-10 → 1/2 (cm)
- Misure ad angoli di incidenza fino a 60°
- Svantaggi:
 - misure più complesse e laboriose
 - minore accuratezza agli estremi dello spettro solare (2.5%)
- Test su alluminio colorato
 - Strumento Cool Standard
 - SPFT 25.1 5.9
 - Sfera Int. 24.2 5.7



Caratterizzazione ottica di cool material

- Limiti
 - Misura su materiali omogenei
 - Misura ad incidenza normale
- Sfera integratrice di grande diametro:
 - D sfera 75/100 → 12/15 (cm)
 - D porta 15/25 → 2/3 (cm)
 - D fascio 5-10 → 1/2 (cm)
- Misure ad angoli di incidenza fino a 60°
- Svantaggi:
 - misure più complesse e laboriose
 - minore accuratezza agli estremi dello spettro solare (2.5%)
- Test su alluminio colorato
 - Strumento Cool Standard
 - SPFT 25.1 5.9
 - Sfera Int. 24.2 5.7
- Misure su materiali disomogenei



Caratterizzazione termica di cool material

- ASTM E408-71(2002) Standard Test Methods for Total Normal Emittance of Surfaces Using Inspection-Meter Techniques
- Annex D of prEN 16012 (2010) Thermal insulation for buildings - Reflective insulation products - Determination of the declared thermal performance

Limiti

- Misura integrata
- Incertezze di misura
- Caratteristiche dei materiali

Vantaggi

- Costi ridotti
- Impatto ridotto dell'emissività

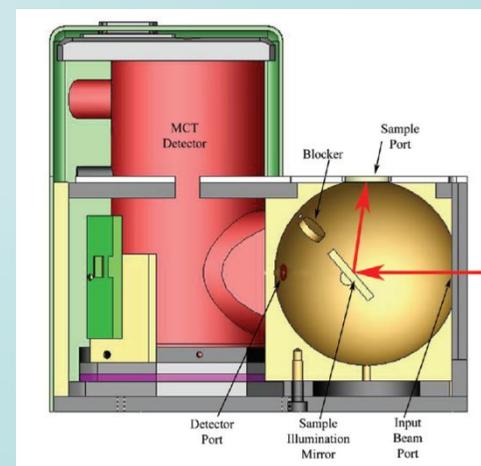
- Sfera integratrice con rivestimento in oro in spettrometri all'infrarosso

Vantaggi

- Misura molto accurata
- Analisi spettrali

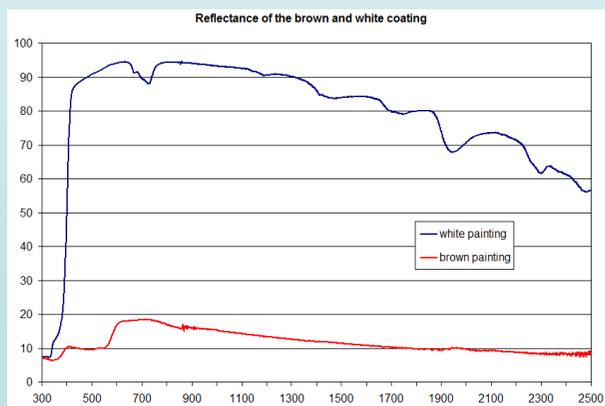
Limiti

- Costi più elevati
- Analisi su spettro parziale



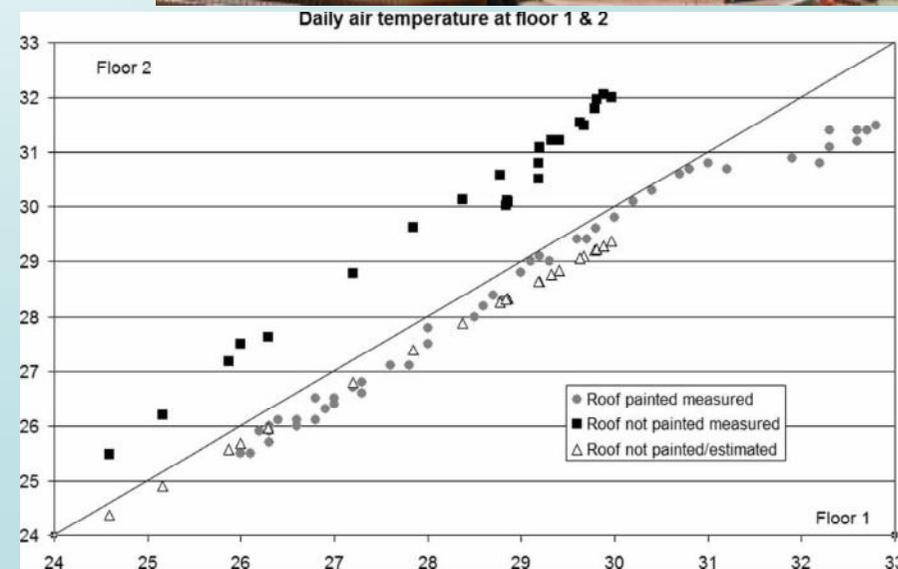
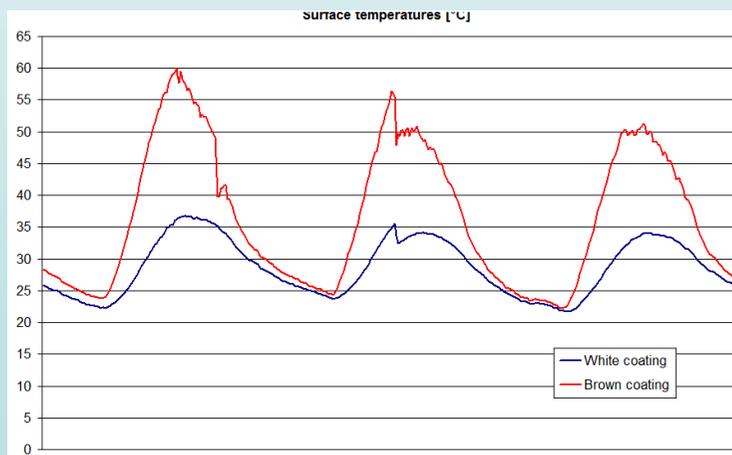
Impatto di cool materials in edifici reali – caso 1

- Edificio sperimentale *Casa Intelligente* presso il CR- ENEA Casaccia
- Applicazione di 30m² in corrispondenza del *salone*. Vernice bianca su coating marrone
- Analisi in free floating prima e dopo l'applicazione del prodotto
- Edificio con buon isolamento termico



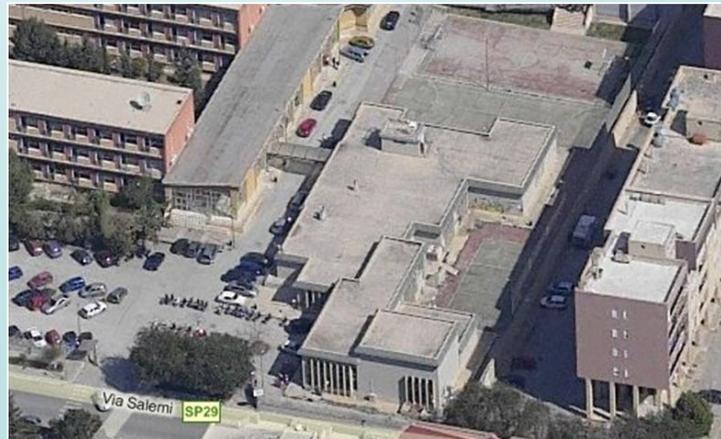
Impatto di cool materials in edifici reali – caso 1

- Prima dell'intervento le temperature mediate sul periodo al piano 1 e 2 sono: 28.3 e 30°C.
- Secondo periodo, temperatura al piano 2 è minore del piano due nel 97% del monitoraggio.
- Stima dell'impatto della vernice sul periodo 1: T media è 27.9°C!

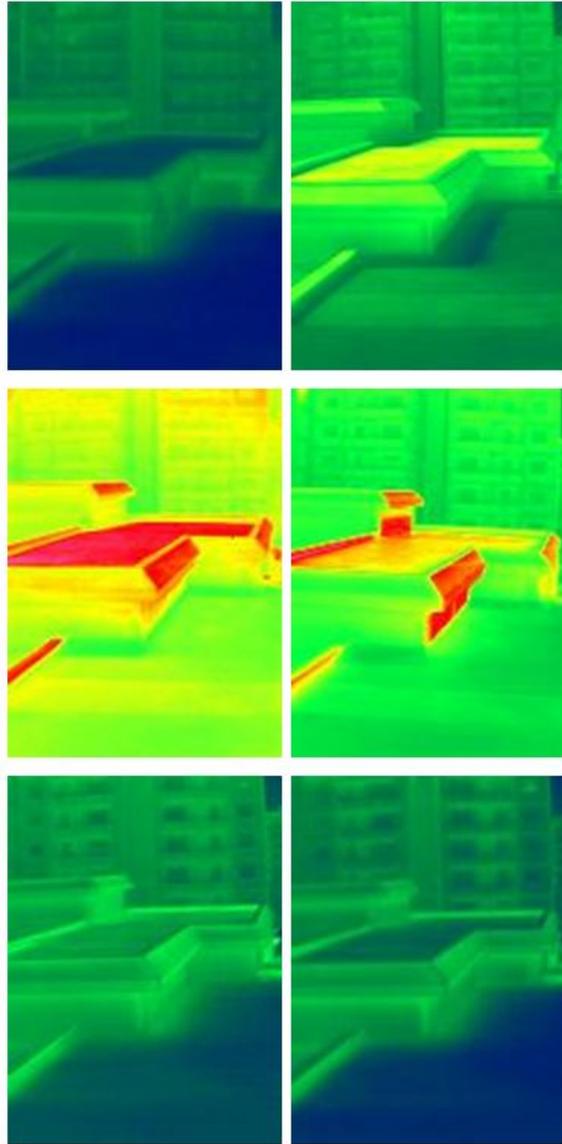


Impatto di cool materials in edifici reali – caso 2

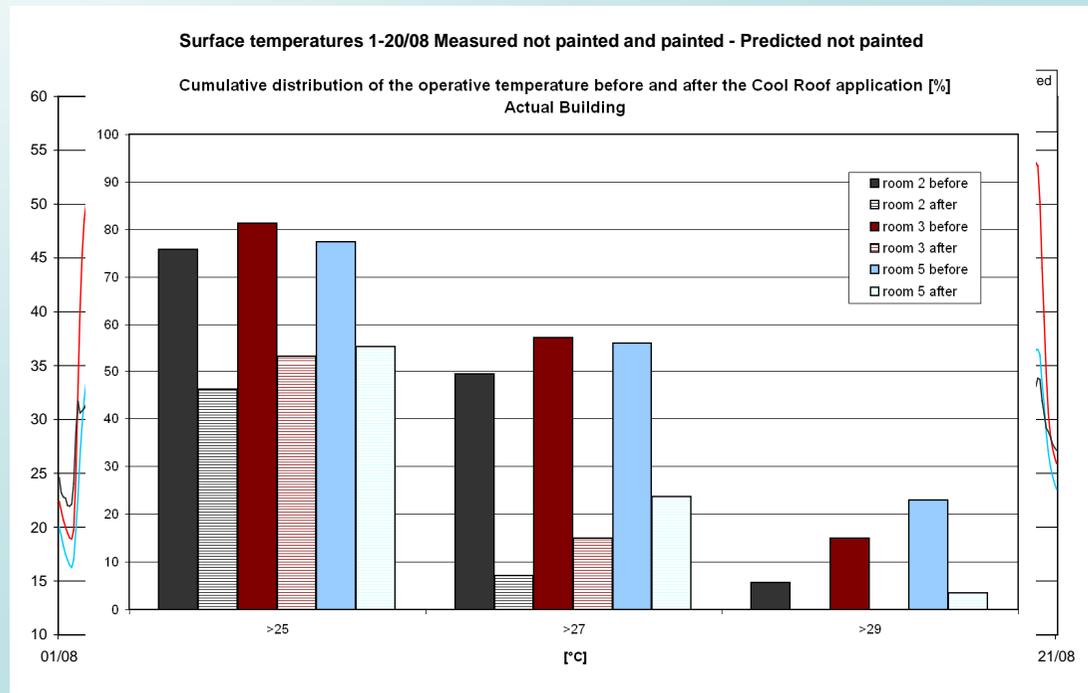
- Edificio in plesso scolastico a Trapani, 700 metri quadrati.
- Vernice bianca su lastricato cementizio
- Caso studio del Progetto Cool Roof, Anno 2008
- Gravi problemi di surriscaldamento estivo
- Edificio termicamente non isolato



Impatto di cool materials in edifici reali – caso 2

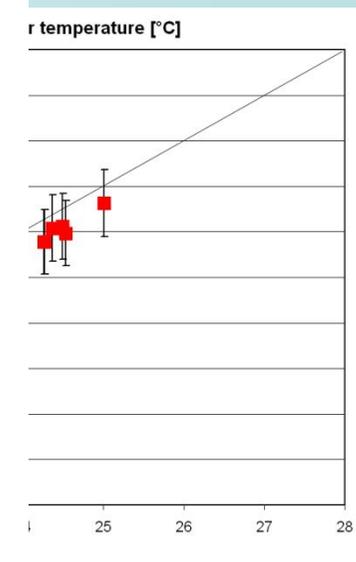
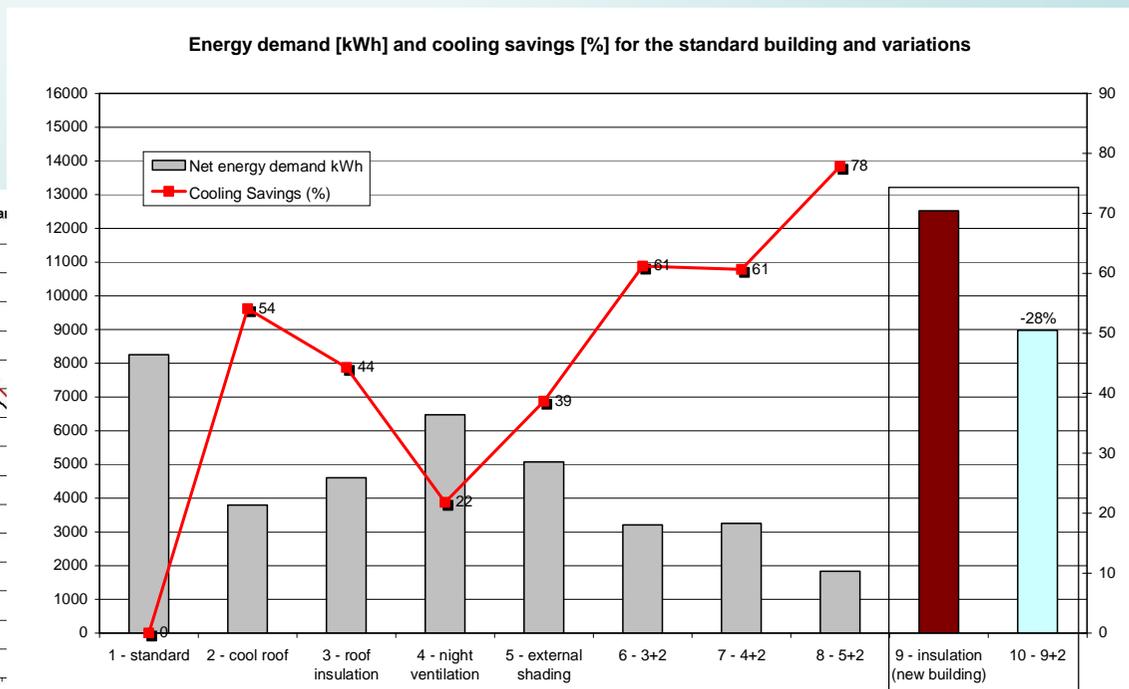
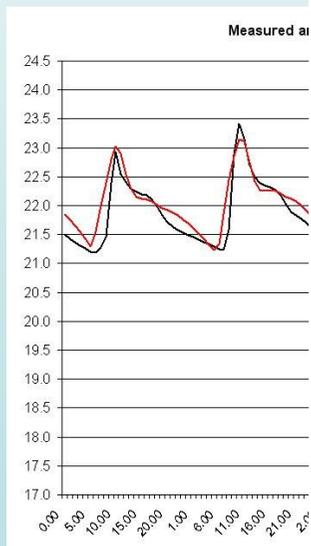


- Comparazione delle temperature superficiali in superfici trattate ed originali.
- Incremento delle temperature superficiali rispetto alla temperatura ambiente.
- Impatto sulle temperature interne



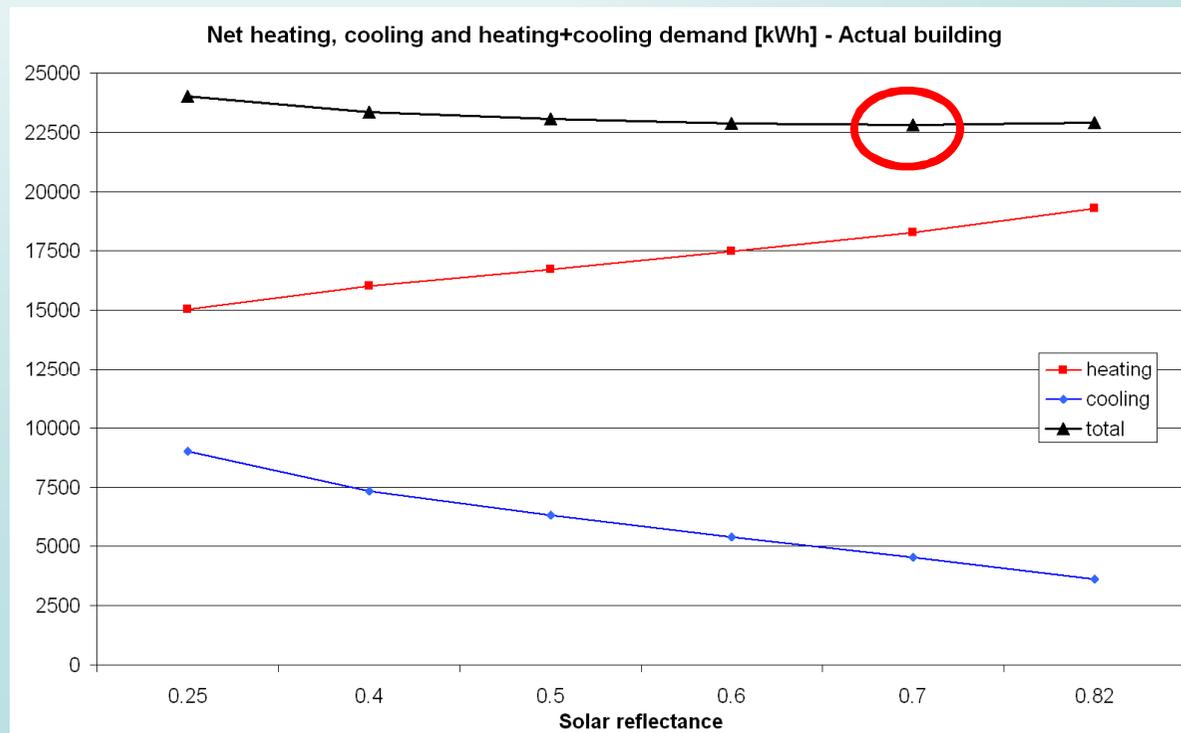
Impatto di cool materials in edifici reali – caso 2

- Edificio monitorato in free floating e modello esportato in un modello di simulazione dinamica, previa adeguata calibrazione.
- Simulazioni per verifica del risparmio energetico conseguibile
- Edificio originale -54%, edificio isolato -28%



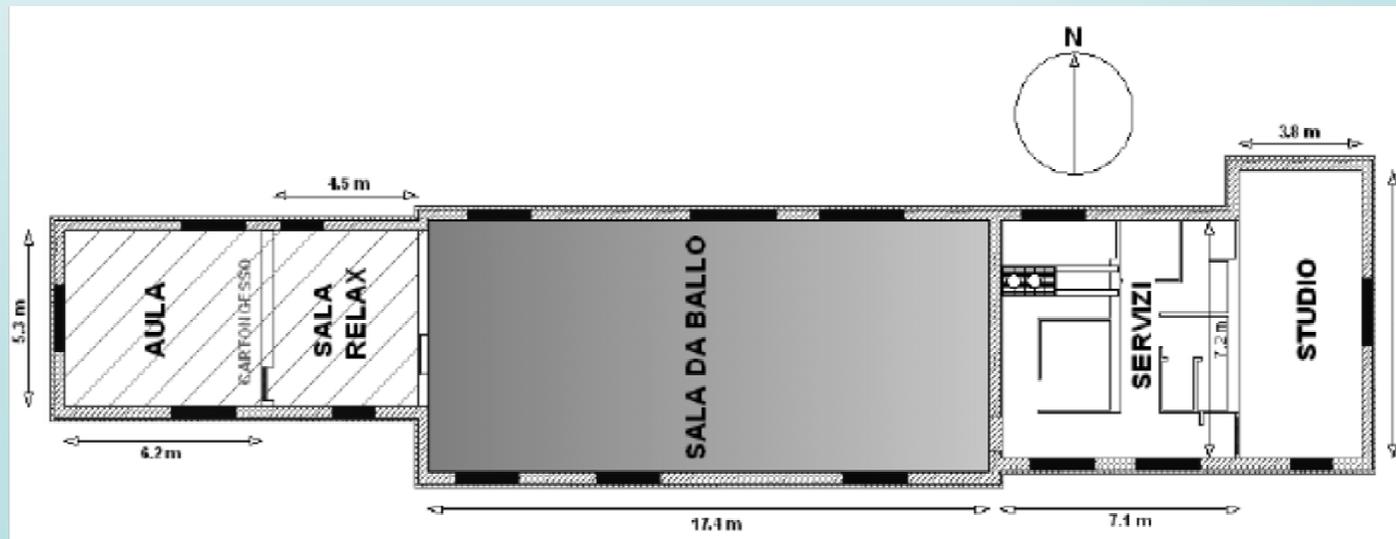
Impatto di cool materials in edifici reali – caso 2

- Considerazioni: bilancio termico sull' involucro su base annuale (climatizzazione estiva+invernale) è (circa) in pareggio → vantaggi estivi molto ridotti dalle perdite invernali (-4.6%):
 - Valutare l'impatto su tutto l'anno solare, considerando i consumi prevalenti
 - Scegliere il parametro di confronto (energia netta, energia primaria, risparmio economico)
 - Scegliere adeguatamente il prodotto (coefficiente di riflessione solare)



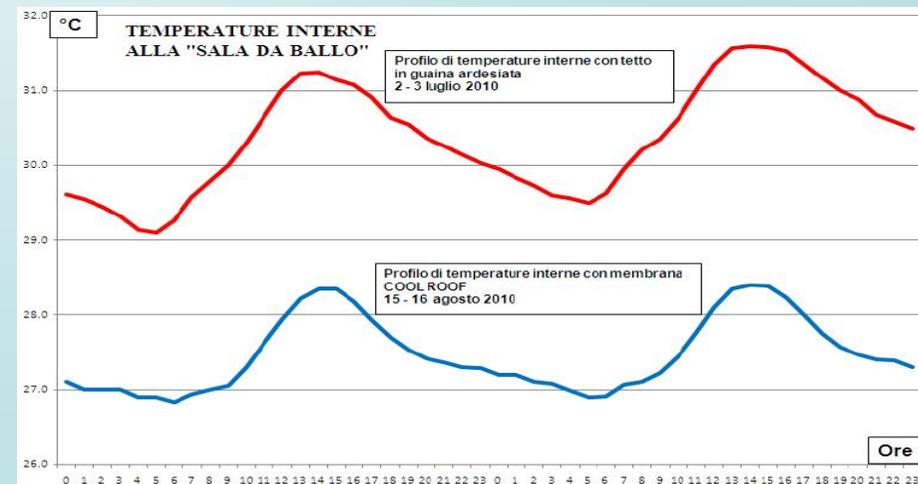
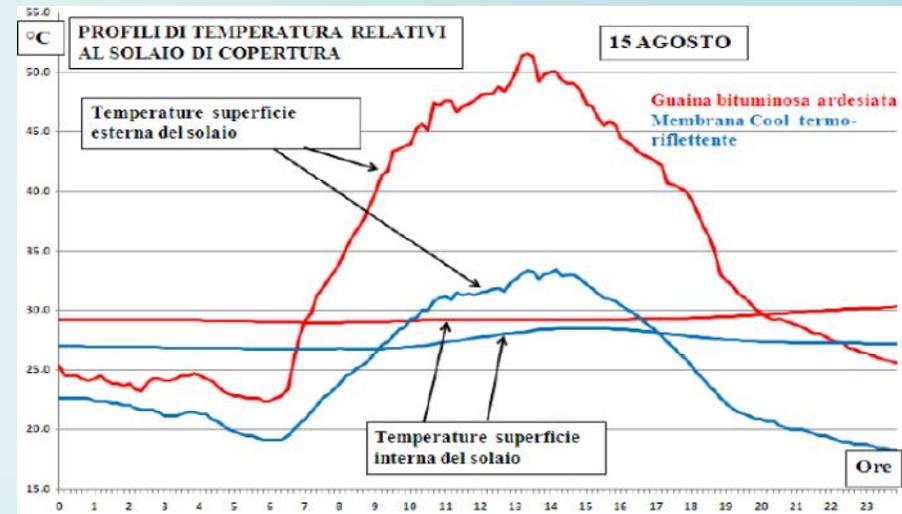
Impatto di cool materials in edifici reali – caso 3

- Circolo sociale per anziani, Roma
- Applicazione parziale su copertura piana con guaina ardesiata, circa 140 m²
- Edificio a sviluppo lineare su asse est-ovest
- Necessità di mitigare il clima interno, per sopperire ai frequenti problemi dell'impianto di climatizzazione
- Monitoraggio free-floating di temperature dell'aria e superficiali



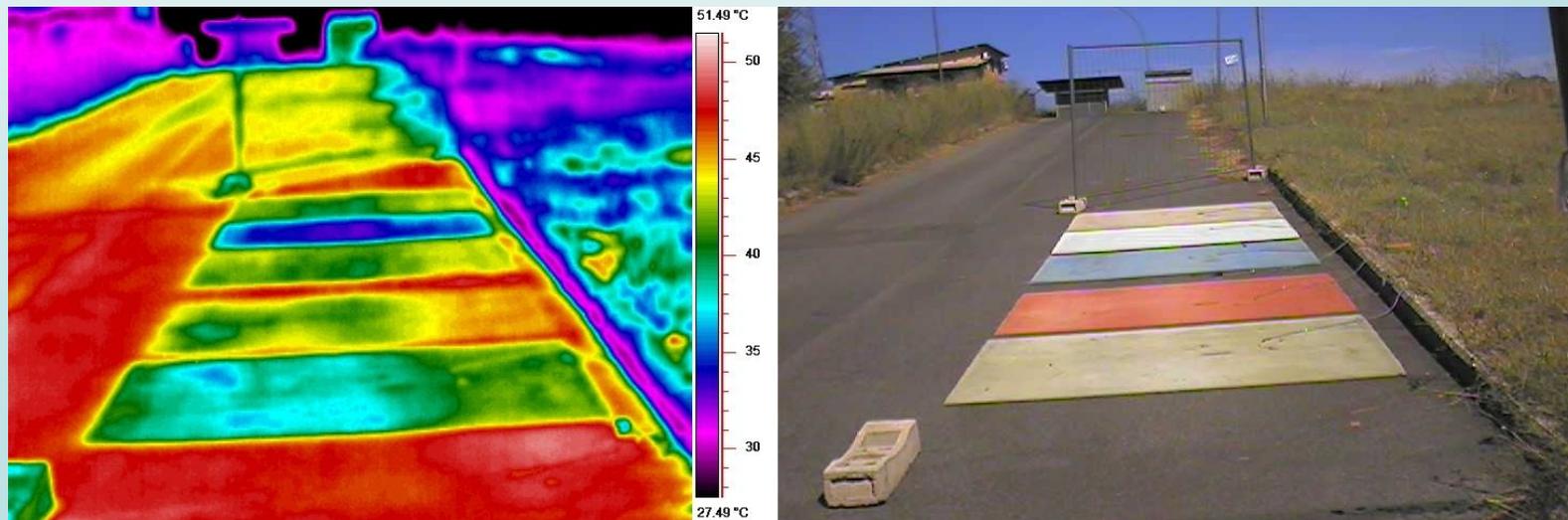
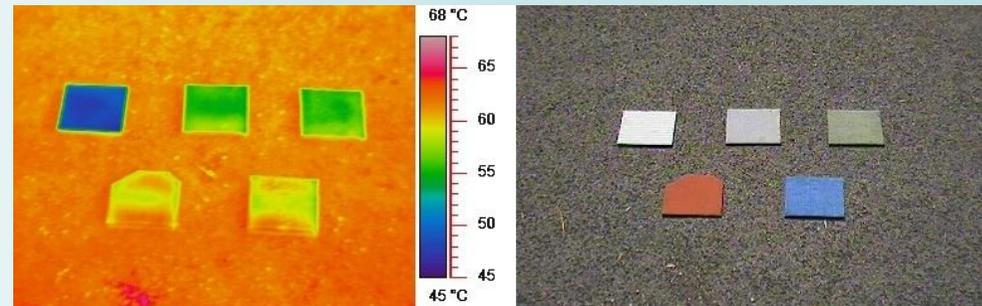
Impatto di cool materials in edifici reali – caso 3

- Riflettanza media ridotta da 85 a 68%
per inondazione!
- Monitoraggio
 - Riduzione delle temperature superficiali esterne fino a 20°C
 - Riduzione delle temperature superficiali interne di oltre 2°C in periodi termici simili (prima e dopo l'applicazione del cool roof)
- Simulazioni post calibrazione
 - Ed. non isolato, 35% riduzione energia netta per raffrescamento
 - Ed. isolato, 20% riduzione energia netta per raffrescamento

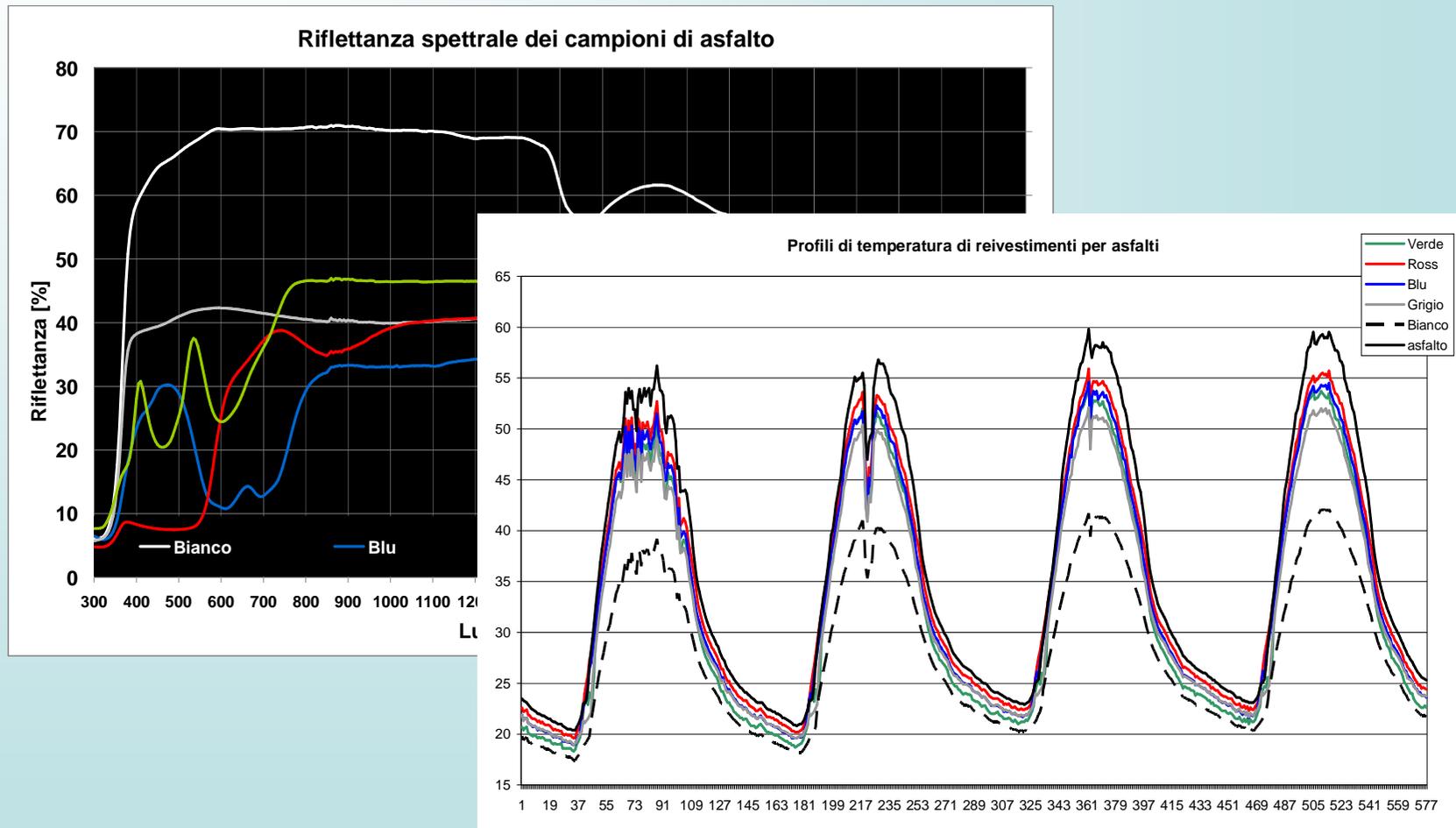


Cool materials in aree urbane

- Asfalti, marciapiedi, aree urbane pedonali, ecc.
- Migliorano il comfort urbano
- Mitigano isola di calore
- Diminuiscono il carico termico su edifici climatizzati e non.



Cool materials in aree urbane

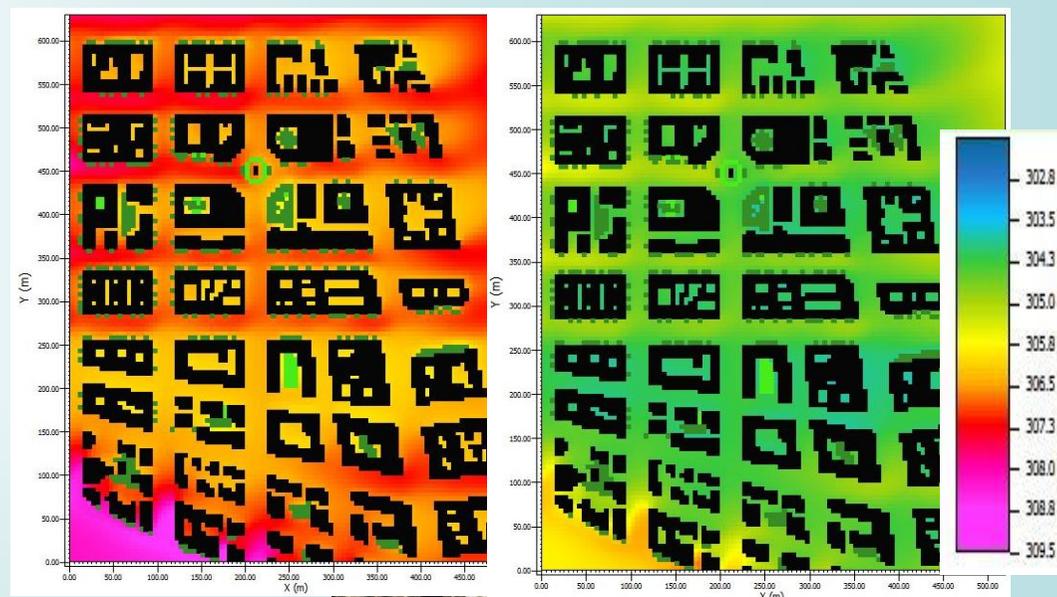


Applicazioni di cool materials in aree urbane

- Applicazione numerica con EnviMet, modello SVAT e analisi fluidodinamiche
- Applicazione preliminare in un quartiere di Roma densamente costruito e con scarse aree verdi
- Ipotesi intervento:

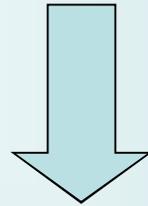
	ρ_{e_ante}	ρ	ρ_{e_post}
Strade	0.15		0.35
Marc.	0.15		0.35
Tetti	0.25		0.7
Pareti	0.4		0.6

- Simulazione di 18 ore 15 luglio
- Riduzione delle temperature di circa 2°C

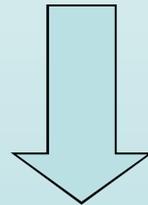


Applicazioni di cool materials in aree urbane

Misura caratteristiche ottiche e termiche di rivestimenti per asfalti e spazi urbani

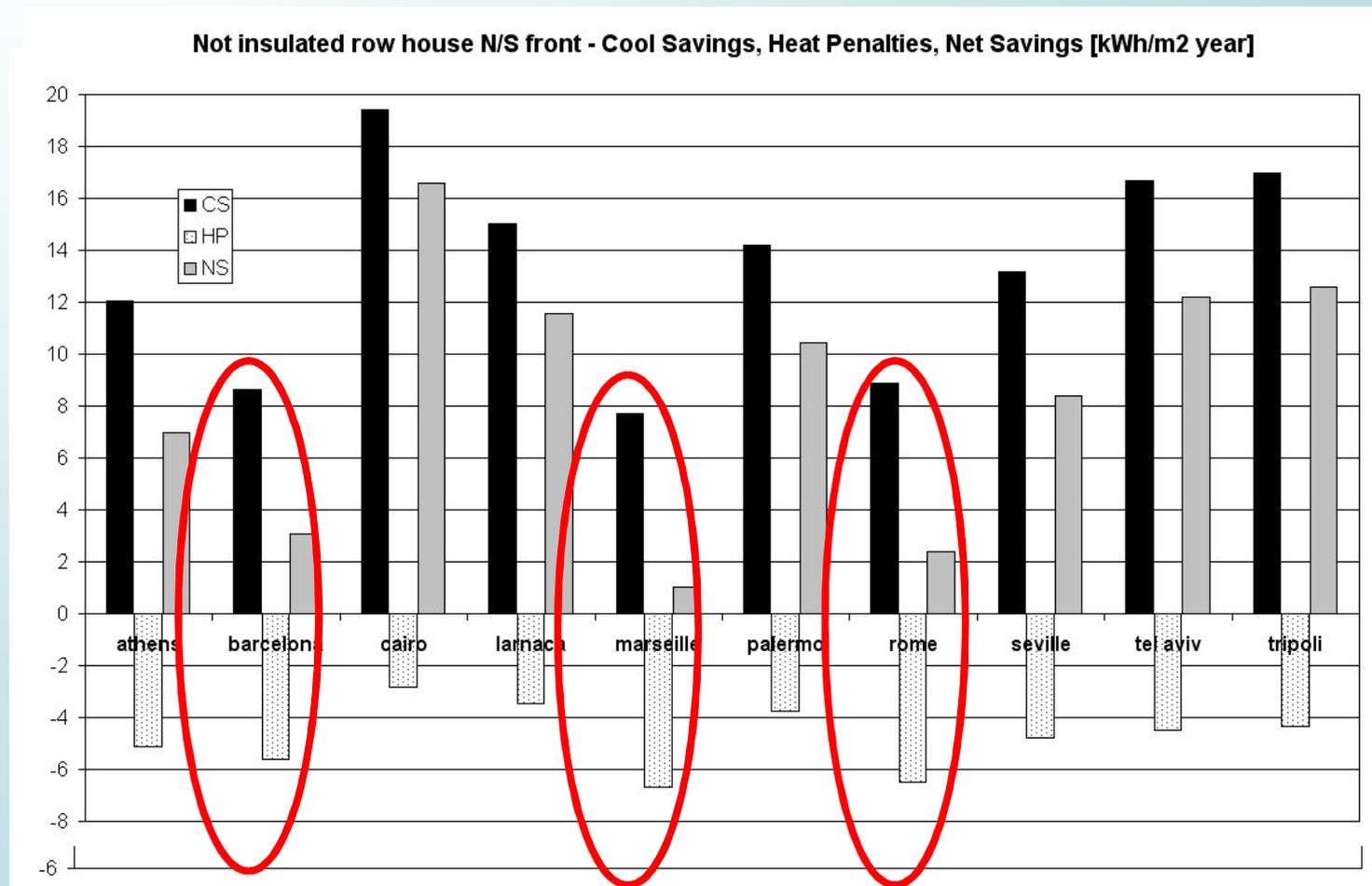


Calcolo dell'impatto sulle temperature a scala urbana, generazione di un file meteo semplificato



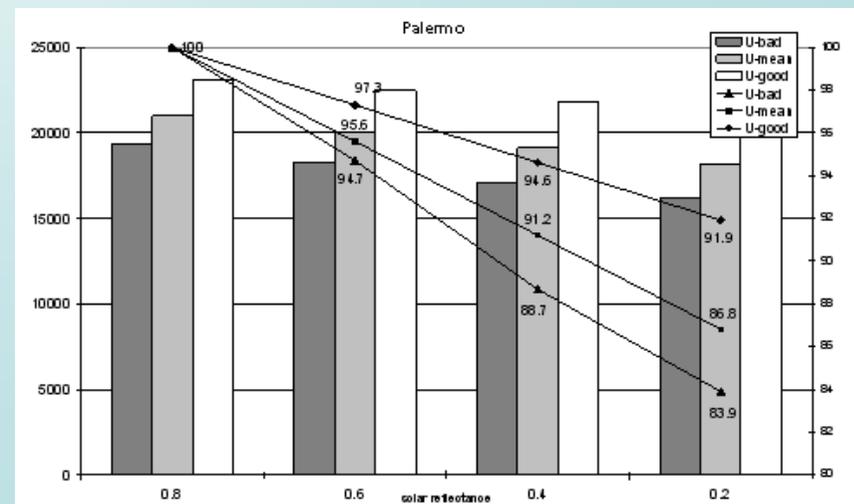
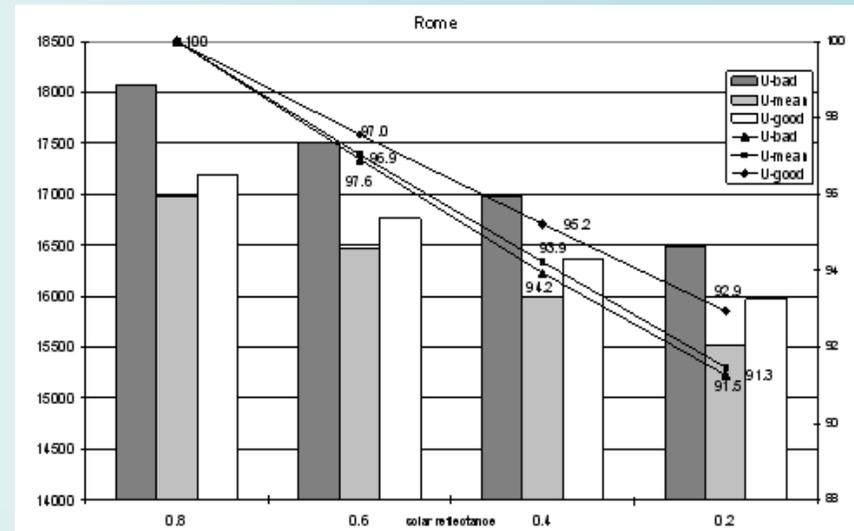
Calcolo dell'impatto del comportamento termico di edifici con e senza impianto di climatizzazione estiva

Cool roofs e prestazioni energetiche degli edifici



Cool roofs e prestazioni energetiche degli edifici

- Edificio per uffici a sviluppo lineare, asse est-ovest.
- Edificio a 2 piani
- 3 livelli di isolamento: norma (2007), no, extra.
- Profilo di occupazione 8-18
- Carichi interni con apparecchiature da ufficio
- Consumo heating+cooling in energia primaria applicando sistemi di climatizzazione convenzionale
- Risultati in Mj per anno



Considerazioni finali

- Valutare attentamente gli usi energetici prevalenti dell'edificio
- Le prestazioni sono fortemente dipendenti da:
 - Zona climatica
 - Forma dell'edificio
 - Livello di isolamento
- Per la edifici esistenti: nel settore residenziale le prestazioni dell'edificio possono peggiorare dopo l'applicazione dei cool roof, difficilmente ciò può accadere in edifici non residenziali
- L'impatto positivo dei cool roof si riduce con l'aumentare dell'isolamento dell'edificio
- Non è sempre bianco il miglior materiale.!
- Mitigazione del surriscaldamento a scala urbana
- Sviluppo materiali (ottimizzazione riflettanza NIR, materiali a cambiamento di fase, materiali cromogenici, selettività angolare...)

grazie per l'attenzione!

Michele Zinzi

ENEA – Unità Tecnica per l'Efficienza Energetica

michele.zinzi@enea.it

06 3048 6256

