

The logo for E2CIT, consisting of the text 'E2CIT' in a bold, italicized, sans-serif font, enclosed within a dashed orange rectangular border.

## **EFFICIENZA ENERGETICA: Misure, Monitoraggio, Diagnosi**

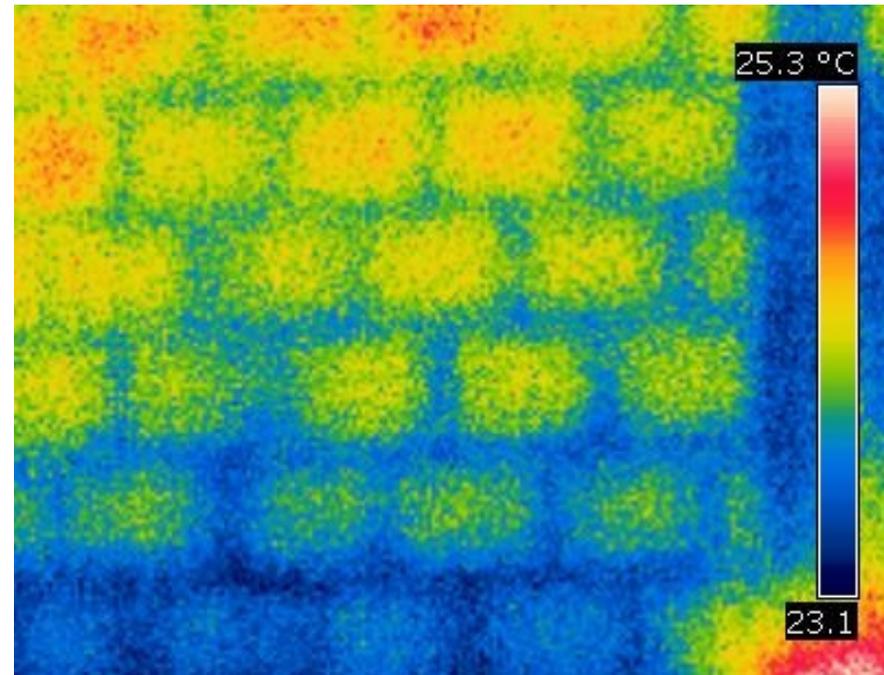
*Prof. Ing. Paolo Tartarini*

DIMeC – Dip. di Ingegneria Meccanica e Civile, Univ. di Modena e Reggio E.

E<sup>2</sup>CIT – Centro di Innovazione Tecnologica per l'Efficienza Energetica

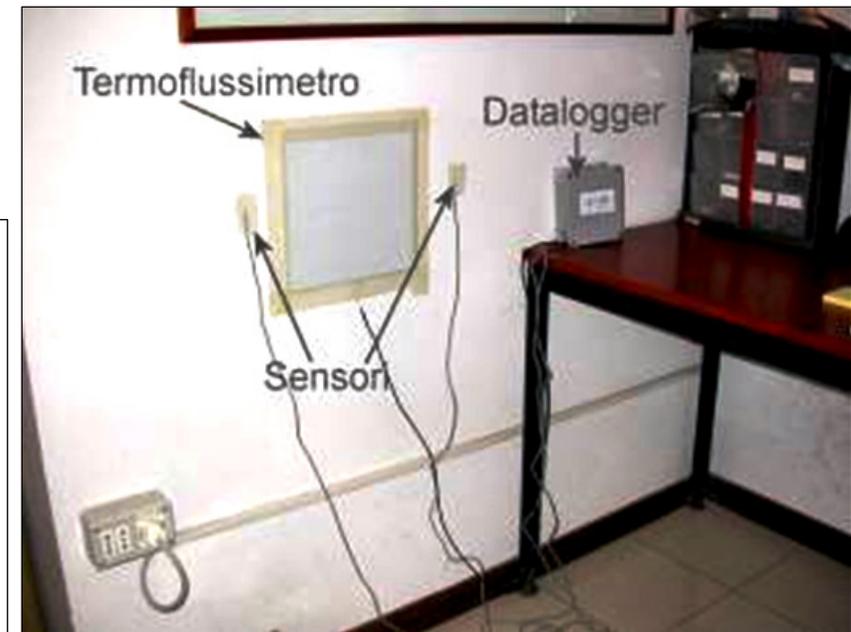
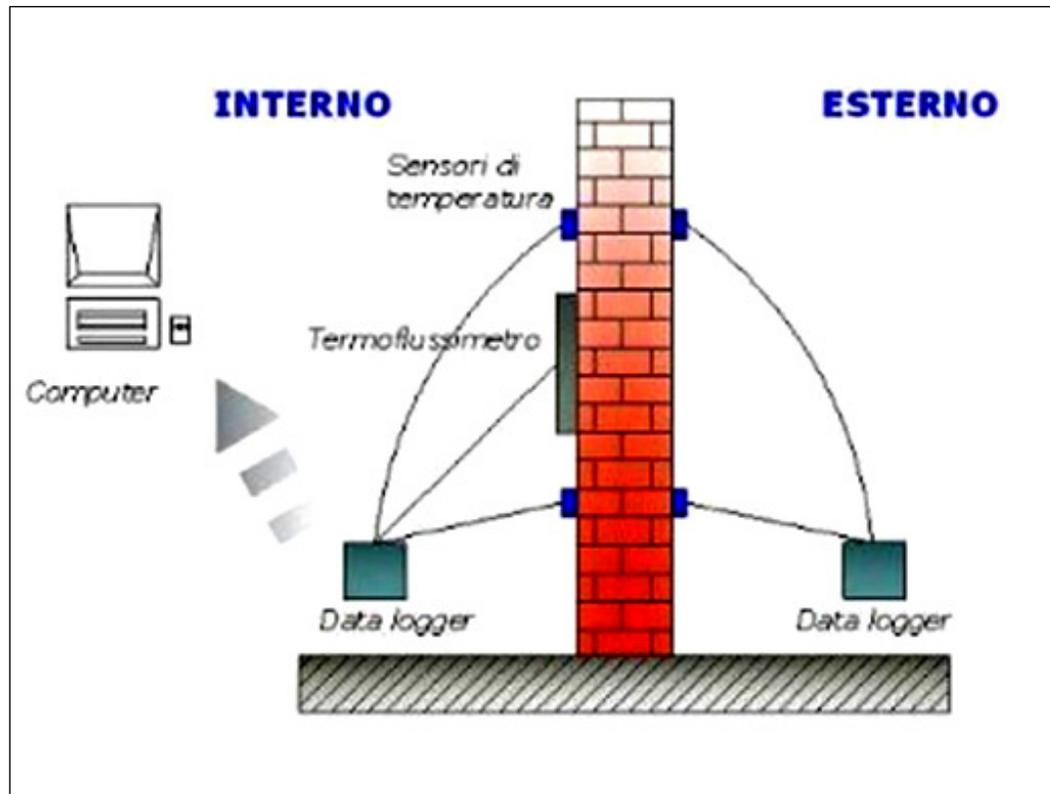
EELab – Laboratorio per l'Efficienza Energetica

## Trasmittanze reali delle pareti



**L'APPARENZA ..... INGANNA**

## Trasmittanze reali delle pareti



$$R_p = \frac{(T_{si} - T_{se})}{Q/A}$$

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_p + R_{se}}$$

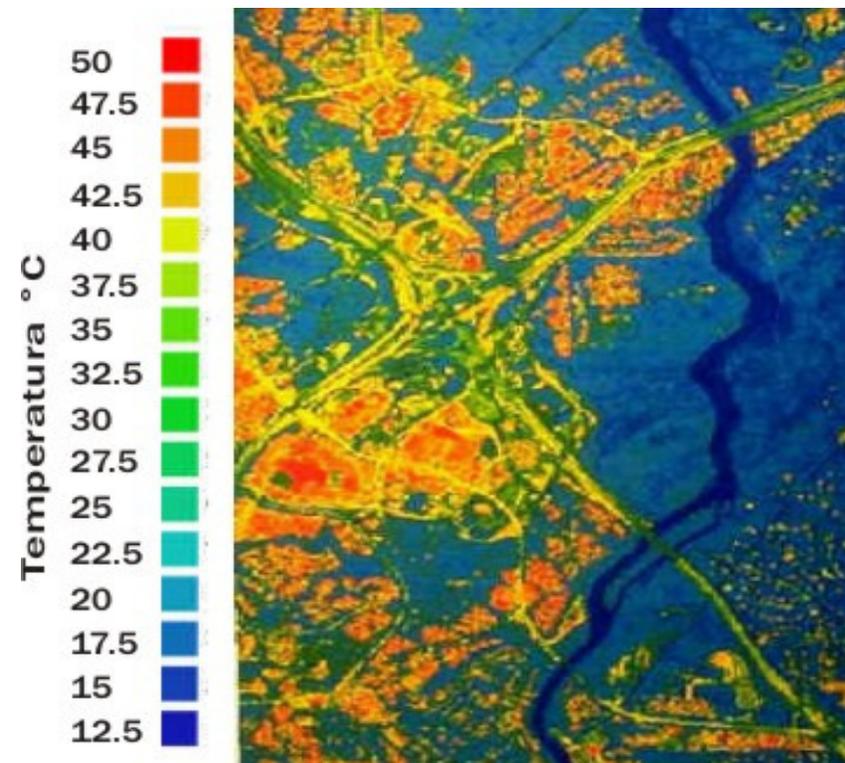
## Cool roofs (tetti freddi)

Nella terminologia tecnica U.S.A., un **cool roof** è una copertura che si riscalda poco grazie a:

- Riflettanza solare elevata
- Emissività termica nell'infrarosso elevata
- Stabilità nel tempo delle proprietà superficiali
- Tendenza allo sporcamento ridotta

I cool roofs sono nati in risposta al problema dell'isola di calore urbana), un fenomeno tipico delle aree urbanizzate:

- Le coperture degli edifici e del manto stradale si riscaldano a causa dell'irradiazione solare
- Gli edifici e l'asfalto rilasciano calore all'aria, di giorno e anche di notte
- La temperatura dell'aria rimane 4÷5°C e oltre più alta che nelle campagne circostanti



## Cool roofs (tetti freddi)

### Vantaggi diretti (per l'utenza):

- Minori costi di condizionamento
- Maggiore benessere all'interno degli edifici (minore temperatura percepita, no effetto testa calda)
- Minori sollecitazioni strutturali e a fatica del tetto
- Minore degrado chimico-fisico dei materiali (ricoprimenti, isolanti, ecc.)

### Vantaggi indiretti (per la collettività):

- Minore rilascio di inquinanti per degrado chimico-fisico dei materiali
- Minore riscaldamento dell'ambiente urbano circostante (isola di calore)
- Riduzione dello smog foto-chimico
- Riduzione dei consumi elettrici e del rilascio di anidride carbonica

### Svantaggi:

- Impatto estetico (eventuale) in contesti di interesse storico artistico
- Costo di installazione o conversione (ridotto e ammortizzabile)
- Necessità di manutenzione periodica (lavaggio)

## Cool roofs: studio sperimentale (Facoltà di Ingegneria di Modena)

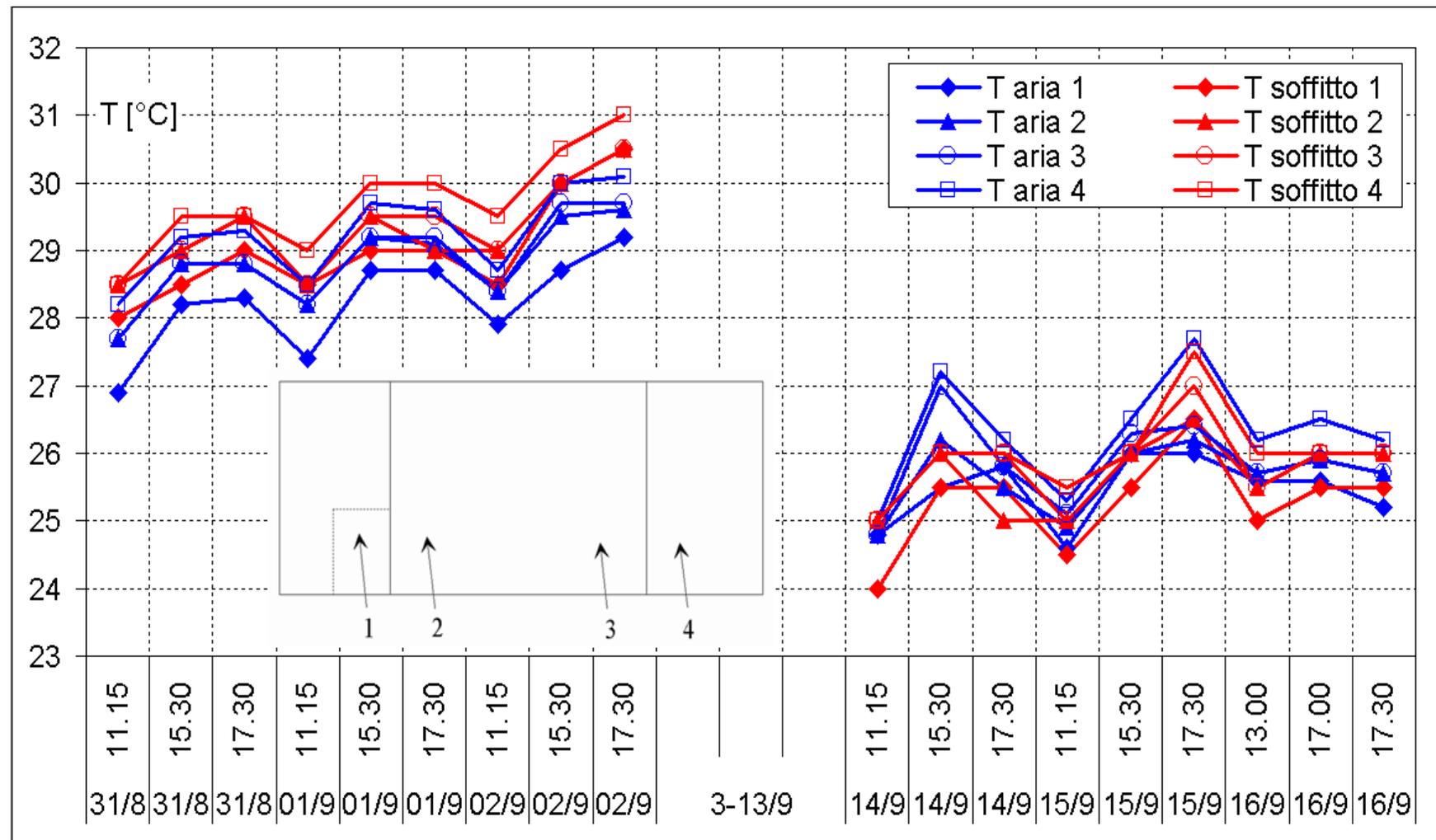


Stato iniziale



Stato finale

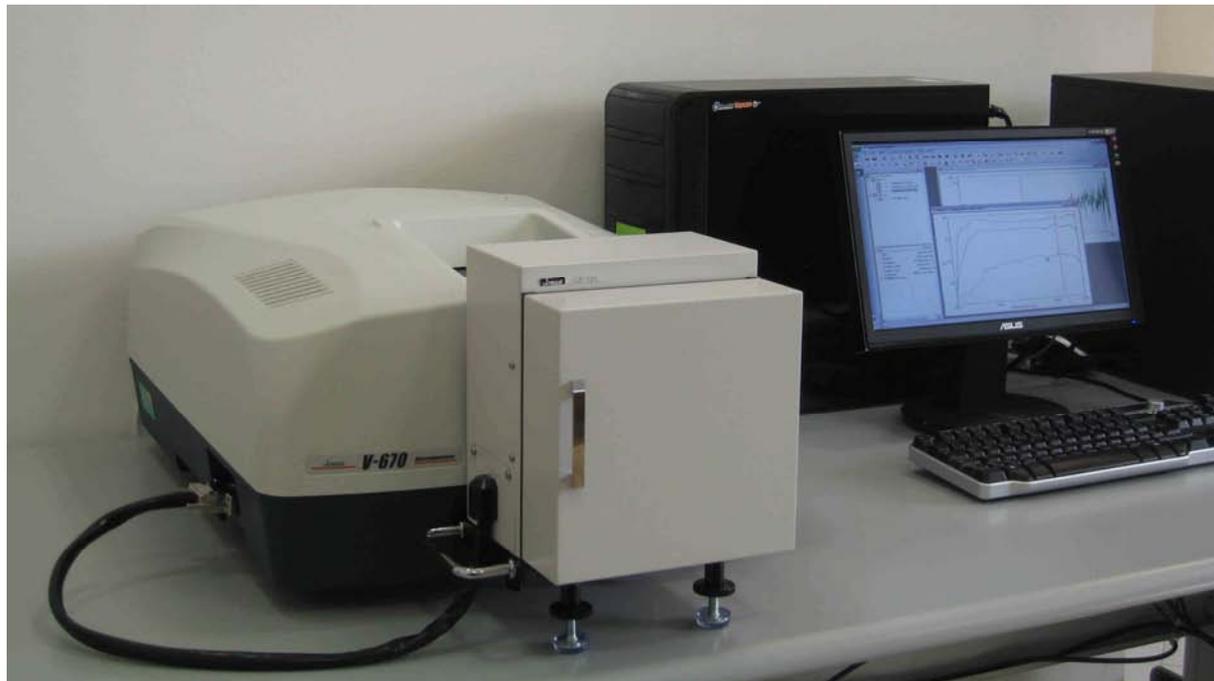
## Cool roofs: studio sperimentale (Facoltà di Ingegneria di Modena)



Si è riscontrata una diminuzione significativa della temperatura a terra (-3.0°C) e al soffitto (-3.7°C)

## Misure di riflettanza solare

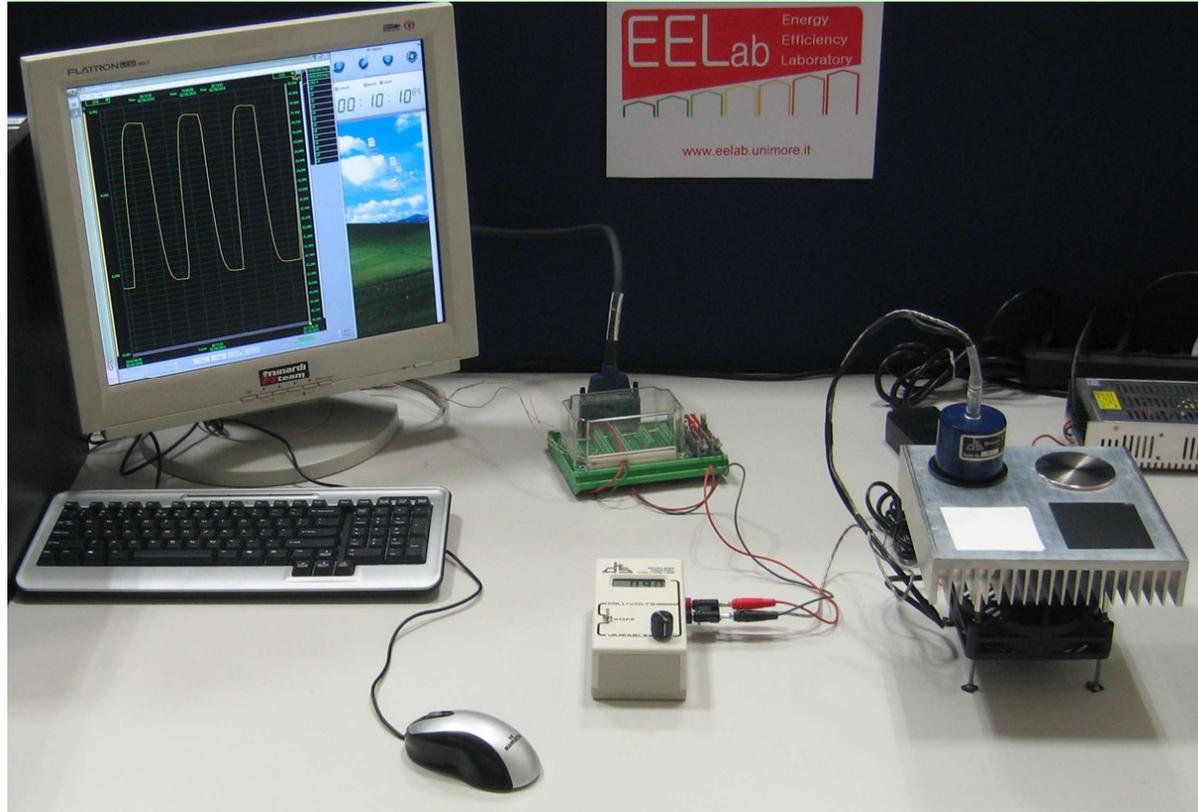
Sono effettuate con uno spettrofotometro a larga banda (UV-Vis-NIR), intervallo di misura compreso tra 250 e 2500 nm, compatibile con lo **standard ASTM E903**



La riflettanza solare è calcolata come media integrale della riflessività spettrale nell'intervallo di misura, pesata sull'irradianza spettrale del sole alla superficie terrestre:

$$r_{\text{sol}} = \frac{\int_{280}^{2500} r_{\lambda} \cdot I_{\text{sol},\lambda} \cdot d\lambda}{\int_{280}^{2500} I_{\text{sol},\lambda} \cdot d\lambda}$$

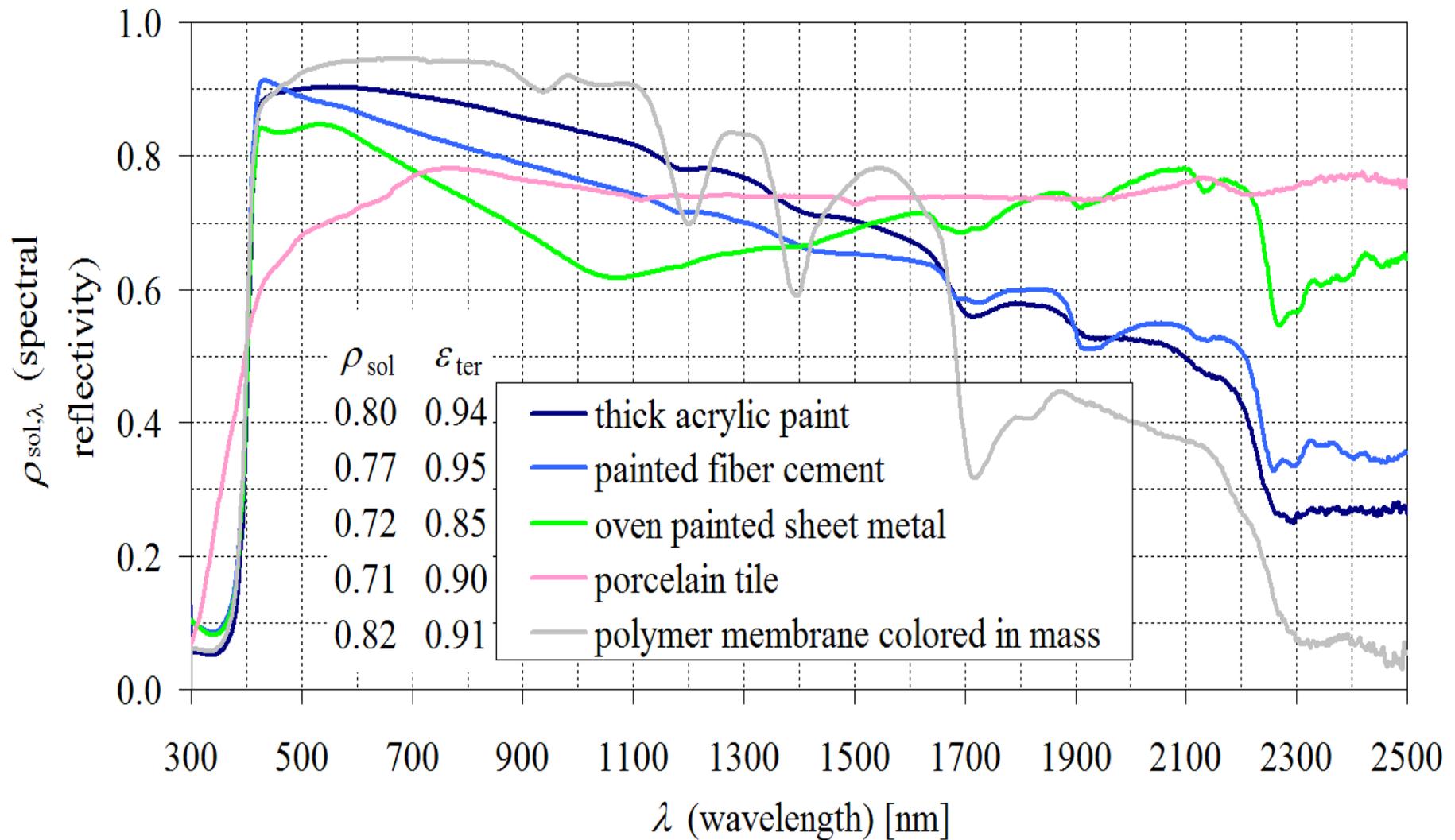
## Misure di emissività termica



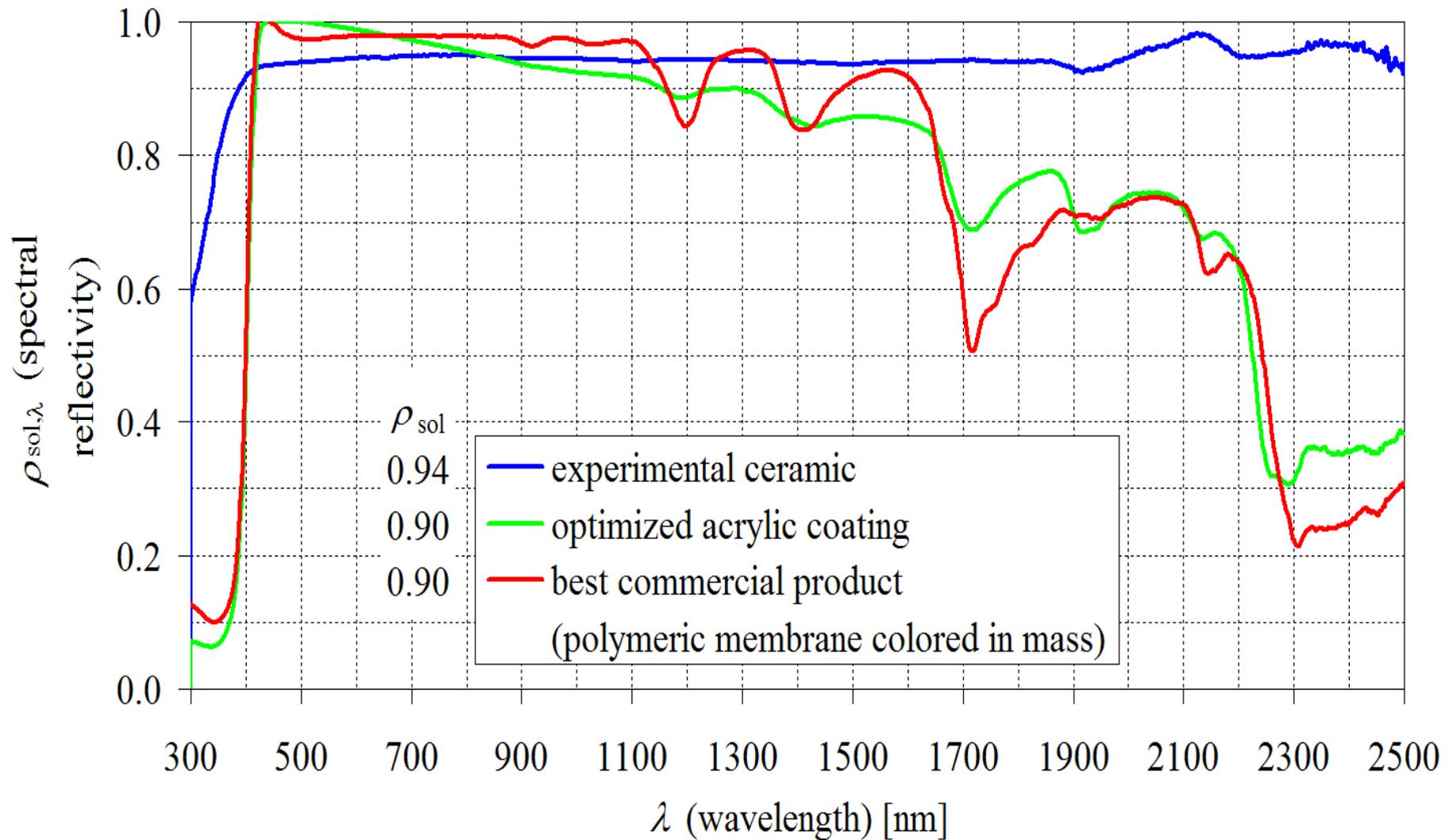
Sono effettuate  
mediante un  
emissometro  
compatibile con lo  
standard ASTM C1371



## Materiali commerciali: migliori prodotti analizzati

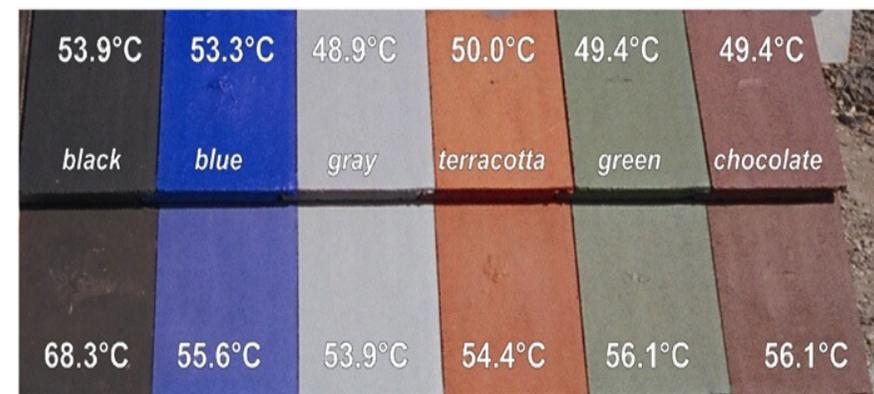
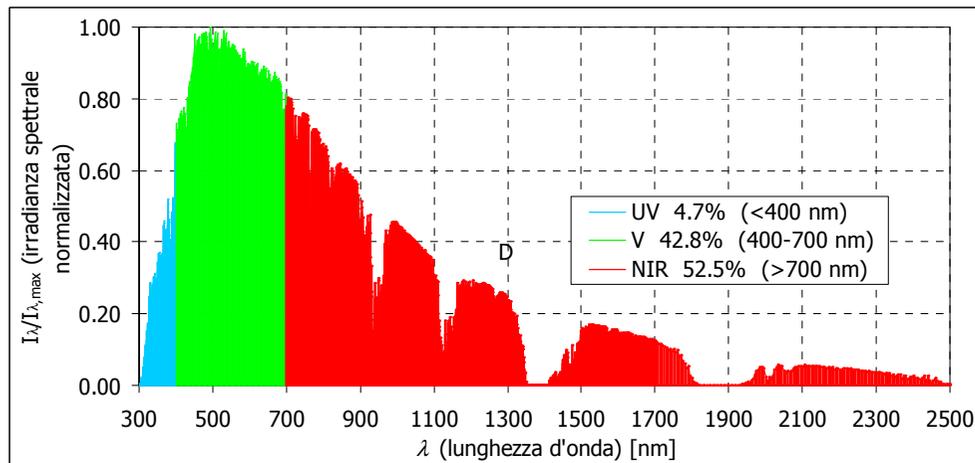
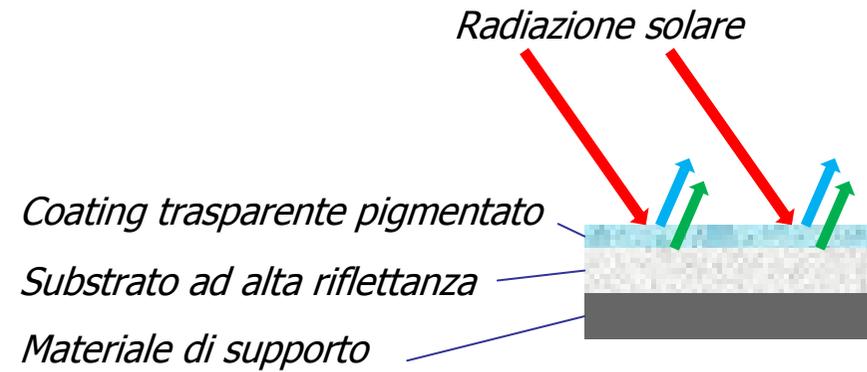


## Materiali sperimentali ad altissime prestazioni



## Cool colors

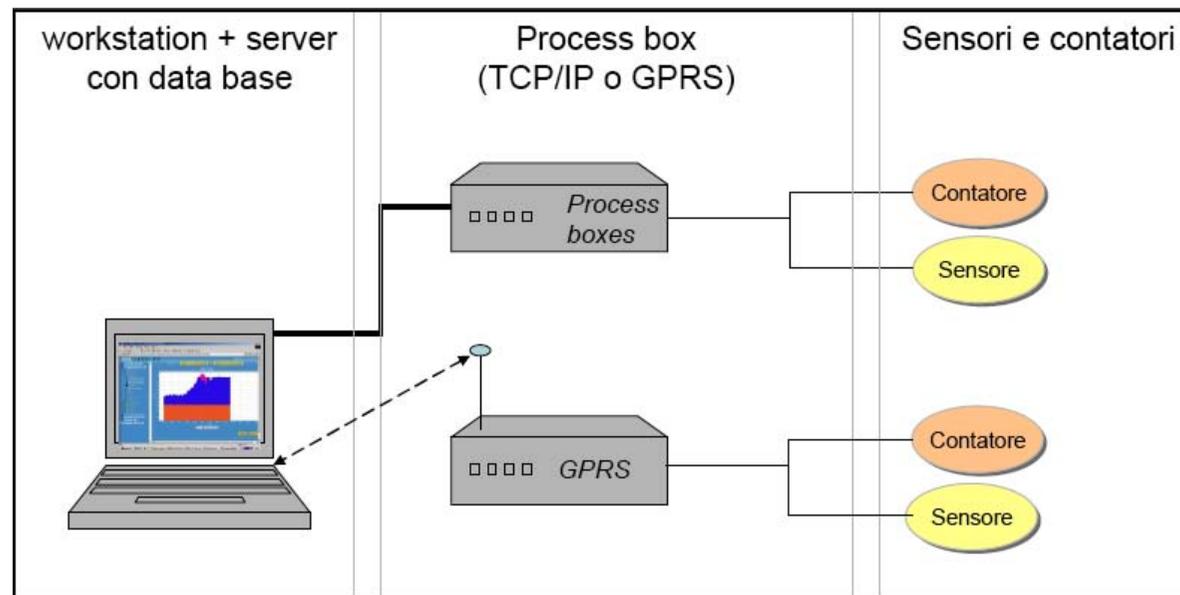
- Un tetto bianco non è adatto ad ogni contesto
- Tuttavia, il colore dipende solo dallo spettro di riflessione nel visibile
- Si può ottenere un colore visibile simile ai colori tradizionali, ma un'alta riflettanza nell'infrarosso



## Monitoraggio energetico

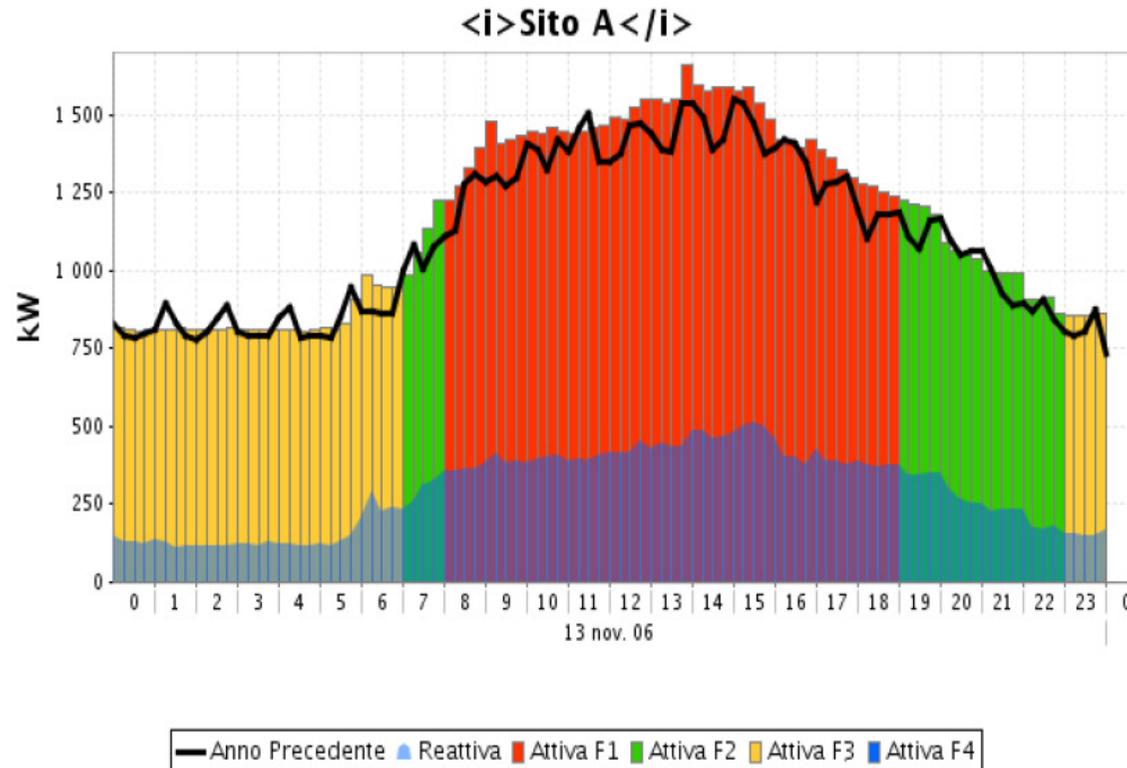
### Caratteristiche salienti:

- Acquisizione centralizzata via TCP/IP, **in tempo reale** (ogni 15 minuti), dei principali parametri di fabbisogno (gas naturale, elettricità)
- Punti di monitoraggio inizialmente limitati agli edifici più energivori, ma estendibili a tutto l'Ateneo e a tutte le principali funzioni impiantistiche
- Gestione completamente informatizzata dei dati acquisiti e correlazione automatica ai parametri climatici, calendariali e contrattuali

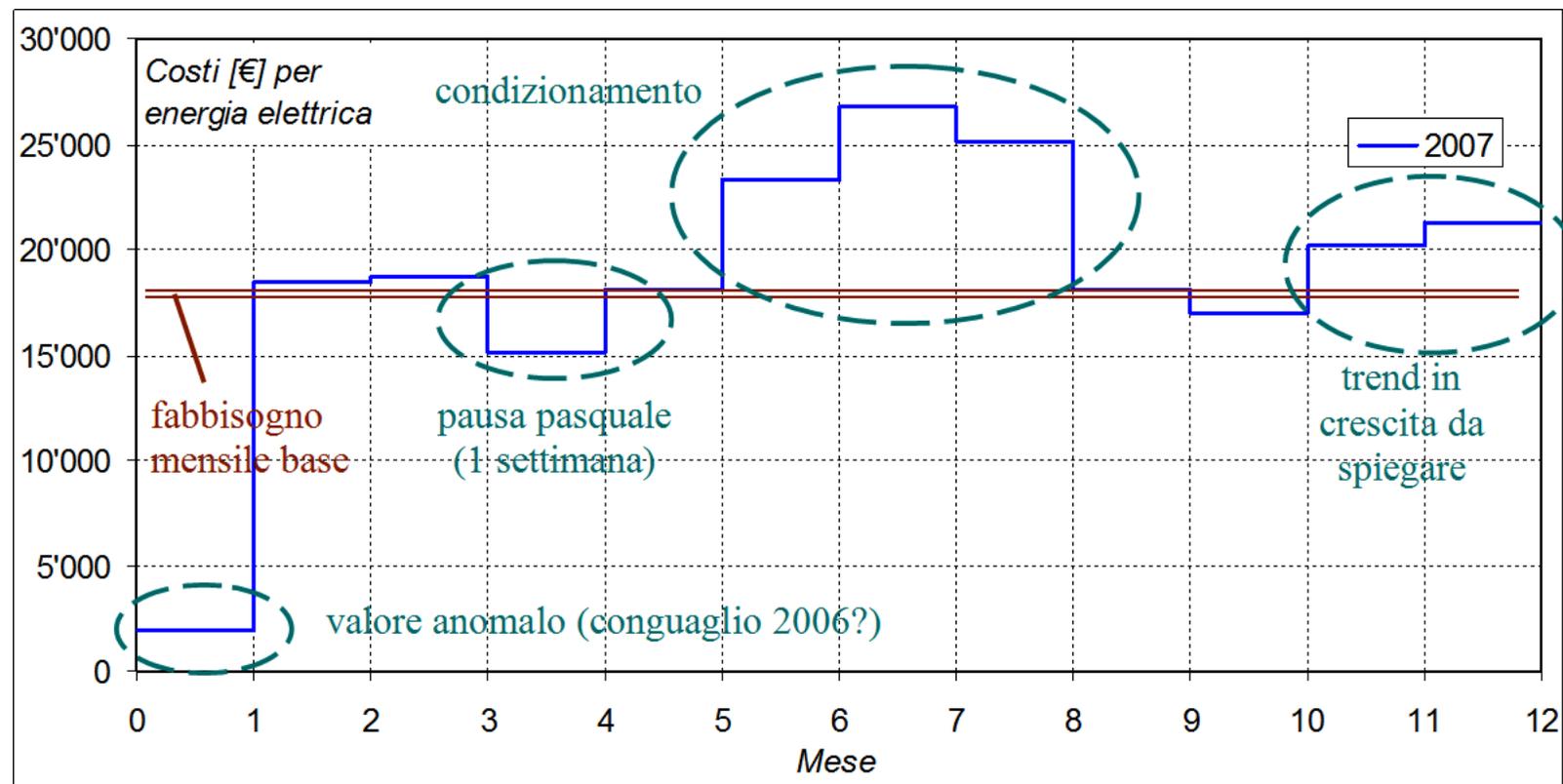


## Monitoraggio energetico

- 15 minuti:
  - Consumo di energia (attiva e reattiva) con la distribuzione per fasce
  - Confronto tra i consumi attuali e quelli dell'anno precedente (secondo calendario)

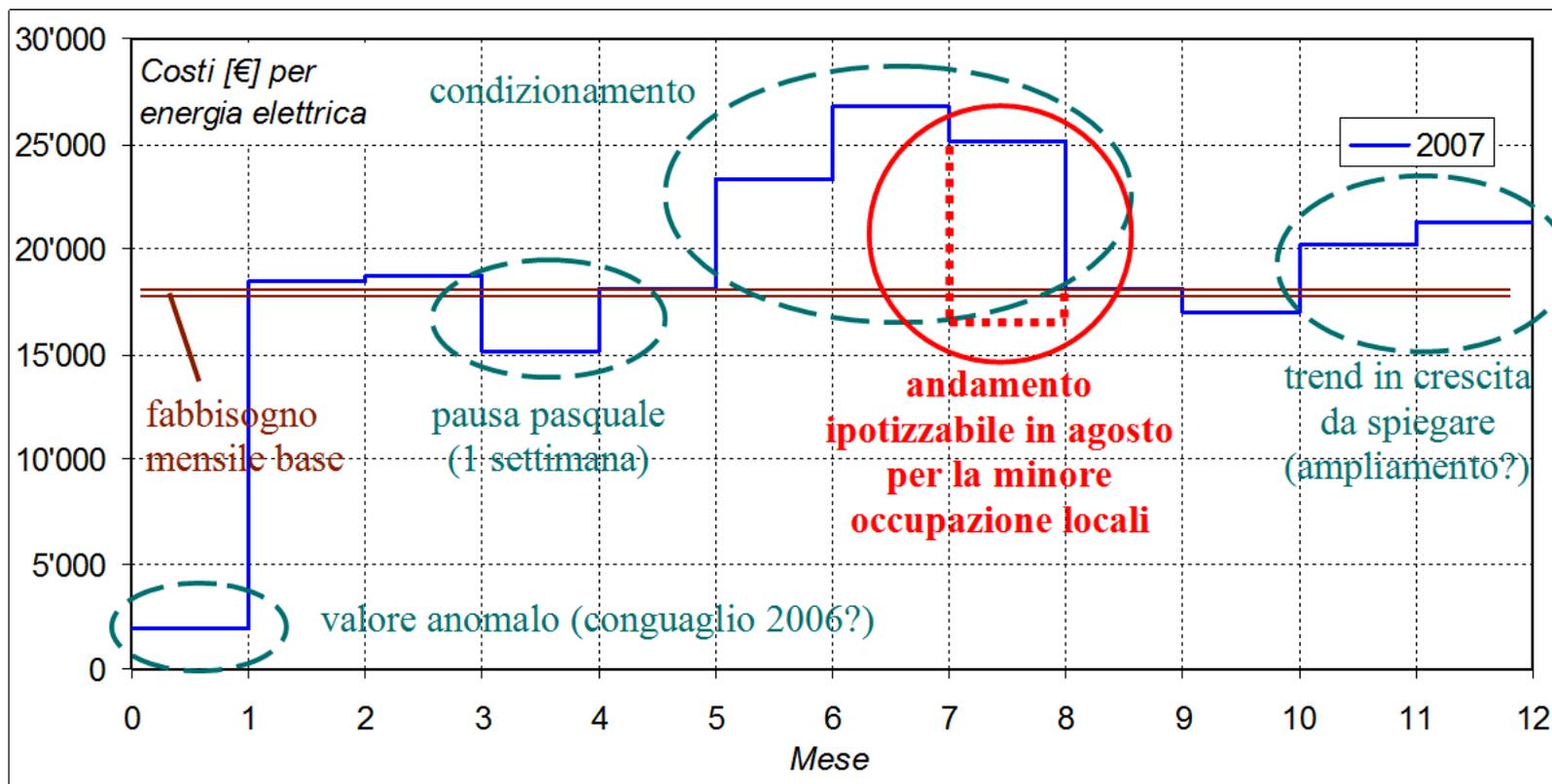


## Monitoraggio energetico



Via Vignolese 905 (**Campus di Ingegneria**) – Consumi elettrici 2007  
(condizionamento + illuminazione e altri servizi + calcolatori e altre attrezzature)

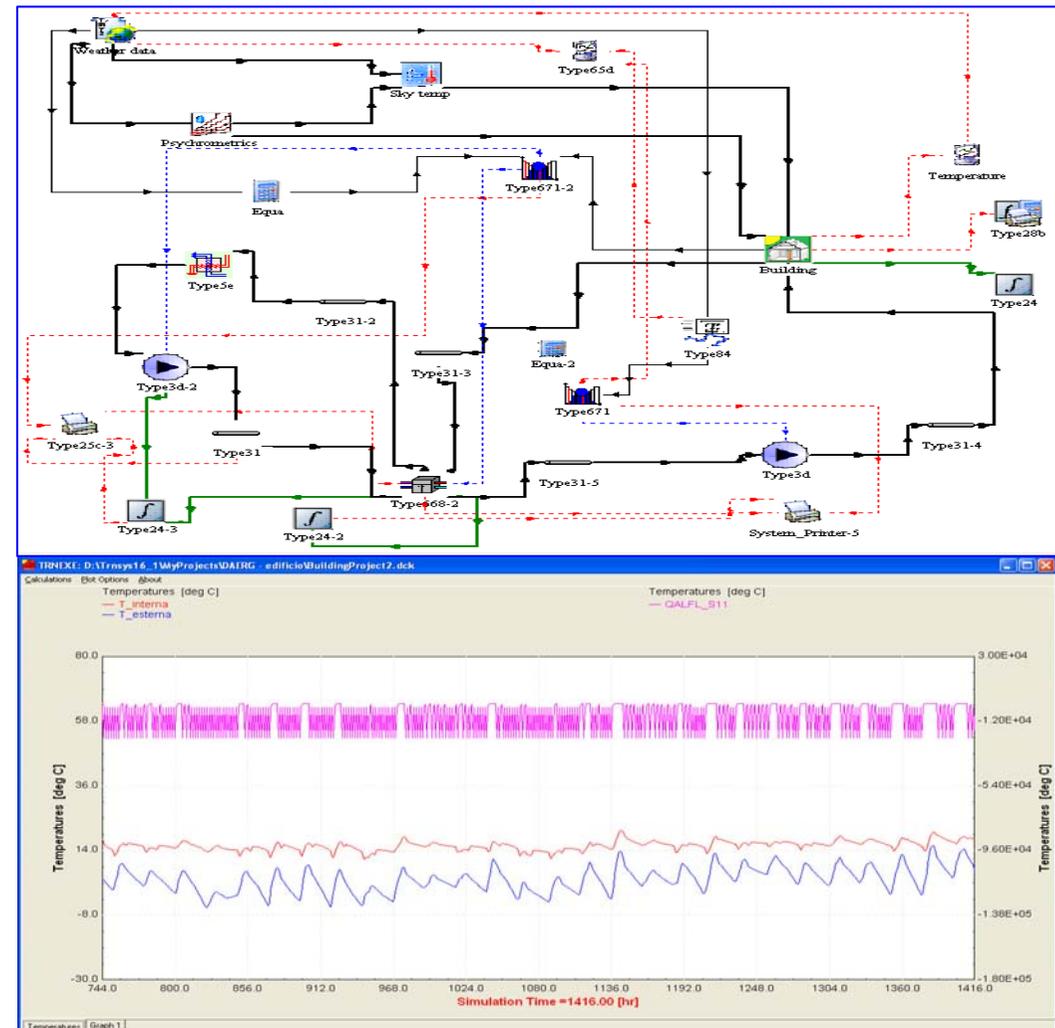
## Monitoraggio energetico



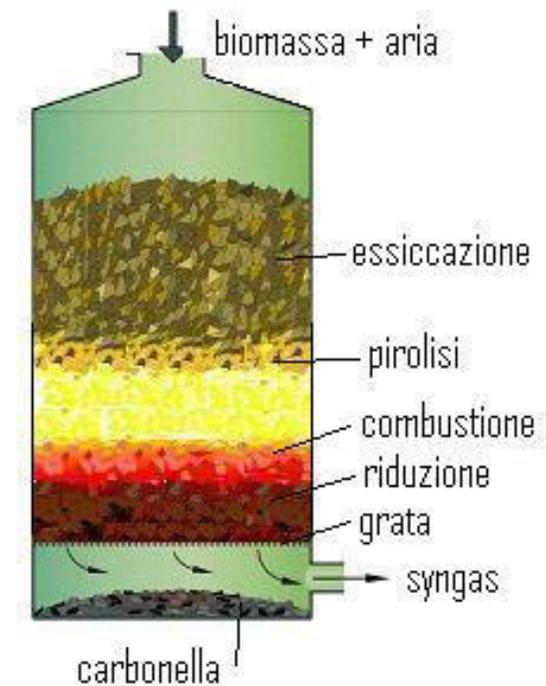
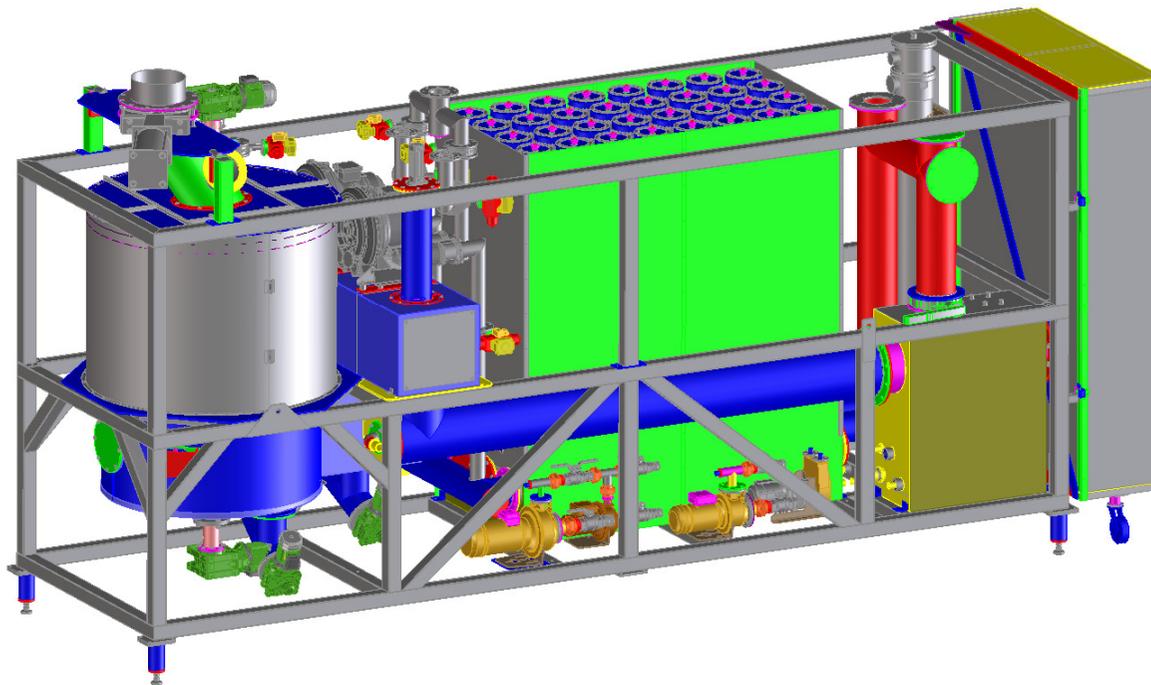
Via Vignolese 905 (**Campus di Ingegneria**) – Consumi elettrici 2007  
(condizionamento + illuminazione e altri servizi + calcolatori e altre attrezzature)

## Simulazione dinamica dei sistemi edificio-impianto (TRNSYS, EnergyPlus, ASHRAE RTS)

- Simulazioni al calcolatore del comportamento dinamico del complesso edificio/impianto
- Calcoli eseguiti sfruttando dati meteo reali disponibili su base oraria



## Fonti rinnovabili. Es.: Gassificatore a biomasse



### OBIETTIVI.

**Studio delle biomasse utilizzabili**

**Modellazione ed ottimizzazione del processo di gassificazione**  
**Studio sul possibile impiego del syngas in celle a combustibile**  
**Analisi del sistema integrato gassificatore/celle a combustibile**

## Progetti, Contratti, Attività con Aziende

### **Trasmittanze:**

**Kerakoll Spa, Landini Spa, Isolant Srl**

### **Proprietà radiative (Cool Roofs):**

**Renolit, Imper, Derbygum, Index, Polyglass-Mapei, Nord Bitumi, Senini, Basell, Bagattini, Basf Italia, Caramiche Ariostea, Gruppo Concorde, Politex, Ascot ceramiche, Ferrari BK, Tegola Canadese, Gardenia-Orchidea, Arcelo-Mittal, Soliani, subcontracting da altri laboratori**

### **Monitoraggio energetico:**

**Policlinico di Modena**

### **Gassificatore a biomasse:**

**En.Cor. (Energia Correggio)**



*Università di Modena e Reggio Emilia*

DIMeC – Dip. di Ingegneria Meccanica e Civile

E²CIT – Centro di Innovazione Tecnologica per l'Efficienza Energetica

EELab – Laboratorio per l'Efficienza Energetica

***GRAZIE PER L'ATTENZIONE***