UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Ingegneria
“Enzo Ferrari”

EELab Energy Efficiency Laboratory

RIQUALIFICAZIONE PROGRESSIVA IN AMBIENTI STANDARD

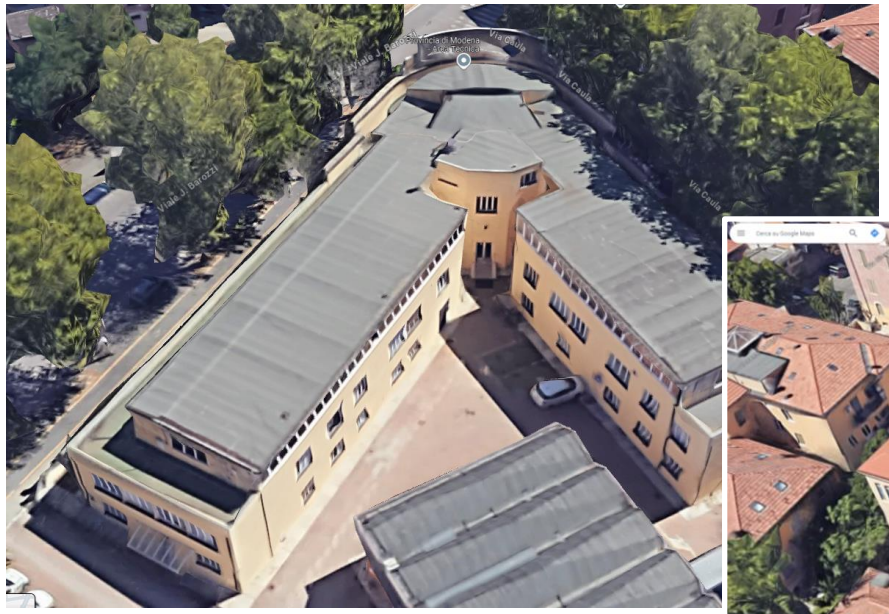
Alberto Muscio

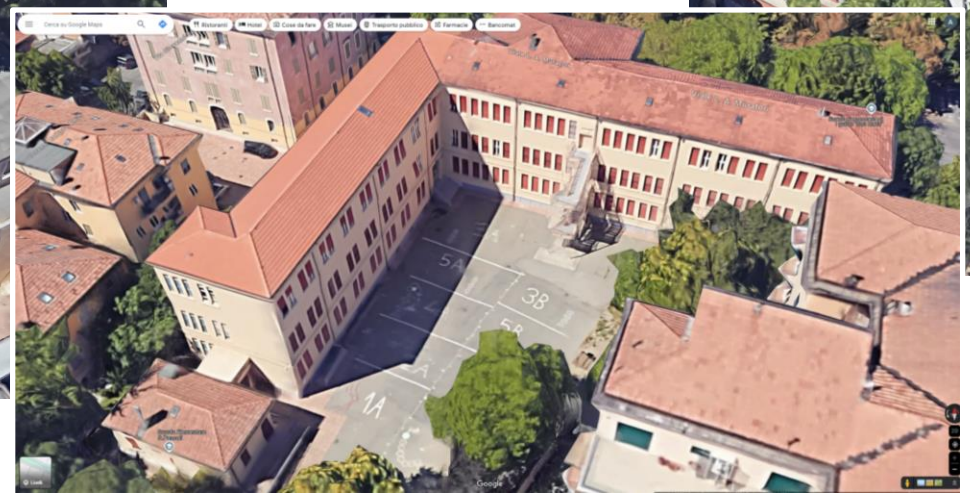
Energy Efficiency Laboratory

Riqualificazione energetica pubblica

La riqualificazione energetica integrale di un edificio pubblico presenta numerose criticità:

- Le dimensioni dell’edificio e l’entità delle opere possono comportare un costo complessivo ingente.





Riqualificazione energetica pubblica

La riqualificazione energetica integrale di un edificio pubblico presenta numerose criticità:

- Le dimensioni dell'edificio e l'entità delle opere possono comportare un costo complessivo ingente.
- Affinché l'appalto dell'intervento possa essere messo a gara, il suo costo deve essere integralmente finanziato/disponibile.

Riqualificazione energetica pubblica

La riqualificazione energetica integrale di un edificio pubblico presenta numerose criticità:

- Le dimensioni dell'edificio e l'entità delle opere possono comportare un costo complessivo ingente.
- Affinché l'appalto dell'intervento possa essere messo a gara, il suo costo deve essere integralmente finanziato/disponibile.
- Il costo elevato delle opere spesso comporta una ridotta platea di imprese in grado di partecipare alla gara d'appalto.

Riqualificazione energetica pubblica

La riqualificazione energetica integrale di un edificio pubblico presenta numerose criticità:

- Le dimensioni dell'edificio e l'entità delle opere possono comportare un costo complessivo ingente.
- Affinché l'appalto dell'intervento possa essere messo a gara, il suo costo deve essere integralmente finanziato/disponibile.
- Il costo elevato delle opere spesso comporta una ridotta platea di imprese in grado di partecipare alla gara d'appalto.
- Durante l'intervento, va gestita l'indisponibilità dell'edificio da riqualificare.

Riqualificazione energetica pubblica

La riqualificazione energetica integrale di un edificio pubblico presenta numerose criticità:

- Le dimensioni dell'edificio e l'entità delle opere possono comportare un costo complessivo ingente.
- Affinché l'appalto dell'intervento possa essere messo a gara, il suo costo deve essere integralmente finanziato/disponibile.
- Il costo elevato delle opere spesso comporta una ridotta platea di imprese in grado di partecipare alla gara d'appalto.
- Durante l'intervento, va gestita l'indisponibilità dell'edificio da riqualificare.
- I tempi della gara d'appalto e i tempi di esecuzione dell'intervento si allungano e aumenta il rischio di interruzioni, incremento dei costi, perdita di finanziamenti o incentivi, ecc.

Riqualificazione energetica pubblica

La riqualificazione energetica integrale di un edificio pubblico presenta numerose criticità:

- Le dimensioni dell'edificio e l'entità delle opere possono comportare un costo complessivo ingente.
- Affinché l'appalto dell'intervento possa essere messo a gara, il suo costo deve essere integralmente finanziato/disponibile.
- Il costo elevato delle opere spesso comporta una ridotta platea di imprese in grado di partecipare alla gara d'appalto.
- Durante l'intervento, va gestita l'indisponibilità dell'edificio da riqualificare.
- I tempi della gara d'appalto e i tempi di esecuzione dell'intervento si allungano e aumenta il rischio di interruzioni, incremento dei costi, perdita di finanziamenti o incentivi, ecc.

L'intervento di riqualificazione può essere suddiviso in stralci successivi, ma se la dimensione degli stralci rimane consistente le criticità vengono solo mitigate e spesso marginalmente.

Tipologie di edifici pubblici

Gli edifici pubblici che possono essere oggetto di riqualificazione ricadono in numerose tipologie:

- Scuole
- Uffici
- Case di riposo e di cura
- Strutture sportive
- Luoghi di culto
- Sale conferenza e centri espositivi/museali
- Centri servizi
- Residenze

Tipologie di edifici pubblici

Gli edifici pubblici che possono essere oggetto di riqualificazione ricadono in numerose tipologie:

- Scuole
- Uffici
- Case di riposo e di cura
- Strutture sportive
- Luoghi di culto
- Sale conferenza e centri espositivi/museali
- Centri servizi
- Residenze

Per alcune tipologie molto diffuse è pensabile un approccio di riqualificazione energetica «progressiva».

Riqualificazione energetica: aspetti chiave

- Aule scolastiche e uffici presentano un uso fortemente discontinuo (5/6 giorni a settimana, 6-10 ore al giorno), talora irregolare.
- A causa dei cambiamenti climatici, l'onere per riscaldamento è in calo e quello per raffrescamento è in aumento.
- L'utilizzo delle aule scolastiche, generalmente non condizionate, sta diventando difficile a inizio e fine anno scolastico e pressoché impossibile nel periodo estivo.
- I costi di gestione e manutenzione degli impianti di climatizzazione sono ingenti.

Riqualificazione energetica: aspetti chiave

- Aule scolastiche e uffici presentano un uso fortemente discontinuo (5/6 giorni a settimana, 6-10 ore al giorno), talora irregolare.
- A causa dei cambiamenti climatici, l'onere per riscaldamento è in calo e quello per raffrescamento è in aumento.
- L'utilizzo delle aule scolastiche, generalmente non condizionate, sta diventando difficile a inizio e fine anno scolastico e pressoché impossibile nel periodo estivo.
- I costi di gestione e manutenzione degli impianti di climatizzazione sono ingenti.

Ulteriori aspetti:

- A livello sistemico, è in atto una forte spinta all'uso delle fonti rinnovabili, in Italia principalmente fotovoltaico (ma anche eolico, mini-idroelettrico, biomasse, e-fuels, ecc.).
- Nell'ambito della climatizzazione, l'uso efficiente delle fonti rinnovabili passa generalmente attraversi l'elettrificazione degli impianti.

Riqualificazione energetica «progressiva»

Consiste in un particolare approccio alla riqualificazione energetica tale da:

- Poter essere attuato in modo disgiunto su singoli ambienti o piccole zone termiche
- Rendere i singoli ambienti o zone termiche funzionalmente autonomi, in modo da non richiedere interventi infrastrutturali rilevanti nell'edificio

Riqualificazione energetica «progressiva»

Consiste in un particolare approccio alla riqualificazione energetica tale da:

- Poter essere attuato in modo disgiunto su singoli ambienti o piccole zone termiche
- Rendere i singoli ambienti o zone termiche funzionalmente autonomi, in modo da non richiedere interventi infrastrutturali rilevanti nell'edificio

L'approccio promette di contemperare svariate criticità ed esigenze:

- Non risentire dell'uso discontinuo e irregolare degli ambienti
- Estendere il periodo d'utilizzabilità nell'arco dell'anno
- Permettere un utilizzo efficiente dell'energia elettrica da fonte rinnovabile
- Abbattere i costi di gestione e manutenzione
- Migliorare il comfort e la produttività

Aule scolastiche: elementi comuni

- Riscaldamento a radiatori
- Split solo negli uffici e in poche aule
- Assenza di isolamento termico
- Grandi corpi finestrati
- Assenza di schermi solari
- Assenza di ventilazione meccanica
- Controllo della temperatura e della qualità dell'aria «sommari»

Aule scolastiche: elementi comuni

- Riscaldamento a radiatori
- Split solo negli uffici e in poche aule
- Assenza di isolamento termico
- Grandi corpi finestrati
- Assenza di schermi solari
- Assenza di ventilazione meccanica
- Controllo della temperatura e della qualità dell'aria «sommari»

Generalmente si hanno centrali termiche a caldaia con distribuzione del calore idronica (ad acqua calda) su reti di tubazioni estese, male isolate se non sono recenti.

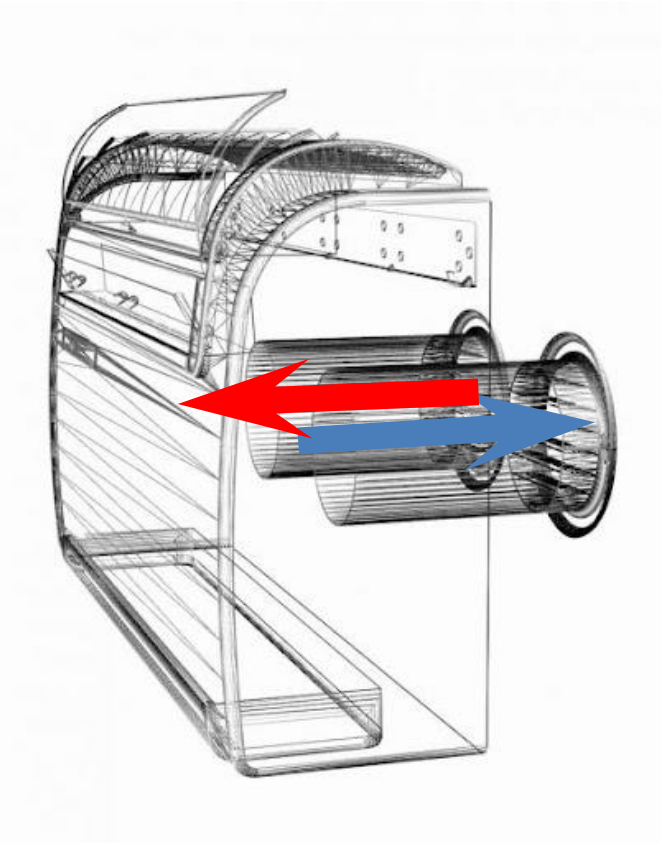
Climatizzazione decentralizzata

(unità interna a cassetta a 4 vie)

Climatizzazione decentralizzata

Climatizzazione decentralizzata

Climatizzatori monoblocco



Unità esterne in copertura?

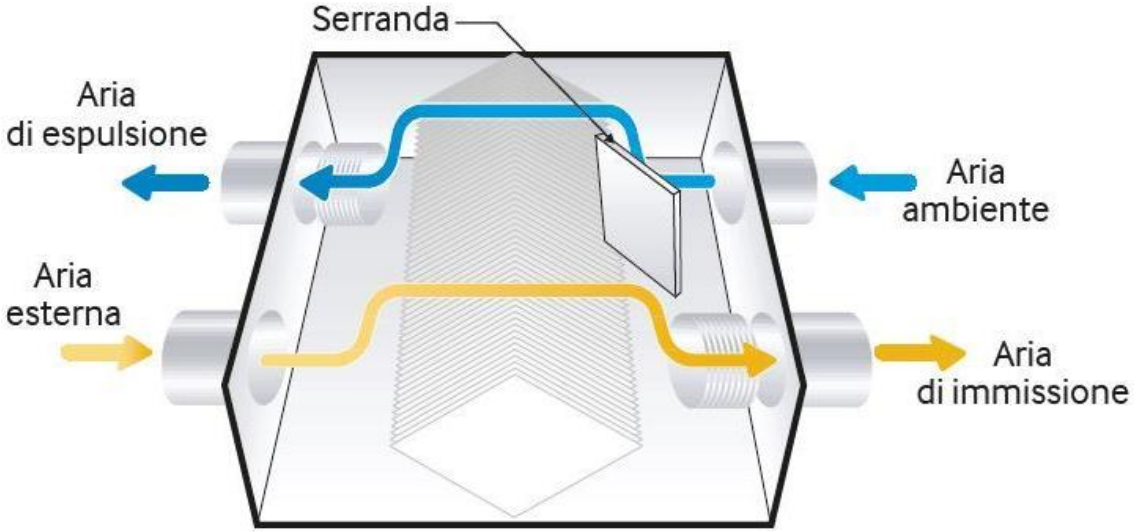
Unità esterne in copertura?

Ventilazione e destratificazione

Ventilazione meccanica decentralizzata

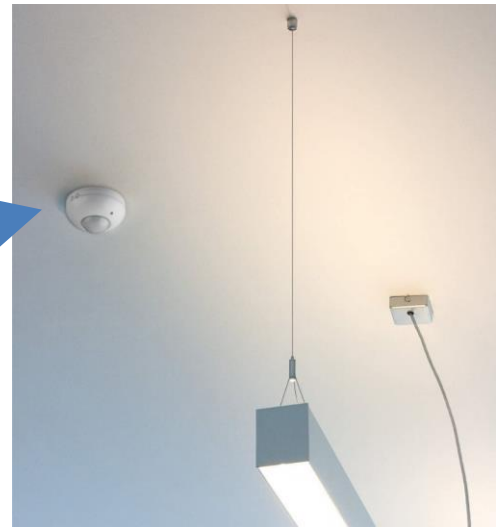
(bocchetta a flusso alternato con recuperatore)

(bocchetta a doppio flusso con recuperatore)



Pacchetto di riqualificazione impianti

- Pompa di calore per riscaldamento e condizionamento, con distributori a cassetta in controsoffitto (1+ per ambiente) e unità condensanti esterne, oppure sistema monoblocco (1+ per ambiente)
- Destratificatori/ventilatori a soffitto
- Ventilazione meccanica decentralizzata (2+ bocchette monoflusso, oppure 1+ unità compatta con scambiatore di calore), anche per free cooling
- Sensore di presenza con spegnimento di tutti gli impianti (climatizzazione, ventilazione) e delle luci
- …



Pacchetto di riqualificazione impianti

- Pompa di calore per riscaldamento e condizionamento, con distributori a cassetta in controsoffitto (1+ per ambiente) e unità condensanti esterne, oppure sistema monoblocco (1+ per ambiente)
- Destratificatori/ventilatori a soffitto
- Ventilazione meccanica decentralizzata (2+ bocchette monoflusso, oppure 1+ unità compatta con scambiatore di calore), anche per free cooling
- Sensore di presenza con spegnimento di tutti gli impianti (climatizzazione, ventilazione) e delle luci
- Intelligenza artificiale per regolare gli anticipi di accensione sui profili d'uso e le condizioni meteo

Vantaggi:

- Rapidità e puntualità di risposta in accensione/spegnimento $\Rightarrow$ flessibilità d'uso, consumi, comfort termico
- Rinnovo controllato dell'aria, controllo su RH o CO_2 $\Rightarrow$ consumi, salubrità, comfort termico e acustico
- Elettrificazione $\Rightarrow$ alimentazione con energia elettrica prodotta localmente o in comunità energetiche

Cappotto (esterno)

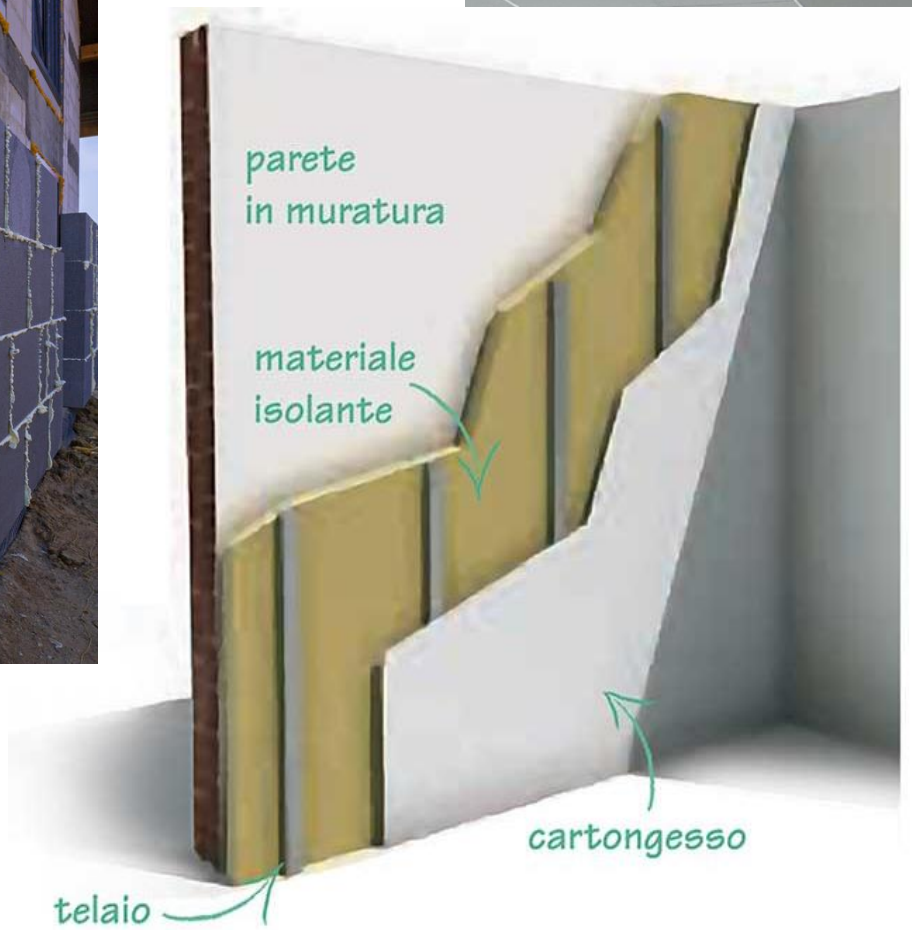
- In un’aula scolastica il carico termico metabolico degli studenti è notevole e può mitigare significativamente i fabbisogni per riscaldamento.
- In condizionamento avviene l’opposto, ma è spesso possibile avvalersi del free-cooling.
- Il calore metabolico e le dispersioni per ventilazione (anche per semplice apertura finestre) sono spesso dominanti sulle dispersioni termiche attraverso pareti e finestrature.

Cappotto (esterno)

- In un’aula scolastica il carico termico metabolico degli studenti è notevole e può mitigare significativamente i fabbisogni per riscaldamento.
- In condizionamento avviene l’opposto, ma è spesso possibile avvalersi del free-cooling.
- Il calore metabolico e le dispersioni per ventilazione (anche per semplice apertura finestre) sono spesso dominanti sulle dispersioni termiche attraverso pareti e finestrature.

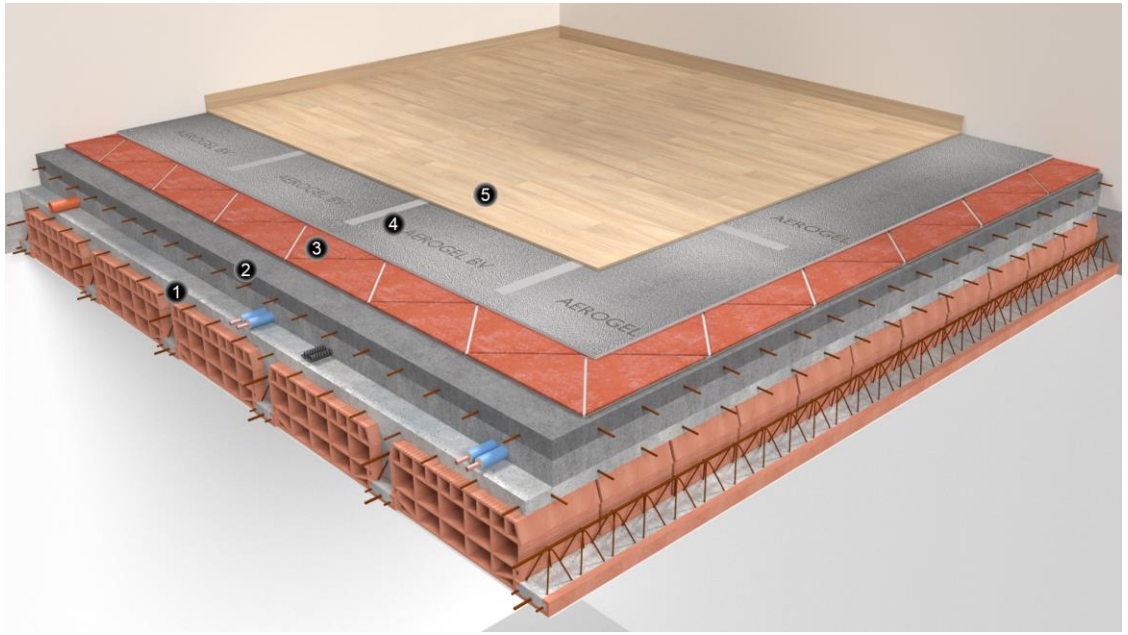
- Un cappotto esterno non è in generale consigliabile in edifici a uso intermittente come scuole o uffici perché prolunga inutilmente il periodo effettivo di attivazione.

Isolamento interno



Isolamento sotto pavimento

- Sono commercialmente disponibili isolanti a base di aerogel, un materiale sintetico poroso derivato da un gel in cui la componente liquida è stata sostituita con un gas.
- Il risultato è un solido (tipicamente a matrice silicea) con conduttività termica bassissima, in grado di isolare 2-3 volte più di materiali ordinari.
- È molto costoso, ma interessante per isolamento sotto pavimento in edifici esistenti.



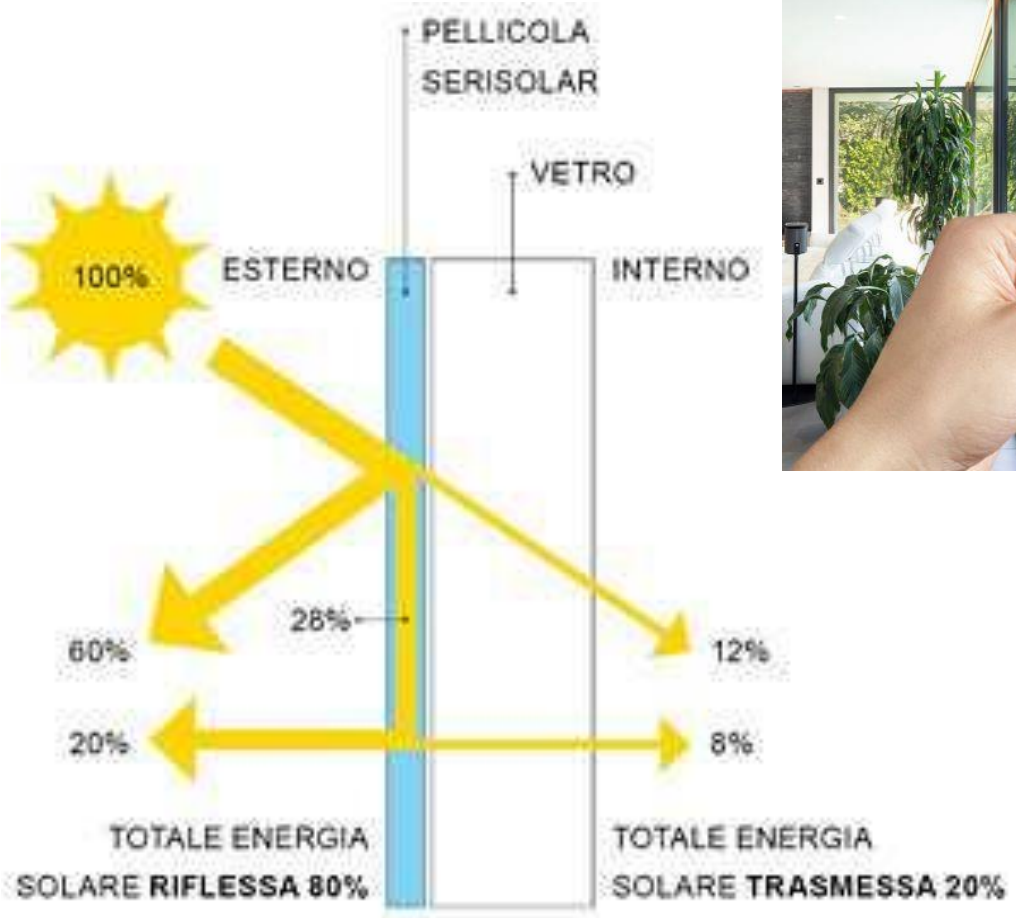
Riscaldamento elettrico sotto pavimento

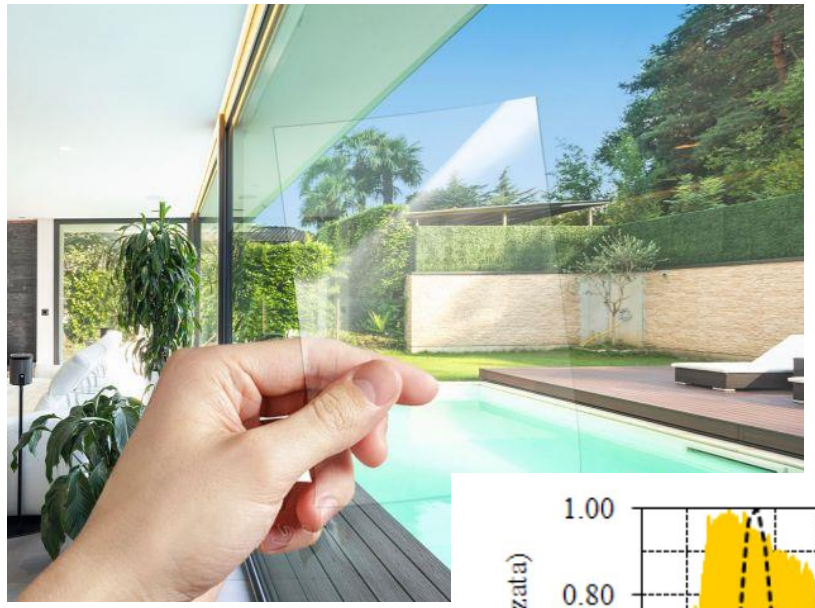
- Sono commercialmente disponibili sistemi di riscaldamento elettrico a pavimento, molto sottili e inseribili tra fondo (termoisolante) e rivestimento (flottante).
- Lavorano in corrente continua o alternata a bassa tensione (< 60 V), senza quindi rischi di fulminazione
- Possono collaborare con una pompa di calore negli spunti di avviamento, oppure sostituirla quando essa funzionerebbe con fattore di carico troppo basso.

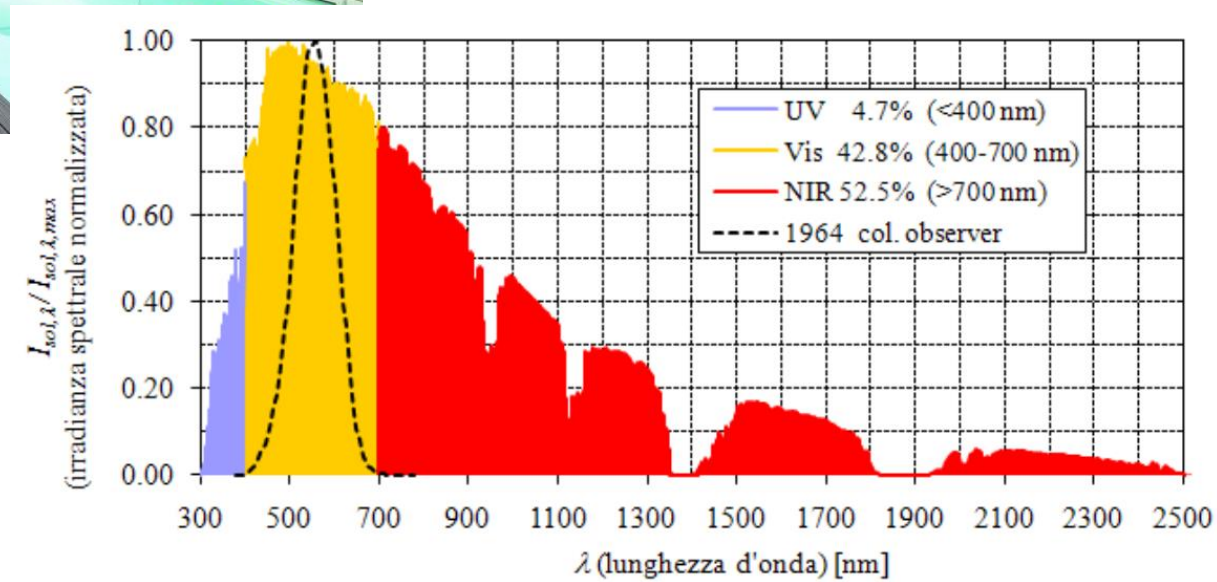
Schermi esterni/interni

Veneziane integrate in vetrocamera

Pellicole antisolari esterne (non metalliche)







Pellicole bassoemissive interne (low-ε)

Considerazioni conclusive

- Tutte le soluzioni presentate sono commercialmente disponibili.
- Una forte elettrificazione degli impianti, combinata con una riduzione dell'inerzia termica interna e un controllo efficace degli apporti solari e della ventilazione, può consentire una riqualificazione progressiva per piccoli stralci, vertente sulla realizzazione zone termiche autosufficienti.
- La riqualificazione energetica di un edificio a uso intermittente richiede tuttavia di tenere conto della complessa interazione tra proprietà termofisiche di materiali, componenti edilizi e impiantistici, apporti solari.
- Sarebbe al riguardo augurabile lo sviluppo di modelli parametrici predefiniti, tarati su alcune tipologie comuni di ambiente (aula, ufficio, corridoio, ecc.) e che tengano conto di tutti i parametri in gioco.
- Sarebbe altresì augurabile la definizione di progetti preliminari standard, basati sulle risultanze dei modelli parametrici e che contemplino la selezione e il dimensionamento di massima delle soluzioni costruttive e delle componenti impiantistiche da adottare.

UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Ingegneria
“Enzo Ferrari”

EELab Energy Efficiency Laboratory

GRAZIE DELL’ATTENZIONE

Alberto Muscio

Energy Efficiency Laboratory