

# Requisiti progettuali ed operativi per la sostenibilità degli edifici

Prof. Luigi Bruzzi

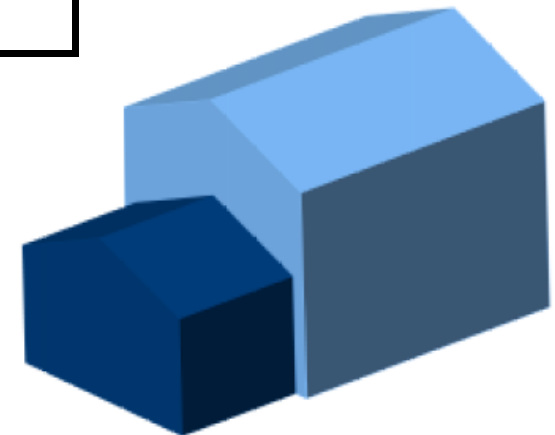
# Requisiti progettuali (Progetto)

- Fattore di forma
- Esposizione (punti cardinali)
- Isolamento termico (pareti opache e trasparenti)
- Ventilazione
- Impianto di riscaldamento
- Approvvigionamento di elettricità (dalla rete, da fonti rinnovabili, da cogenerazione, da teleriscaldamento)

# Fattore di forma

- Lo scambio energetico tra l'ambiente esterno e quello interno avviene attraverso la superficie (S) dell'involucro che racchiude il volume riscaldato (V): più è estesa la superficie S e maggiori sono le dispersioni termiche

Tipologia	Volume tot. m <sup>3</sup>	Superficie esterna tot. m <sup>2</sup>	S/V
8 unità separate	1000	1200	1,2
8 unità a schiera	1000	850	0,85
Condominio di 8 unità (due piani da 4 unità in linea)	1000	700	0,7
Condominio da 8 unità (due piani da 4 unità ciascuno)	1000	600	0,6

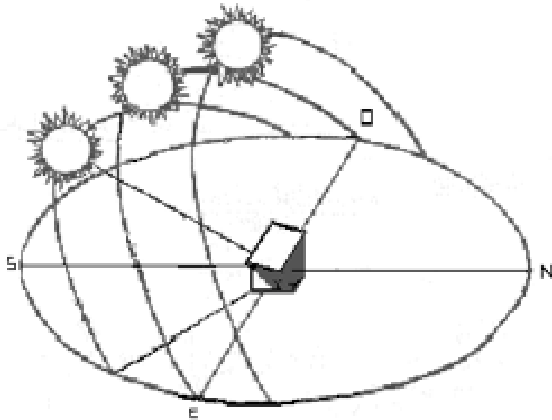


# Esposizione

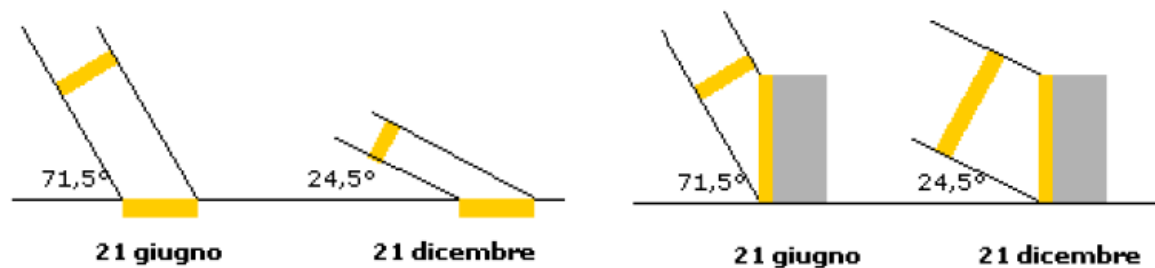
- L'orientamento di un edificio è un elemento importante per sfruttare gli apporti solari.

L'orientamento verso sud è il migliore in quanto:

- il lato sud riceve il massimo della radiazione in inverno, quando è più richiesta;
- in estate, quando il sole è alto, l'edificio riceve meno radiazione.



Insolazione di pareti orizzontali e verticali



# Isolamento termico

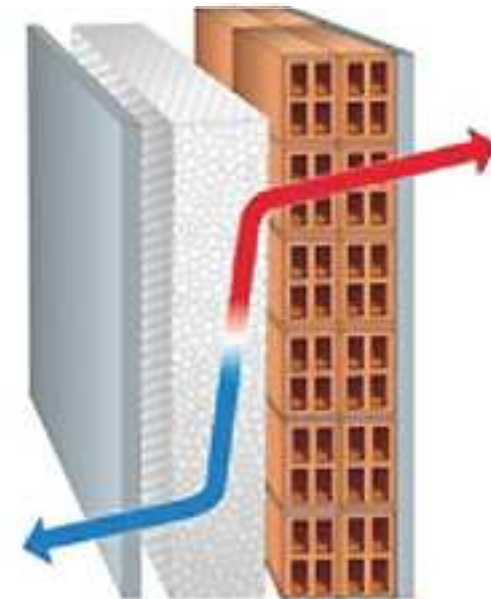
ISOLAMENTO ALL'ESTERNO



ISOLAMENTO IN INTERCAPEDINE



Le pareti multistrato possono essere realizzate con l'isolante posizionato all'esterno (denominato cappotto) oppure con l'isolante posto nell'intercapedine.

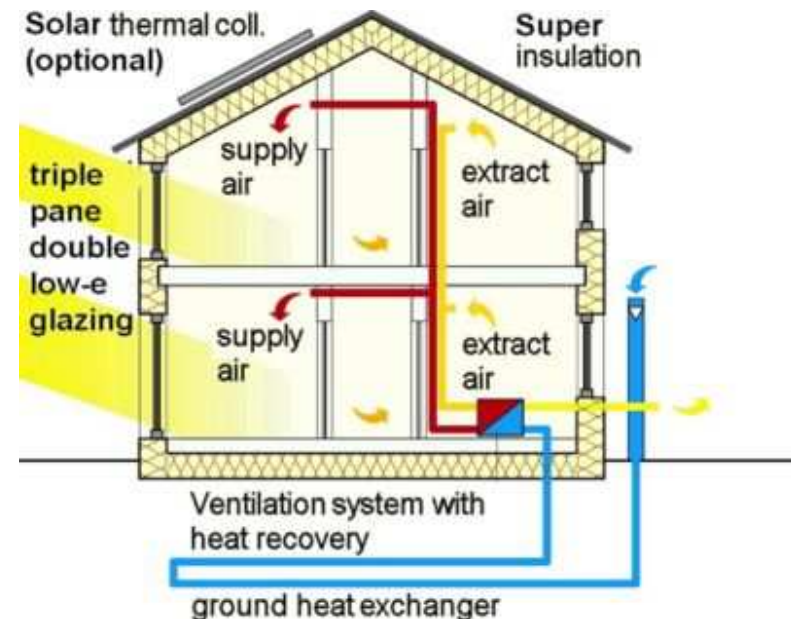


# Ventilazione

Una corretta ventilazione dell'edificio è necessaria per:

- diluire e rimuovere gli inquinanti indoor (monossido di carbonio, VOC; ossidi di azoto,...);
- diluire gli inquinanti specifici quali odori provenienti da vapori di cottura o servizi igienici;
- garantire l'aria per l'attività metabolica degli occupanti;
- garantire il controllo dell'umidità interna ed evitare la formazione di condense e muffe;
- fornire il giusto apporto di aria comburente in presenza di apparecchiature a gas per uso domestico.

Sistema di ventilazione con recupero di calore



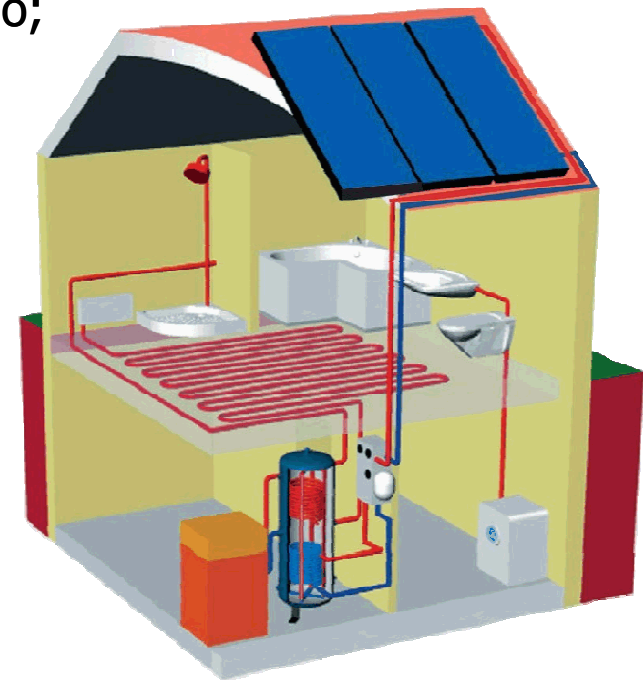
# Sistema di riscaldamento

- Il fabbisogno di energia primaria del sistema edificio-impianto per il riscaldamento invernale è dato da:

$$Q_{st} = \frac{\sum (Q_L - \eta_u Q_g)}{\eta_e \eta_d \eta_p \eta_c}$$

dove:

- $Q_L$  dispersioni mensili di energia dell'involucro edilizio;
- $Q_g$  apporti mensili di energia nell'involucro edilizio;
- $\eta_e$  rendimento di emissione medio stagionale;
- $\eta_d$  rendimento di distribuzione medio stagionale;
- $\eta_p$  rendimento di produzione medio stagionale;
- $\eta_c$  rendimento di regolazione medio stagionale
- $\eta_u$  fattore di utilizzo degli apporti gratuiti.



# Requisiti progettuali (Scelta dei materiali)

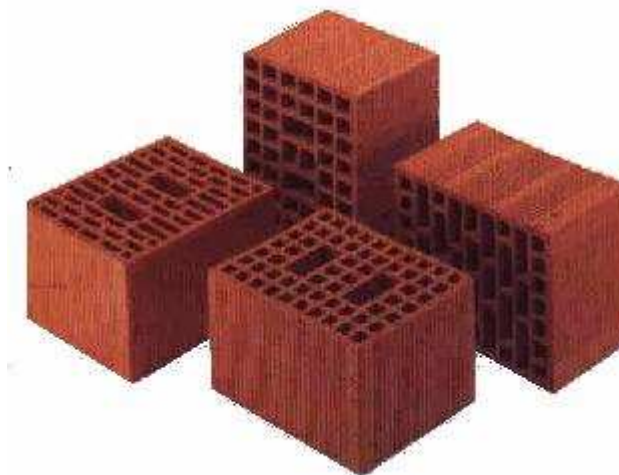
- Laterizi portanti a bassa trasmittanza
- Eliminazione dei ponti termici
- Materiali isolanti in strutture a sandwich
- Serramenti a bassa trasmittanza
- Vetri speciali con gas di riempimento a bassa k
- Laterizi a basso impatto ambientale ( fasi critiche LCA, ad es. basso contenuto energetico, assenza di materiali tossici, bassa emanazione di radon, ecc.)



# Laterizi portanti a bassa trasmittanza

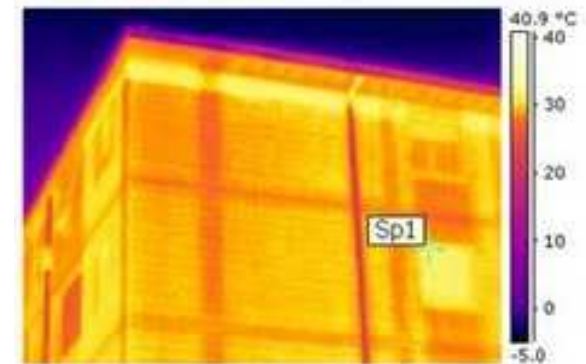
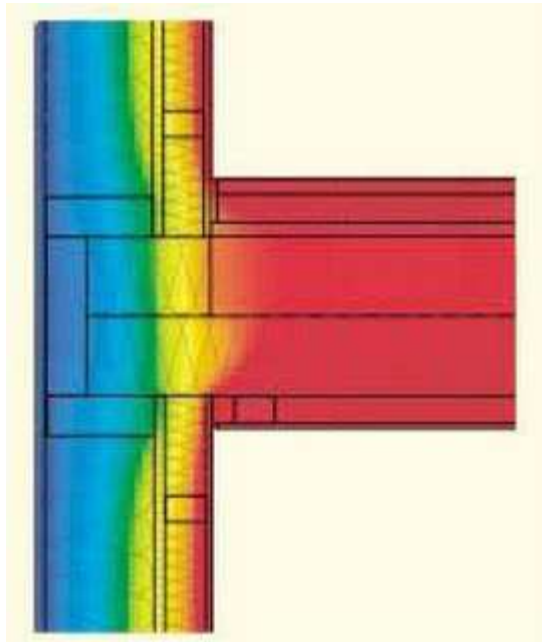
Prestazione	Spessore muratura	Massa volumica	Trasmittanza con 1,5 cm intonaco est e int	Resistenza alla diffusione del vapore	Isolamento acustico a 500 Hz	Resistenza caratteristica della muratura
	<b>cm</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>W/m<sup>2</sup>K</b>		<b>dB</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
Dati tecnici	38	850-750	0,45	8	49	50
Dati tecnici	35	850-700	0,55	8	48	50
Dati tecnici	30	800-700	0,7-0,8	8	47	50
Dati tecnici	25	800-700	0,85-1	7	45	35
Dati tecnici	20	655-450	1	7	42	<30

Prestazioni per spessore di muratura

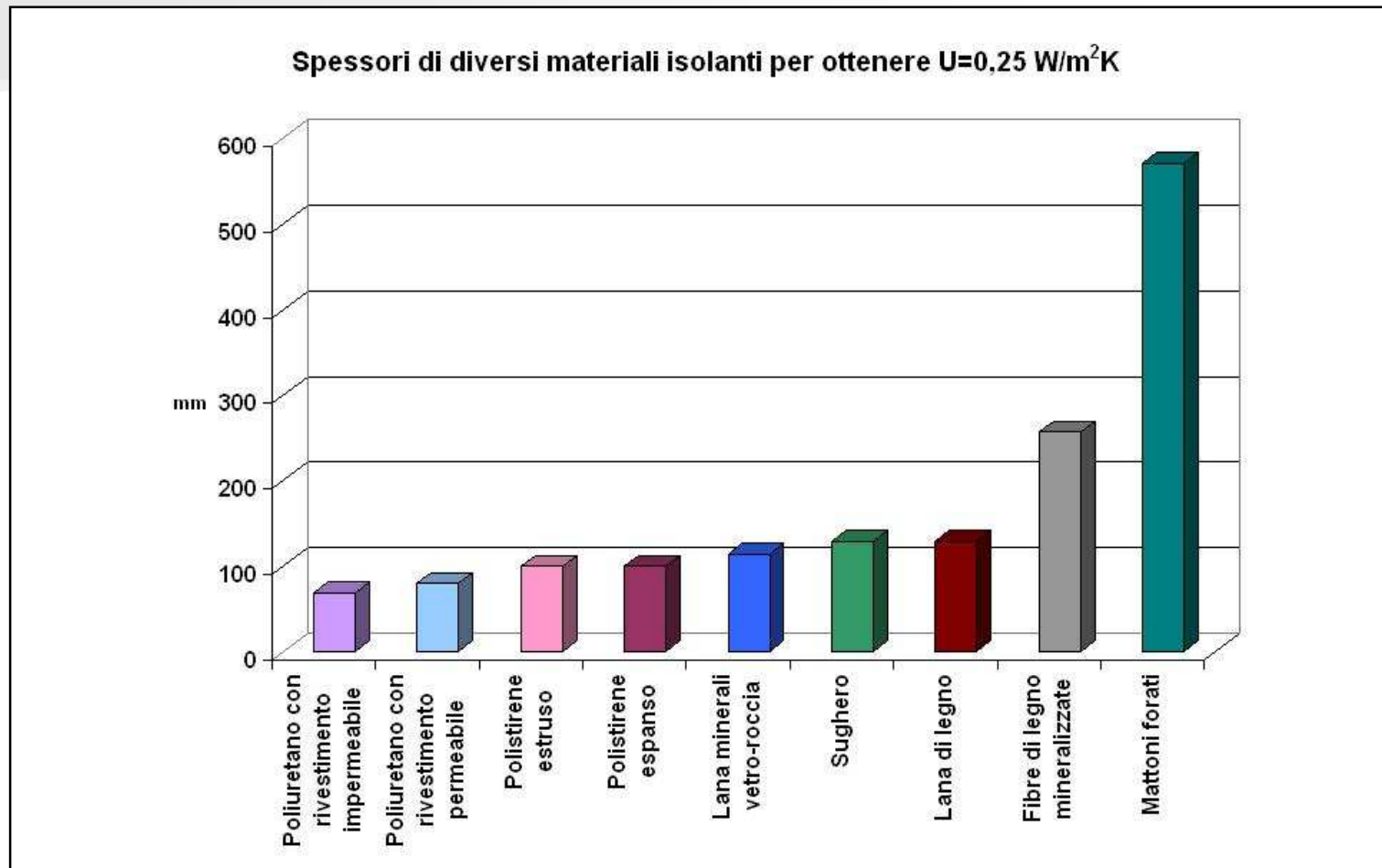


# Eliminazione dei ponti termici

- I ponti termici sono parti costruttive che favoriscono in modo localizzato e selettivo la dispersione termica. I componenti che maggiormente sono sede di ponti termici sono gli elementi che per natura e per posizione strutturali nella struttura edilizia favoriscono la dispersione di calore. I materiali che maggiormente favoriscono le dispersioni sono i metalli e le strutture cementizie, in particolare quelle armate.

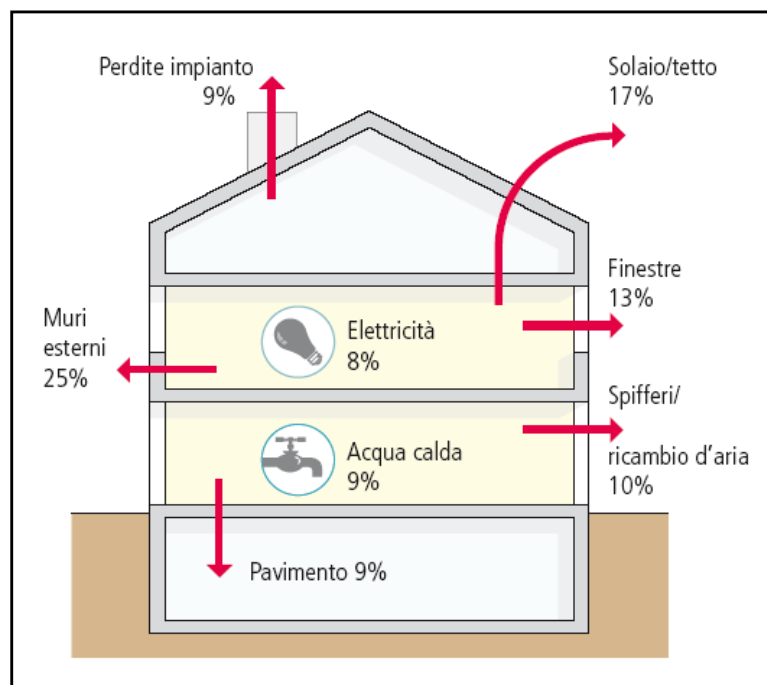


# Materiali isolanti in strutture a sandwich



# Serramenti a bassa trasmittanza

Nel bilancio termico complessivo di un edificio, attraverso la superficie vetrata è possibile disperdere fino al 15% dell'energia complessiva: una corretta progettazione della disposizione delle superfici vetrate e l'utilizzo delle moderne tecnologie (sia per quanto riguarda gli infissi che i vetri) possono dunque comportare risparmi energetici non trascurabili.



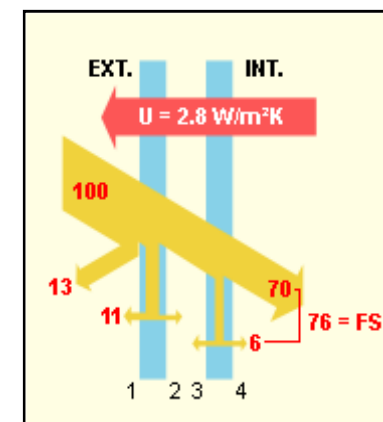
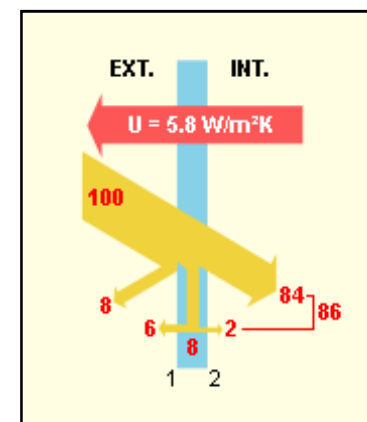
## Infissi

Tipologia	Trasmittanza W/m <sup>2</sup> K
Legno 30 mm	2,20
Legno 50 mm	1,90
Legno 100 mm	1,42
Alluminio con taglio termico	3,1-3,7
Alluminio senza taglio termico	7,0

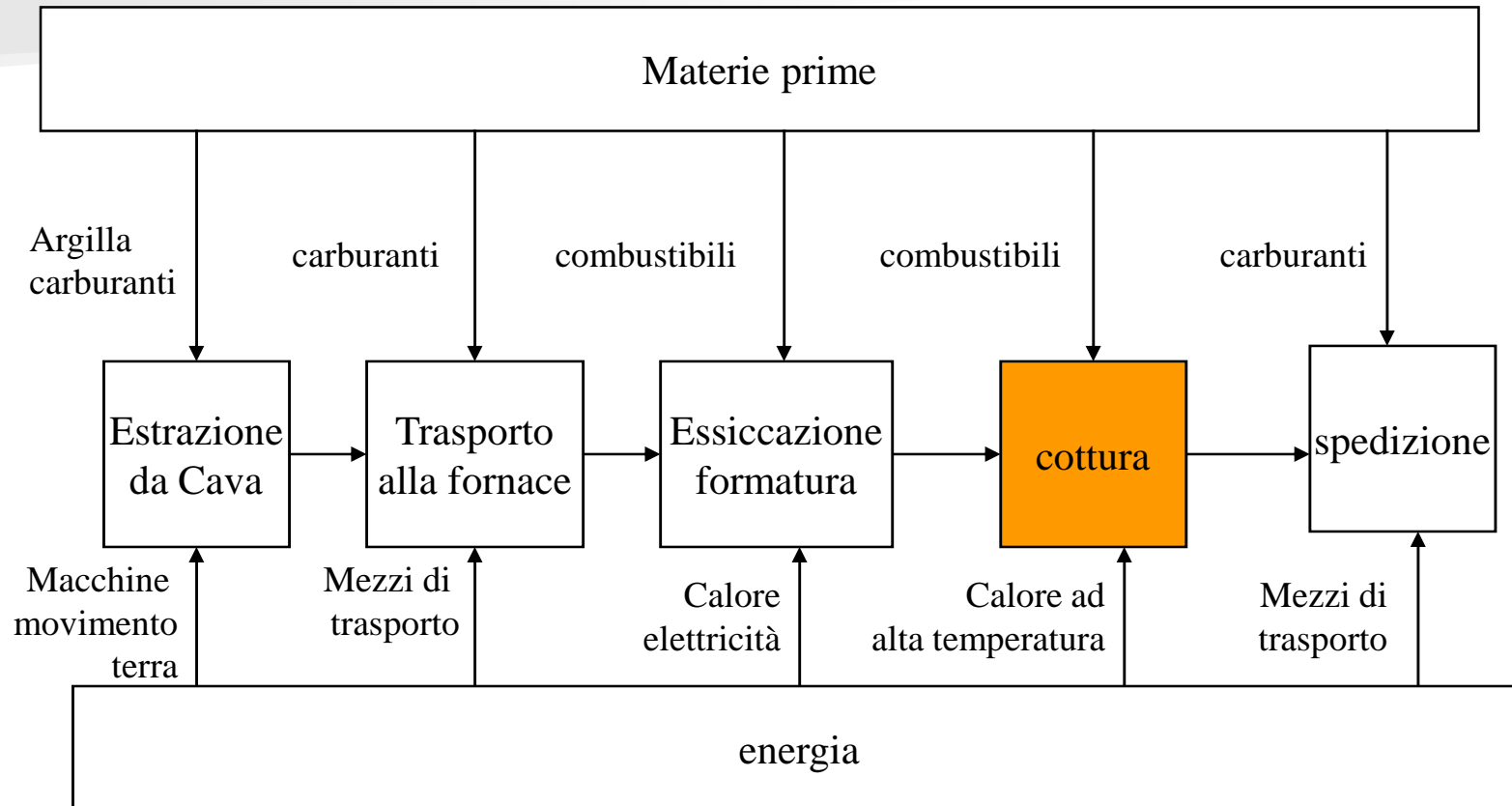
# Vetri speciali con gas di riempimento a bassa trasmittanza

Tipo di vetrata	Trattamenti	Gas di riempimento	Trasmittanza termica [W/(m <sup>2</sup> K)]
Lastra semplice da 4mm	-		5,9
Vetrocamera 4-15-4 vetro semplice + aria	-	aria	2,7
Vetrocamera 4-15-4 basso emissivo + aria	Bassa emissività su una lastra	aria	1,4
Vetrocamera 4-15-4 basso emissivo + gas	Bassa emissività su una lastra	argon	1,1
Vetrocamera 4-15-4 basso emissivo + gas	Bassa emissività su una lastre	krypton	1,0
Vetrocamera con tripla lastra 4-12-4-12-4	Bassa emissività su due lastre	aria	1,0

**Confronto tra il bilancio termico di un vetro singolo ed uno doppio**



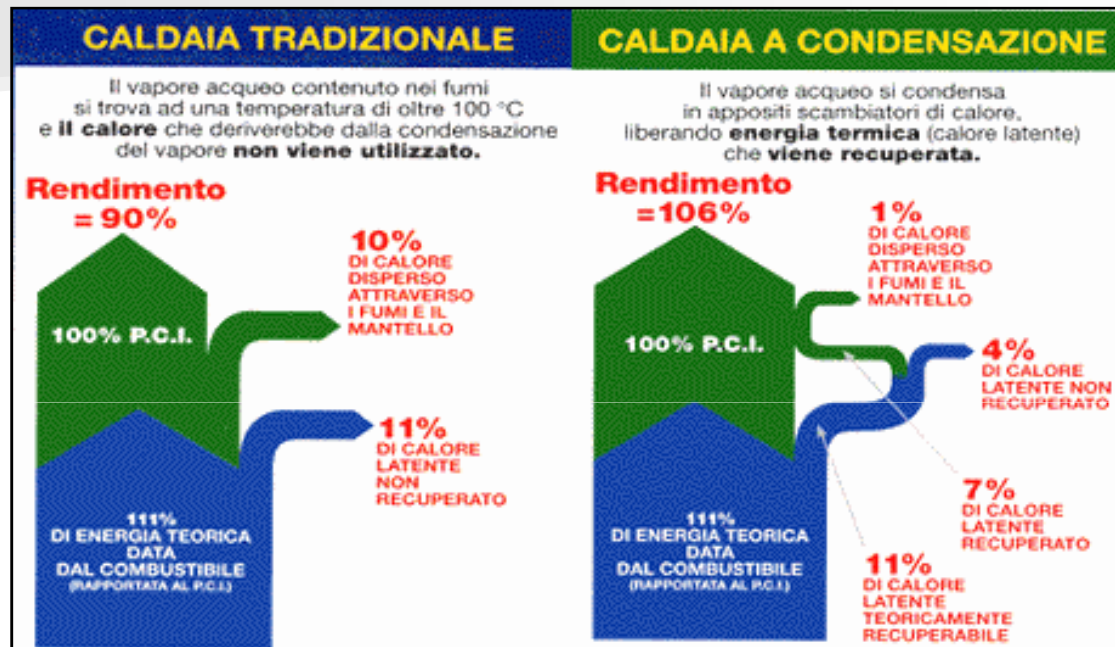
# La vita di un laterizio



# Requisiti operativi

- Impianto di riscaldamento ad alta efficienza (caldaia a condensazione)
- Uso di pompe di calore
- Preriscaldamento del flusso di ventilazione
- Riduzione del salto termico interno - esterno

# Impianto di riscaldamento ad alta efficienza (caldaia a condensazione)



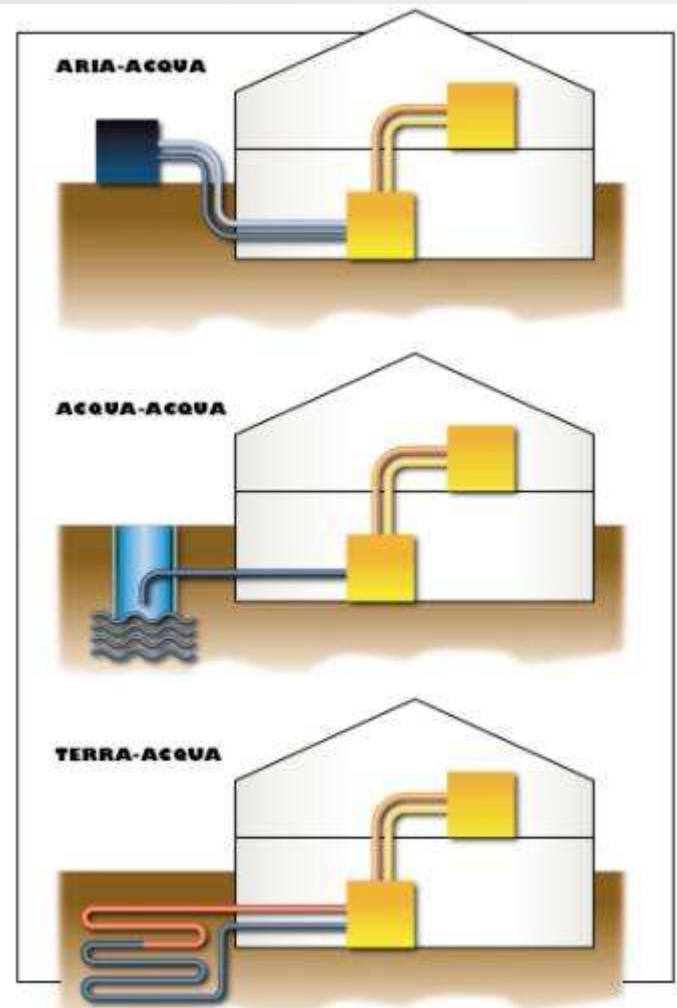
Rendimenti elevati

Le caldaie a condensazione grazie all'impiego di uno speciale scambiatore di calore sono in grado di recuperare gran parte del calore altrimenti disperso tramite l'espulsione dei fumi. Per condensare il vapore dei fumi, i generatori utilizzano la temperatura dell'acqua di ritorno dall'impianto termico, più fredda rispetto alla temperatura dell'acqua di mandata.



# Uso di pompe di calore

## Tipologie



La pompa di calore è un dispositivo meccanico in grado di trasferire il calore estratto da una sorgente a bassa temperatura (sorgente fredda) verso un ambiente a temperatura più alta (pozzo caldo).

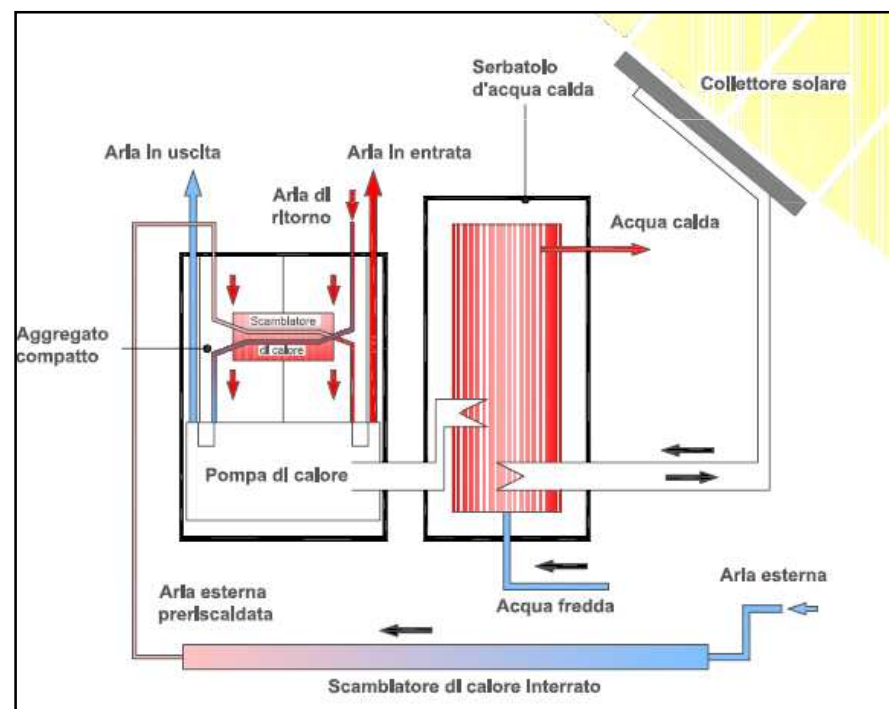
## Efficienza di una pompa di calore

L'efficienza di una pompa di calore elettrica è misurata dal coefficiente di prestazione "C.O.P." che è il rapporto tra energia fornita ed energia elettrica consumata. Il C.O.P. è variabile a seconda del tipo di pompa di calore e delle condizioni di funzionamento ed ha, in genere, valori intorno a 3.

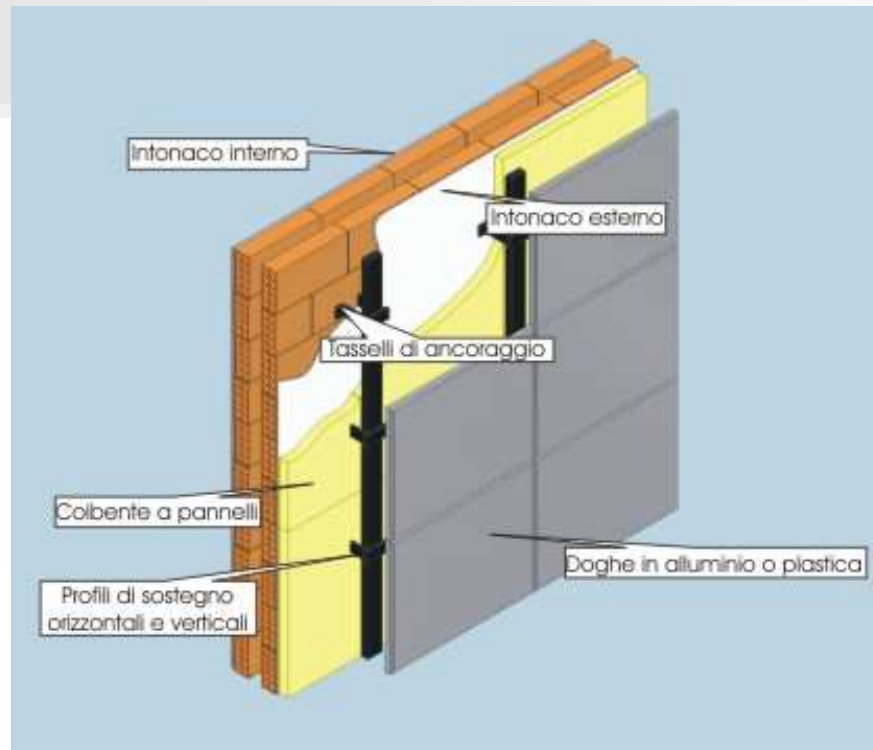
# Preriscaldamento del flusso di ventilazione

I sistemi di Ventilazione Meccanica Controllata (VMC) sono tecnologie che permettono la ventilazione continuativa delle residenze "controllando" le portate d'aria di rinnovo secondo le esigenze determinate in fase di progetto.

- garantiscono portate d'aria di immissione/estrazione, in quantità prestabilite
- garantiscono possibilità di variare tali portate dell'aria in funzione delle condizioni ambiente
- garantiscono possibilità di filtrazione dell'aria (nei sistemi a doppio flusso)
- garantiscono possibilità di recupero del calore sull'aria espulsa (nei sistemi a doppio flusso)



# Riduzione del salto termico interno - esterno



Tra isolante e rivestimento si crea un'intercapedine d'aria che, per "effetto camino", attiva un'efficace ventilazione naturale assicurando notevoli benefici (mantiene assolutamente asciutto l'isolamento termico, asportandone ogni eventuale ristagno di condensa).

I vantaggi che si ottengono sono: correzione dei ponti termici e riduzione degli effetti indotti nelle strutture e nei paramenti murari dalle variazioni rapide o notevoli della temperatura esterna.