

Soluzioni progettuali e corretta esecuzione in cantiere del sistema edificio-impianto

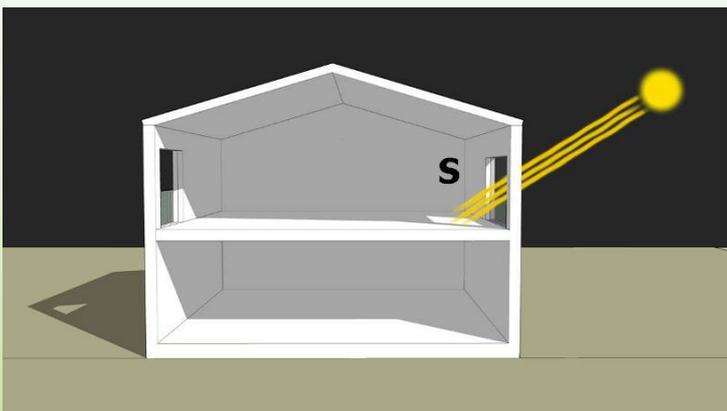


L'edificio energeticamente efficiente, deve nascere già dal progetto architettonico



**Un'attenta progettazione può ridurre i costi
d'isolamento, d'impianti e di esecuzione**

Apporti solari

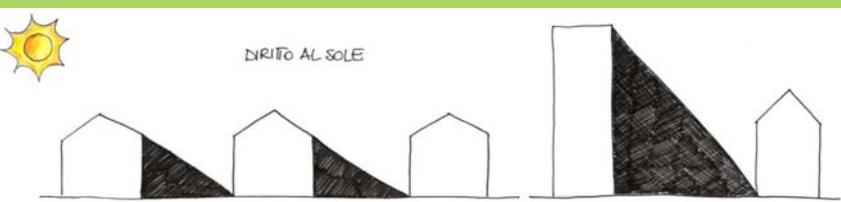
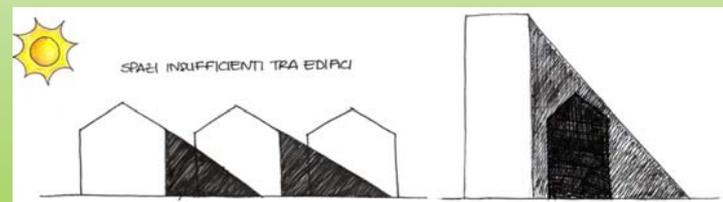


L'orientamento SUD

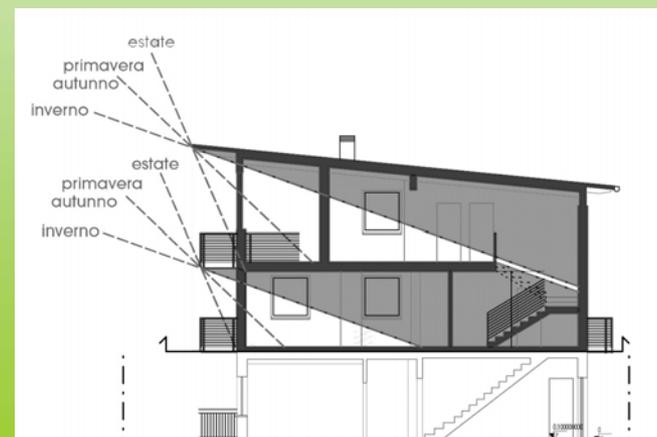
INVERNO : Massima radiazione solare in inverno
 Elevato guadagno di energia

ESTATE : Il sole è alto all'orizzonte,
 l'edificio riceve minore radiazione
 NO fenomeni di surriscaldamento

Superficie ottimale SUD : 30-40% di Sf lorda
 (per garantire un buon apporto solare in inverno
 e ridotto surriscaldamento estivo)



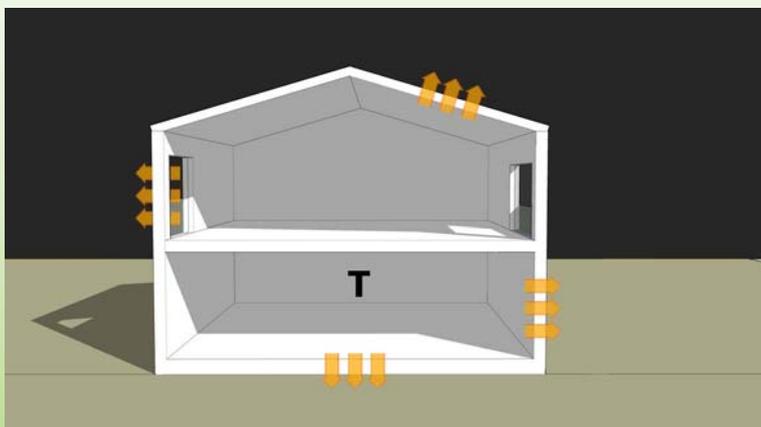
calcolo della distanza ottimale tra edifici



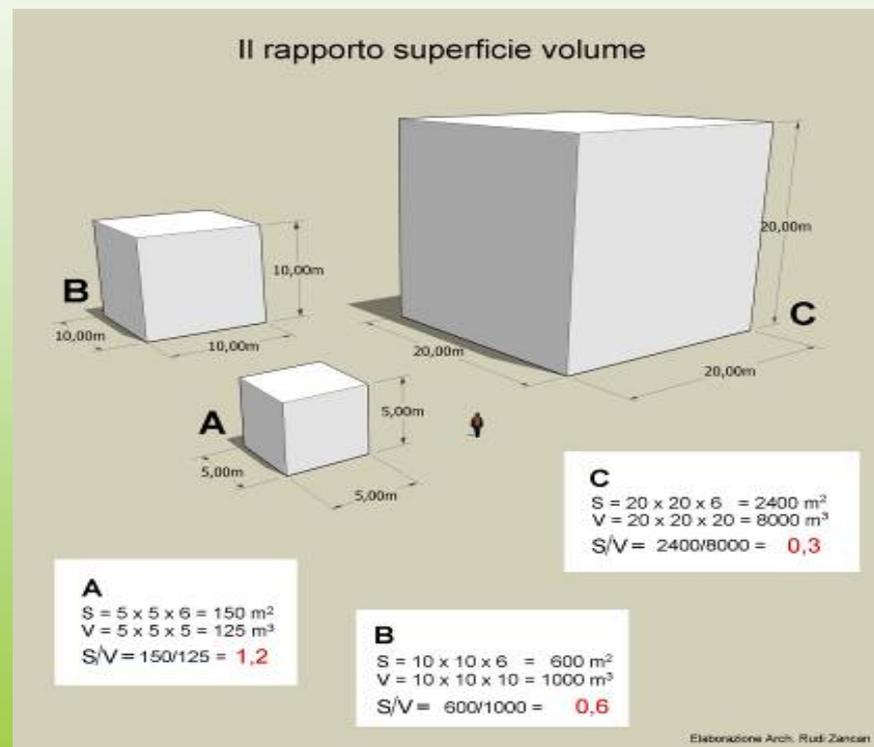
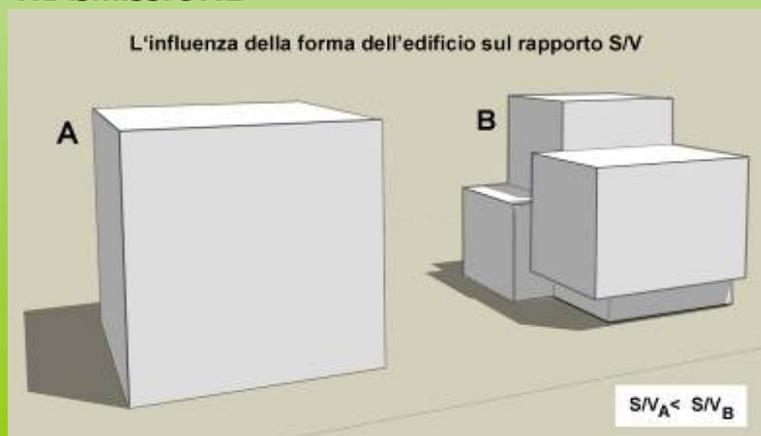
disposizione delle aperture a SUD

Regole per la riduzione delle dispersioni per trasmissione:

1. COMPATTEZZA DEL CORPO DI FABBRICA

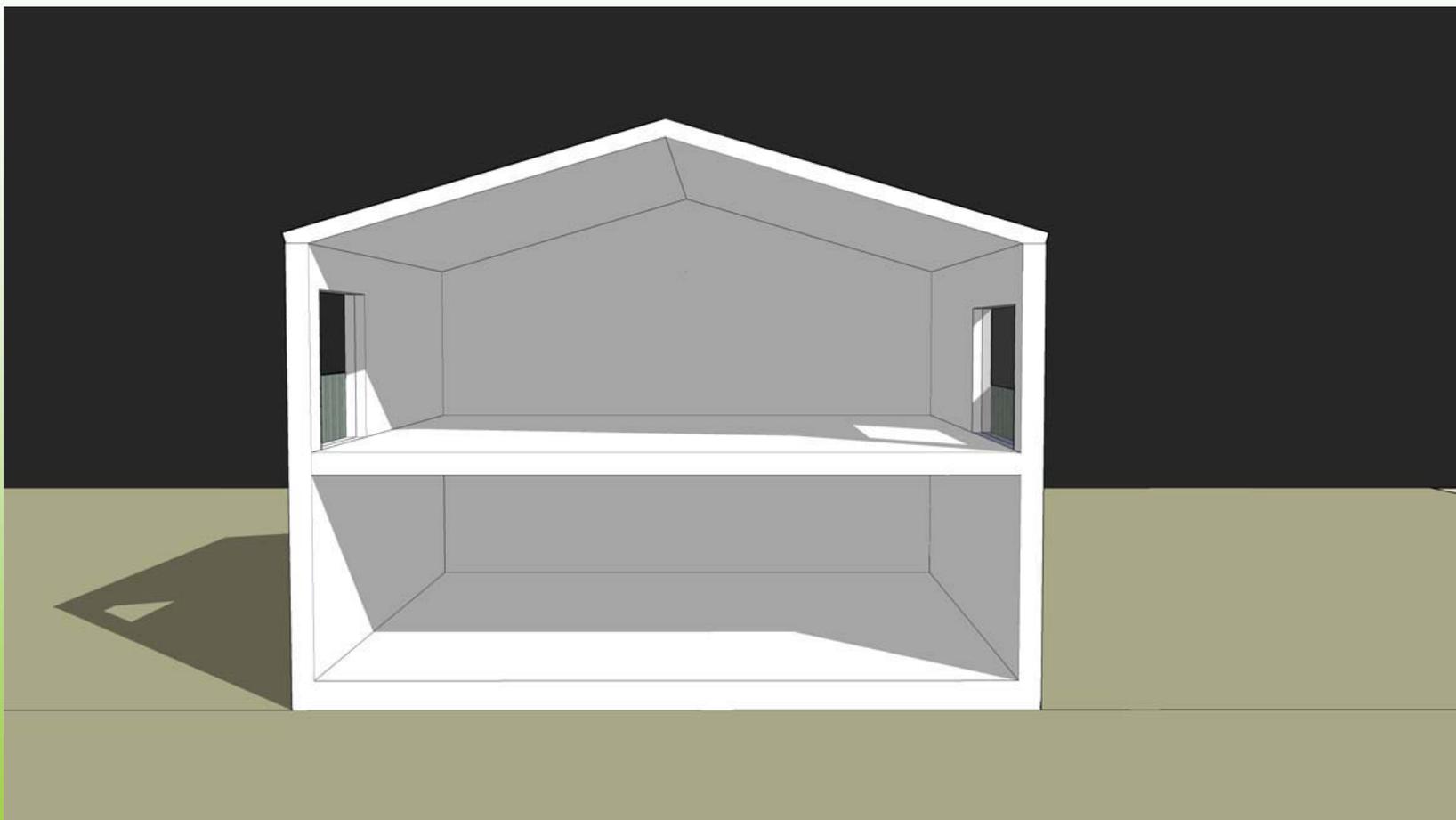


FORMA COMPATTA < DISPERSIONI PER TRASMISSIONE

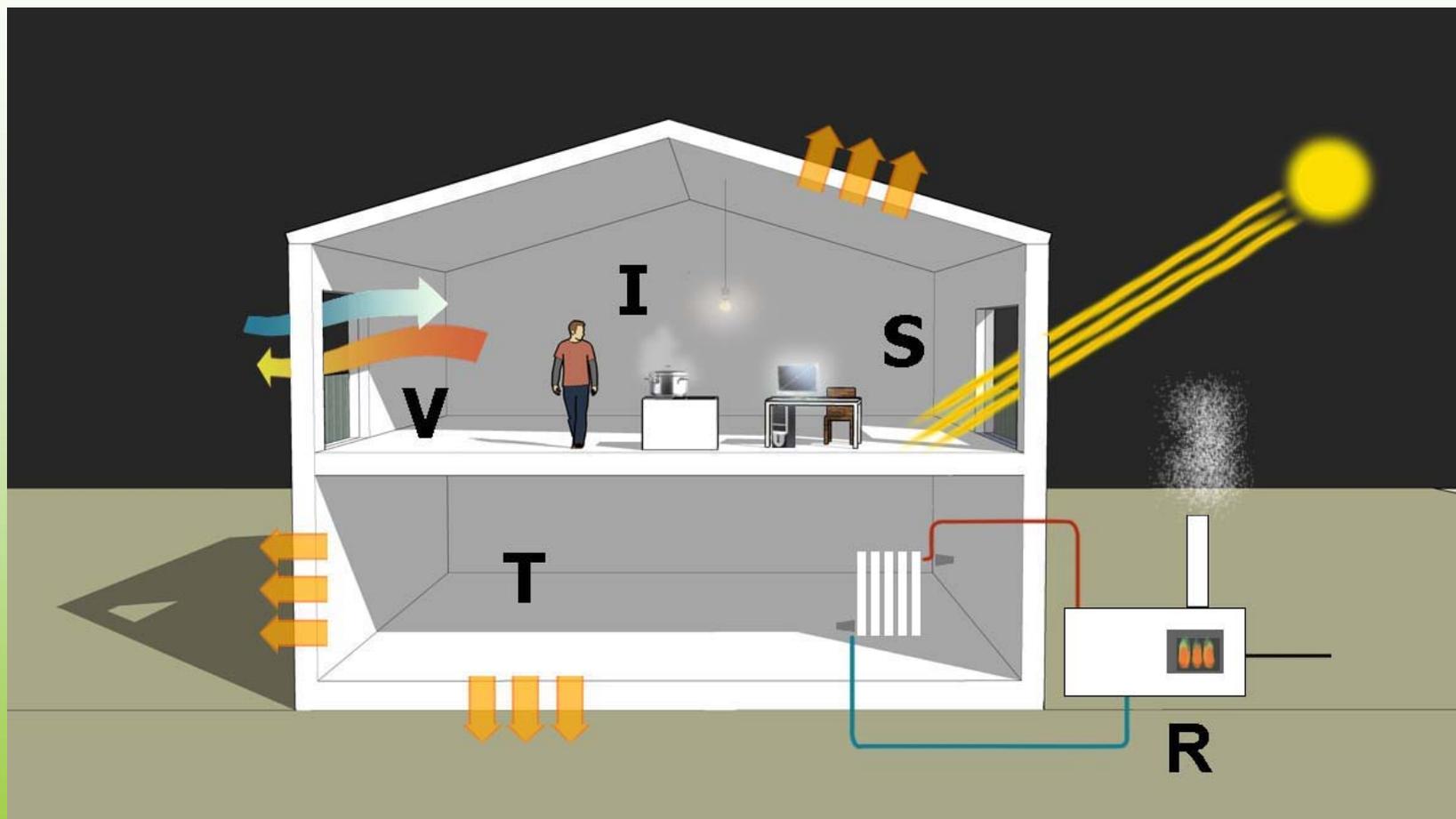


OBIETTIVO : RIDUZIONE DEL RAPPORTO S/V

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta t$$

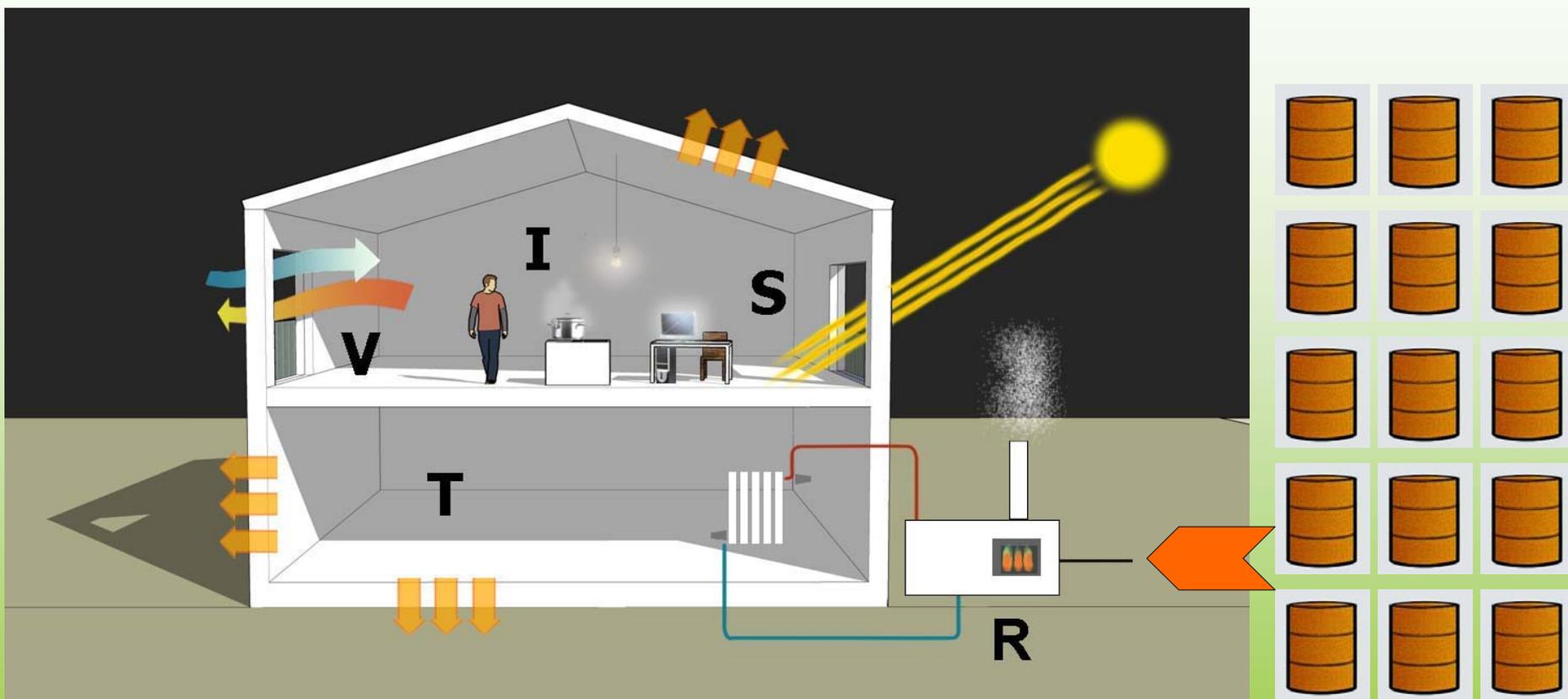


Il bilancio termico di un edificio



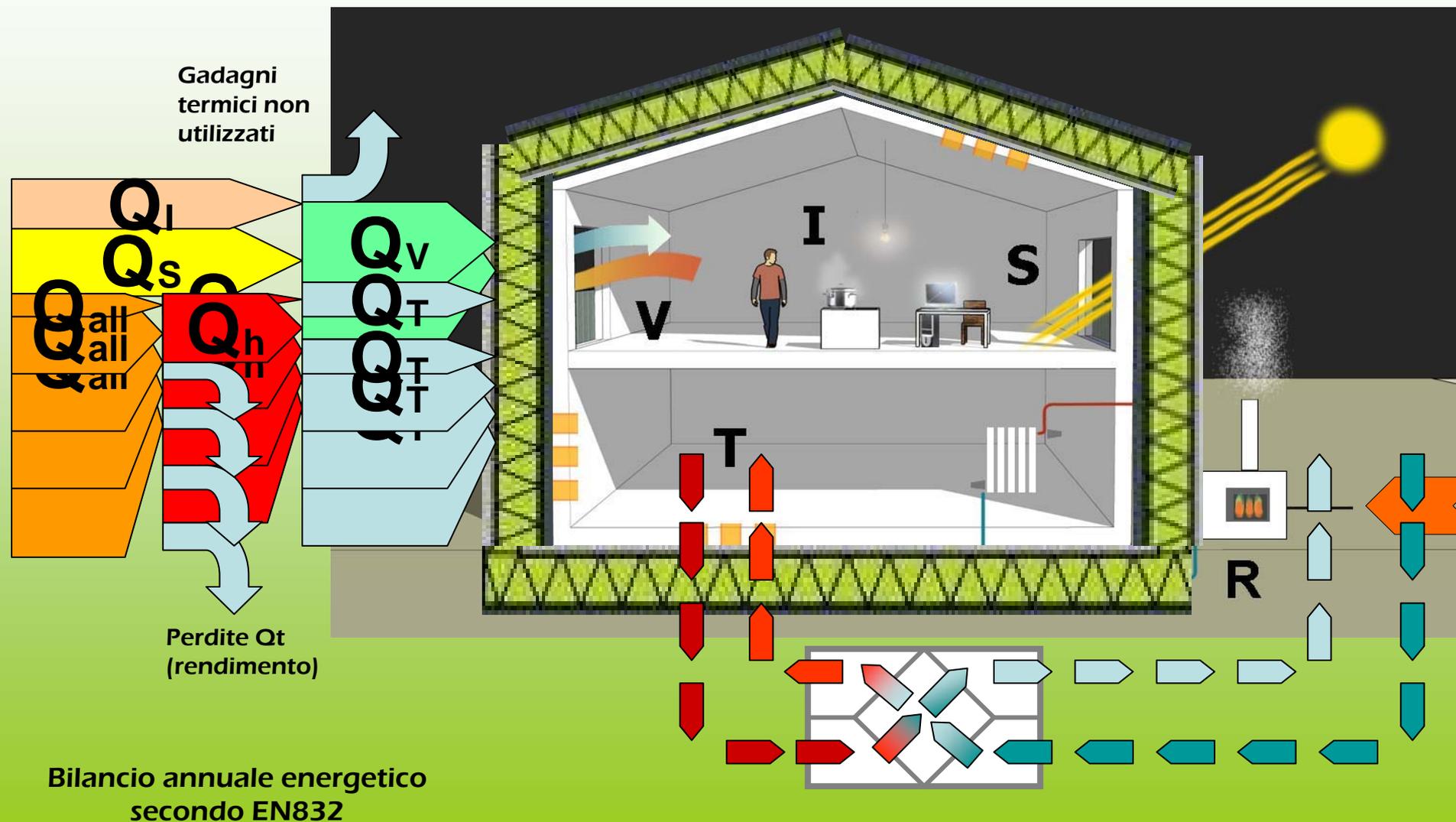
$$Q_h = (Q_T + Q_V) - \eta * (Q_i + Q_s)$$

Q_h = fabbisogno di calore



$$R = Q_h / \eta_e \eta_d \eta_c \eta_p$$

R = fabbisogno di energia primaria per riscaldamento

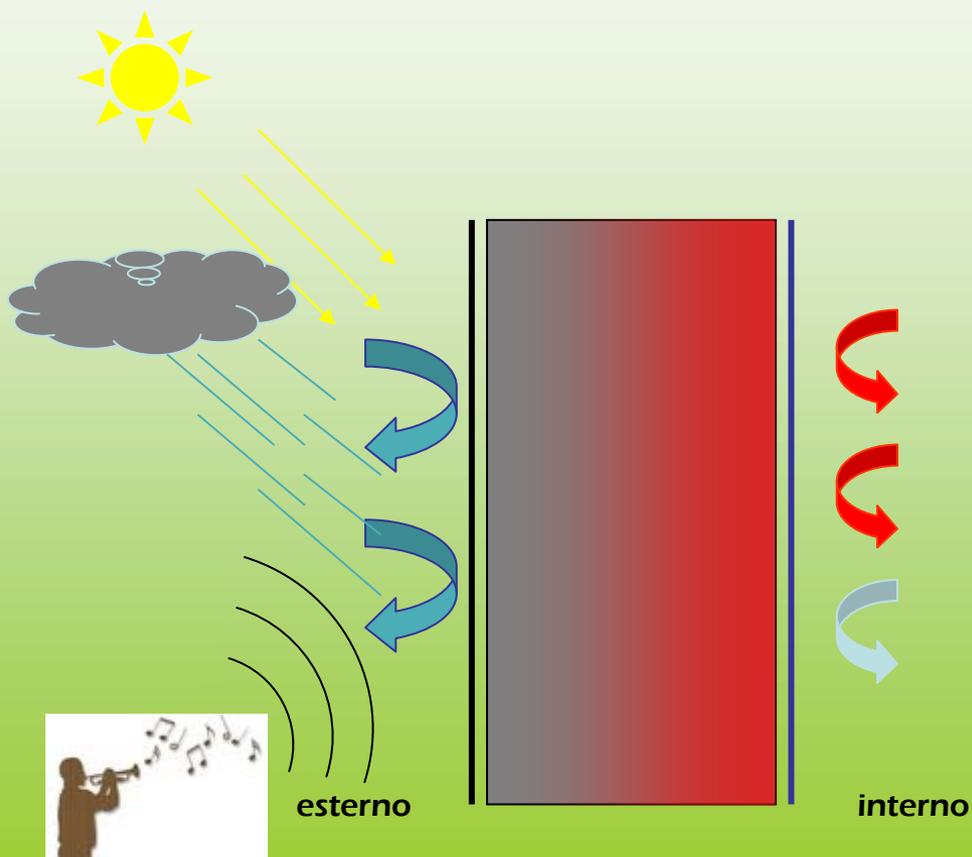


Il fabbisogno di calore per riscaldamento di un edificio riferito alla superficie netta

$$HWB_{NGF} = \frac{Q_h}{NGF_B}$$

Indice termico dell'edificio calcolato secondo i dati climatici di Bolzano	categoria di consumo di calore	scala
	basso fabbisogno di calore	
	A	$HWB_{NGF} \leq 30 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
	B	$HWB_{NGF} \leq 50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
	C	$HWB_{NGF} \leq 70 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
	D	$HWB_{NGF} \leq 90 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
	E	$HWB_{NGF} \leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
	F	$HWB_{NGF} \leq 160 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
	G	$HWB_{NGF} > 160 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
	alto fabbisogno di calore	

Funzioni dell'involucro esterno



Protezione dagli agenti esterni

Isolamento termico ed acustico

Accumulo di calore

Tenuta all'aria

Funzioni dell'involucro esterno



D.L. 192/2005 +D.L. 311/2006

TRASMITTANZA TERMICA DELLE STRUTTURE OPACHE VERTICALI

Tabella dei valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali espressa in W/mqK

Zona climatica	Dal 1° Gennaio 2006 $U(W/mqK)$	Dal 1° Gennaio 2008 $U(W/mqK)$	Dal 1° Gennaio 2010 $U(W/mqK)$
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,4
D	0,5	0,4	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

TRASMITTANZA TERMICA DELLE STRUTTURE OPACHE INCLINATE

Tabella dei valori limite della trasmittanza termica U delle coperture espressa in W/mqK

Zona climatica	Dal 1° Gennaio 2006 $U(W/mqK)$	Dal 1° Gennaio 2008 $U(W/mqK)$	Dal 1° Gennaio 2010 $U(W/mqK)$
A	0,8	0,42	0,38
B	0,6	0,42	0,38
C	0,55	0,42	0,38
D	0,46	0,35	0,32
E	0,43	0,32	0,3
F	0,41	0,31	0,29

Spessore minimo isolante 10 cm

(con conduttività 0,04 W/mq°k)

1° gennaio 2010

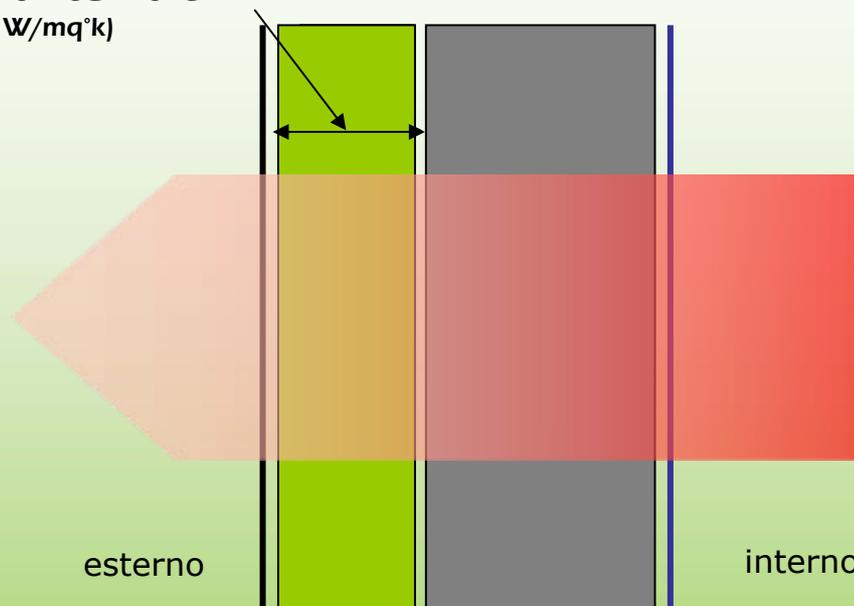
U limite = 0,34 W/mq °K

DPR 59/2009 RIDUZIONE DEL 10%

quindi:

U limite = 0,31 W/mq °K

Zona climatica E



INTERVENTO 1

- Intonaco rasante 0,5 cm
- **Isolante (eps) 8 cm**
- Laterizio forato 25 cm
- intonaco calce e cemento 1,5cm

Valore U raggiunto = **0,35 W/mq °K**

NON SUFFICIENTE

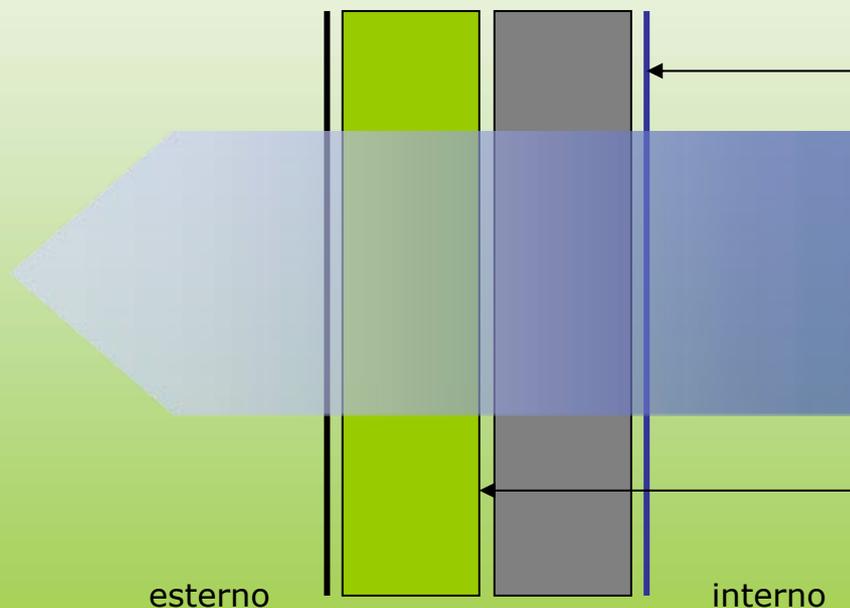
INTERVENTO 2

- Intonaco rasante 0,5 cm
- **Isolante (eps) 10 cm**
- Laterizio forato 25 cm
- intonaco calce e cemento 1,5cm

Valore U raggiunto = **0,29 W/mq °K**

< U limite (2010) = 0,31 W/mq °K

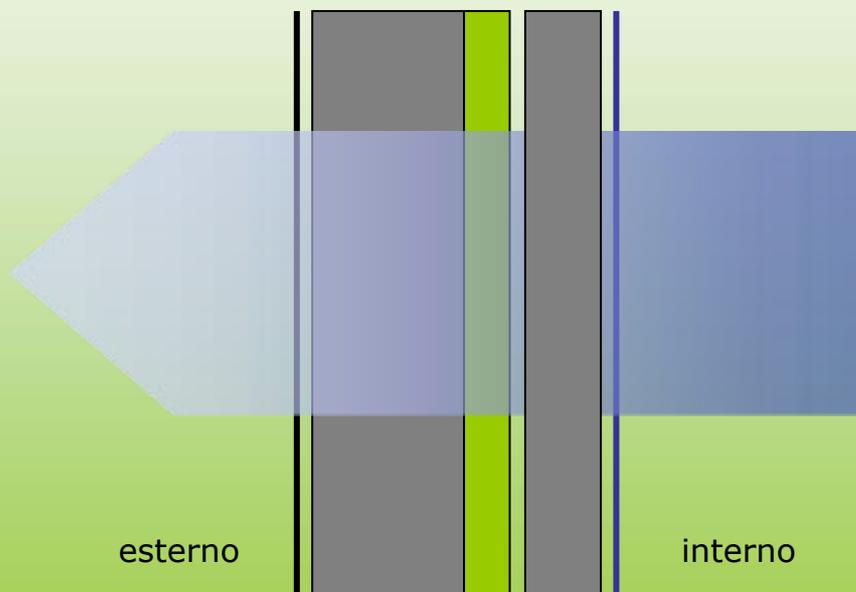
Igrotermia – possibili conseguenze



Condensazione superficiale quando la temperatura di una parete è inferiore alla temperatura di rugiada dell'aria interna (ponti termici)

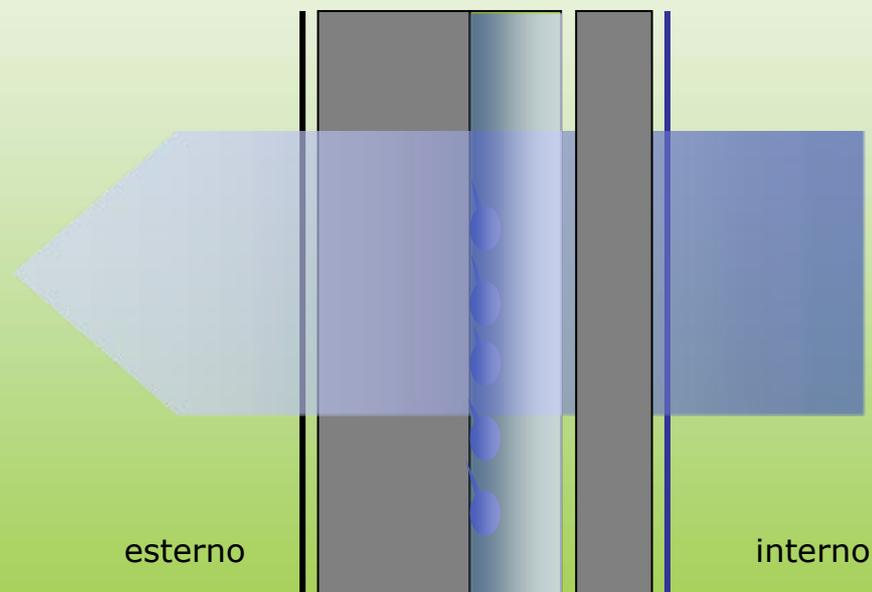
Condensazione interstiziale quando il Vapore d'acqua, migrando attraverso la Struttura, incontra strati via via più freddi e passa alla fase liquida se la temperatura risulta inferiore a quella di rugiada

Igrotermia – possibili conseguenze – muro con intercapedine isolata



LEGGE 10 $u=0,48 \text{ w/mq}^\circ\text{K}$
 EPS 4 cm MU=40 $sd=1,6$

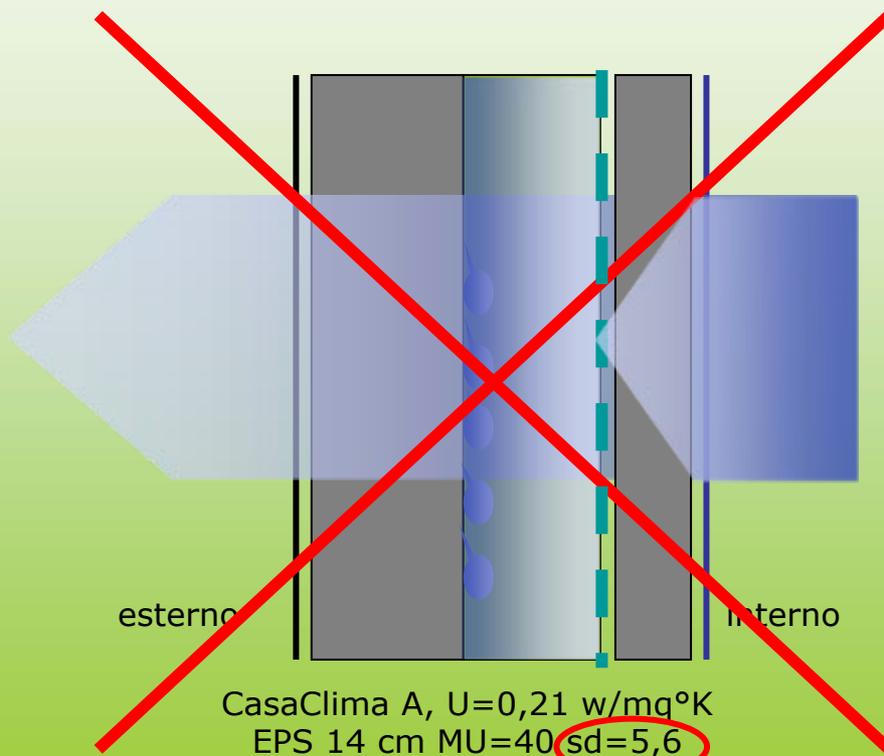
NON FORMA CONDENSA INTERSTIZIALE



LEGGE 311 zona E, $U \text{ limite}=0,34 \text{ w/mq}^\circ\text{K}$
 EPS 10 cm MU=40 $sd=4$

ACCUMULO DI CONDENSA fino a 20 g/mq

Igrotermia – possibili conseguenze: Muro con intercapedine isolata



con 14 cm di sughero espanso:
300 g/mq

con 14 cm lana di roccia o vetro:
1350 g/mq

necessita di freno o barriera al vapore

ACCUMULO DI CONDENSA fino a 80 g/mq

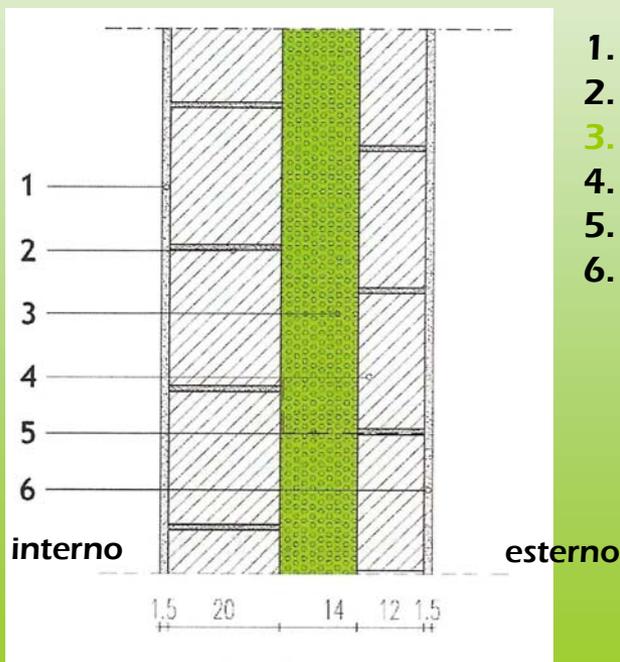
Igrotermia – possibili conseguenze – muro con intercapedine isolato

Possibili conseguenze

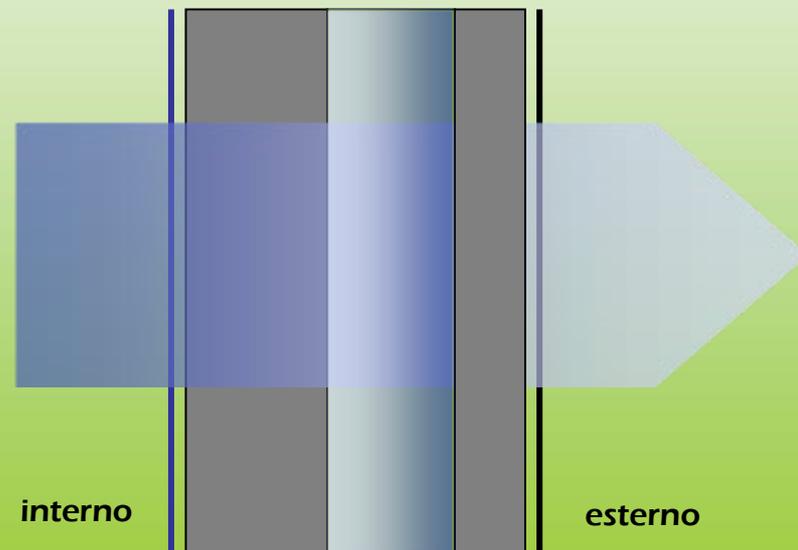
lana di vetro: $\mu = 2-3$
con spessore 4 cm sd = 0,08 m



Doppio muro: parete ventilata e intercapedine con MICROVENTILAZIONE



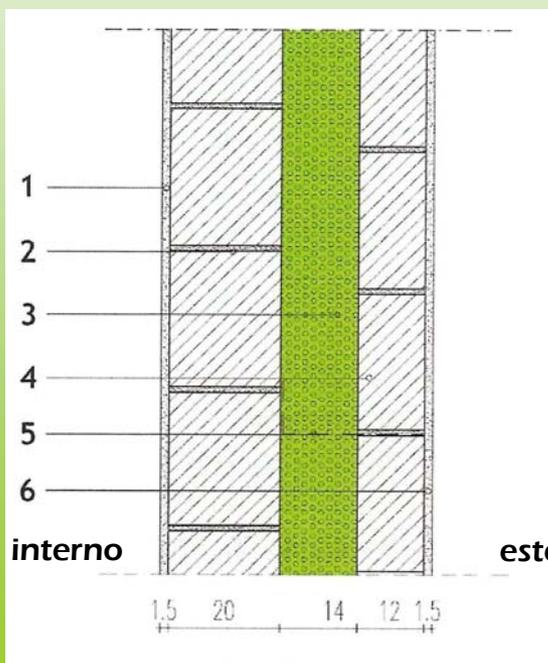
1. Intonaco interno
2. Laterizio forato
3. ISOLANTE TERMICO
4. Laterizio
5. Staffe in acciaio inox
6. Intonaco esterno



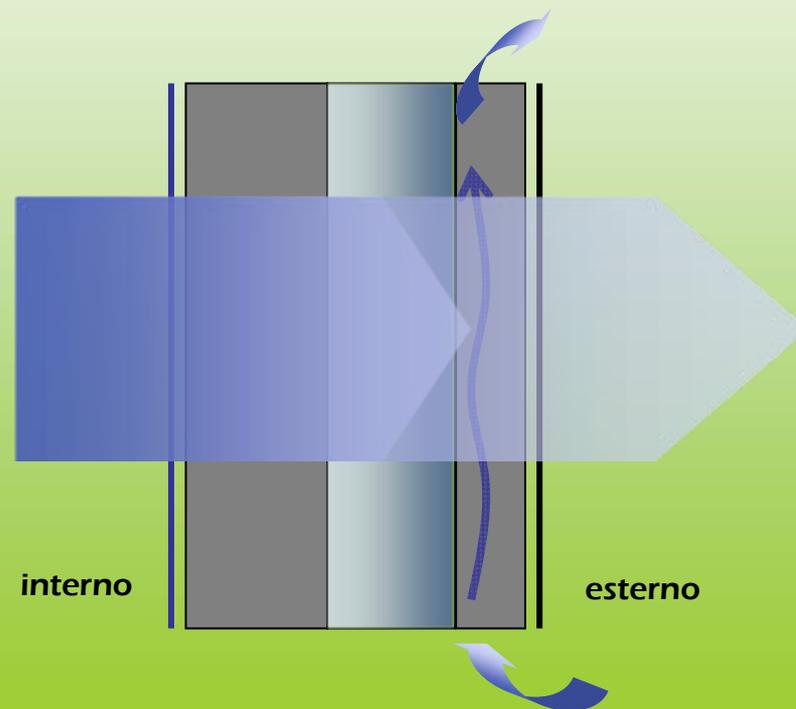
Rischio formazione condensa con isolante con $sd < 30-40$

CasaClima A: sezioni tipo

Doppio muro: parete ventilata e intercapedine con MICROVENTILAZIONE



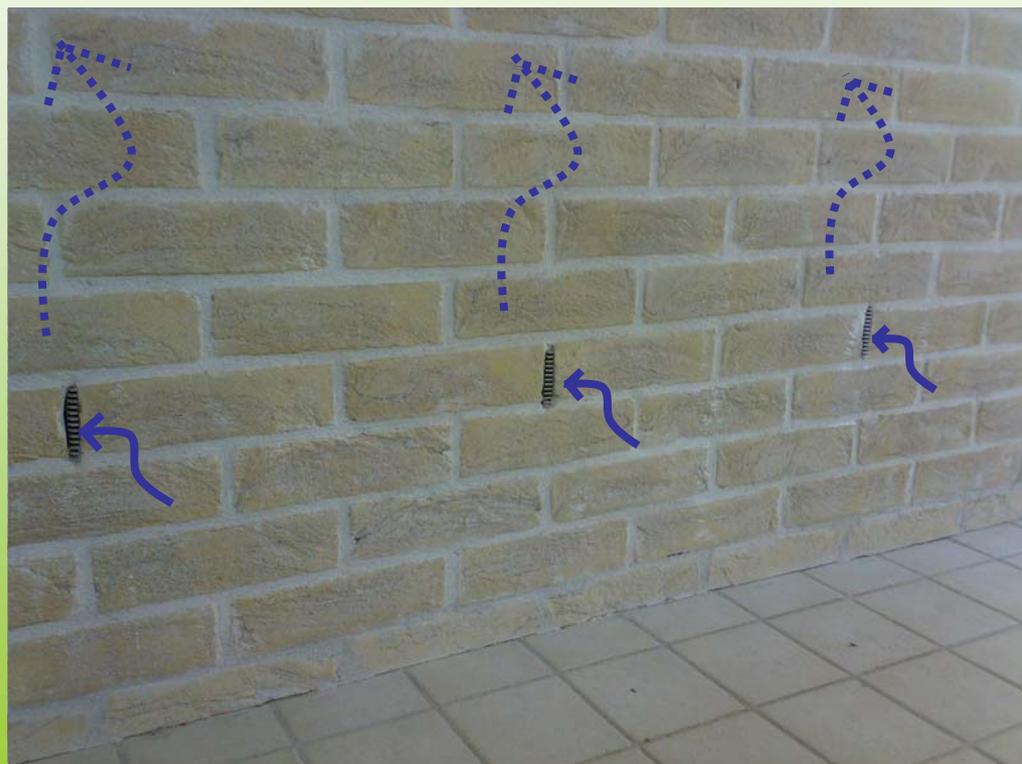
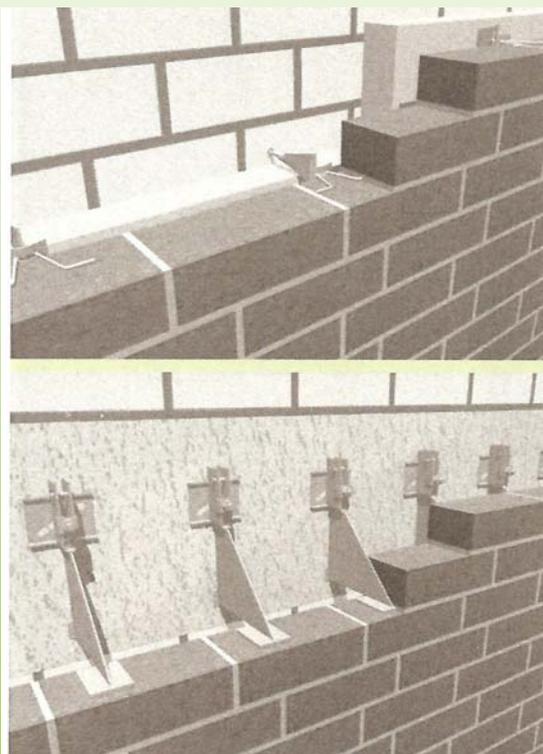
1. Intonaco interno
2. Laterizio forato
3. **ISOLANTE TERMICO**
4. Laterizio
5. Staffe in acciaio inox
6. Intonaco esterno



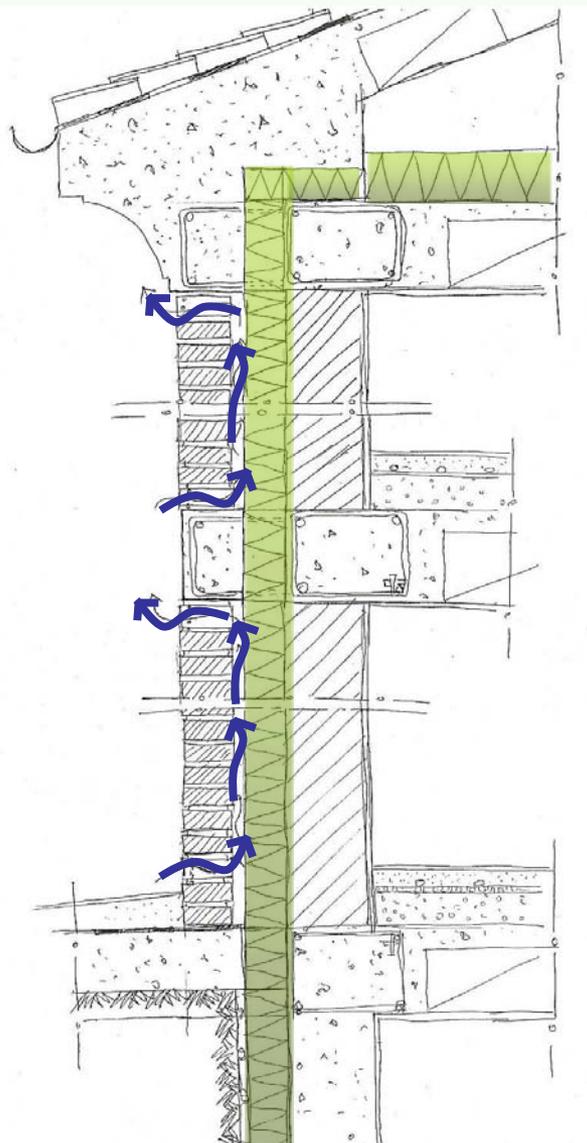
La PARETE VENTILATA evita la formazione di condensa interstiziale

CasaClima : sezioni tipo

Doppio muro: parete ventilata



Rivestimento esterno mattone faccia a vista



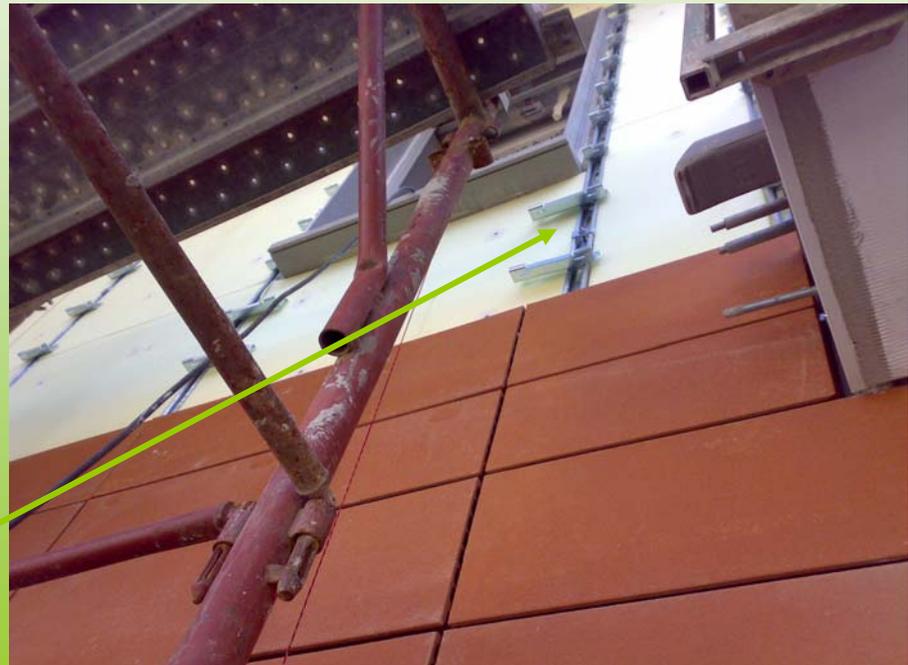
CasaClima : sezioni tipo

Rivestimento esterno
mattoni faccia a vista



CasaClima A: sezioni tipo

Doppio muro: parete ventilata



Facciata ventilata con fissaggio in acciaio
Peggioramento del valore U del 17%

Muratura monostrato – blocchi ultraporizzati



Caratteristiche:

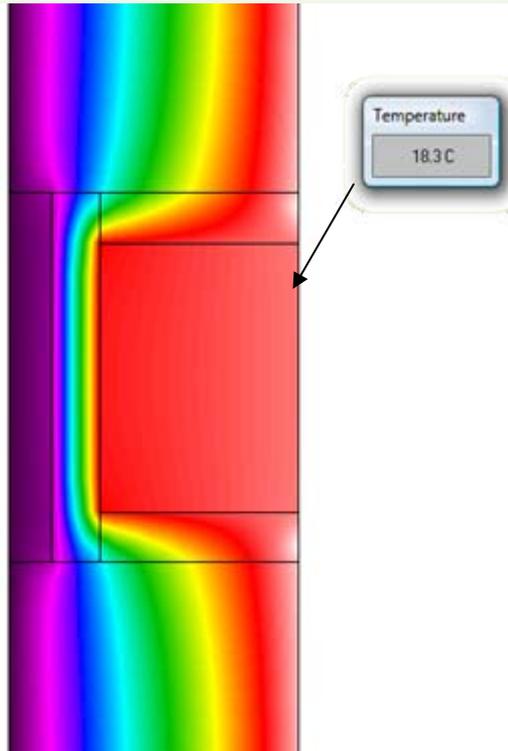
Blocchi rettificati con posa a colla

Vantaggi:

- Velocità di esecuzione
- Eliminazione del ponte termico dovuto ai giunti malta
- Elevata inerzia termica



Muratura monostrato – blocchi ultraporizzati

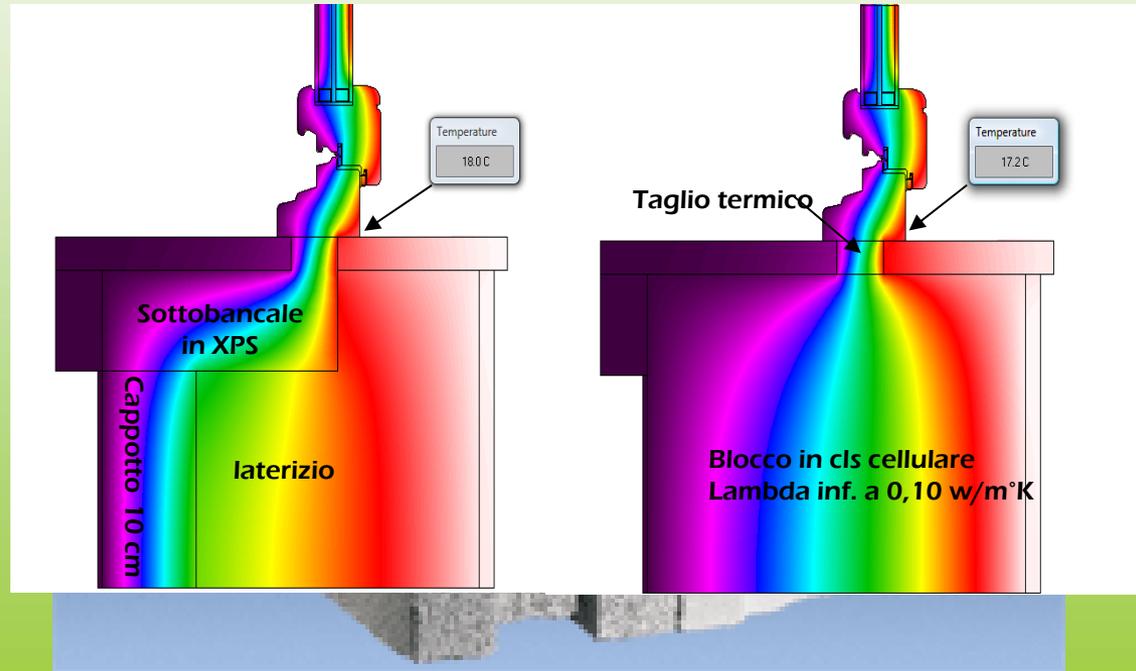


Svantaggi:

- Complessa gestione dei ponti termici in corrispondenza dei solai e pilastri
- Eventuali riduzioni di spessore dovuto al passaggio di impianti, riduce notevolmente le trasmittanza
- Ponti termici in corrispondenza delle architravi delle aperture

CasaClima A: sezioni tipo

Muratura monostrato – blocchi calcestruzzo cellulare



Fino a λ_d equivalente = $0,064 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$

Svantaggi:

- Complessa gestione dei ponti termici in corrispondenza dei solai e pilastri
- Eventuali riduzioni di spessore dovuto al passaggio di impianti, riduce notevolmente le trasmittanza
- Ponti termici in corrispondenza delle architravi delle aperture

Muratura monostrato – blocchi cassero

vantaggi

- ridotta trasmittanza
- posa rapida

svantaggi

- spessore complessivo notevole
- limiti nella realizzazione di geometrie complesse
- spessori isolamento prestabiliti
- posa in opera molto accurata



Cappotto su pareti esterne

VANTAGGI

- eliminazione di tutti i ponti termici rappresentati da solai, cordoli, pilastri e tracce per impianti
- riduzione dello spessore della muratura
- riduzione sostanziale della trasmittanza delle pareti
- nessun fenomeno di condensa superficiale interna ed interstiziale

SVANTAGGI

- rischi correlati ad una cattiva posa



Posa in opera - Cappotto su pareti esterne



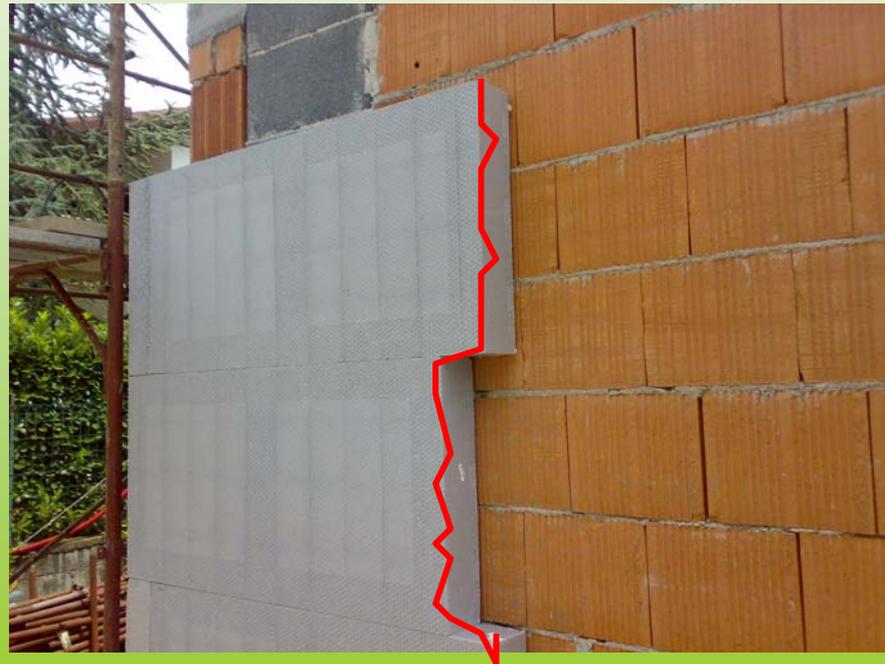
- **Utilizzare componenti di UN SOLO sistema**
- **Attenersi strettamente alle indicazioni del produttore**
- **Verificare l'esecuzione in presenza di raccordi e discontinuità**





Posa in opera - Cappotto su pareti esterne

1. **Posare solo lastre intere a giunti sfalsati perfettamente accostati**
2. **Negli spigoli dell'edificio devono essere posate alternativamente mezze lastre e lastre intere**





Posa in opera - Cappotto su pareti esterne

CasaClima A: sezioni tipo

1. **Posare solo lastre intere a giunti sfalsati perfettamente accostati**
2. **Negli spigoli dell'edificio devono essere posate alternativamente mezze lastre e lastre intere**
3. **Gli spigoli delle lastre non devono coincidere con gli spigoli delle aperture (porte finestre)**



Posa in opera - Cappotto su pareti esterne

1. **Posare solo lastre intere a giunti sfalsati perfettamente accostati**
2. **Negli spigoli dell'edificio devono essere posate alternativamente mezze lastre e lastre intere**
3. **Gli spigoli delle lastre non devono coincidere con gli spigoli delle aperture (porte finestre)**
4. **Incollaggio secondo il sistema, senza intercapedine d'aria tra isolante e parete, (superficie di incollaggio generalmente >40%)**





Posa in opera - Cappotto su pareti esterne

1. **Posare solo lastre intere a giunti sfalsati perfettamente accostati**
2. **Negli spigoli dell'edificio devono essere posate alternativamente mezze lastre e lastre intere**
3. **Gli spigoli delle lastre non devono coincidere con gli spigoli delle aperture (porte finestre)**
4. **Incollaggio secondo il sistema, senza intercapedine d'aria tra isolante e parete, (superficie di incollaggio generalmente >40%)**
5. **Fissaggio meccanico con tasselli termici in numero adeguato al sistema**





Posa in opera - Cappotto su pareti esterne

1. **Posare solo lastre intere a giunti sfalsati perfettamente accostati**
2. **Negli spigoli dell'edificio devono essere posate alternativamente mezze lastre e lastre intere**
3. **Gli spigoli delle lastre non devono coincidere con gli spigoli delle aperture (porte finestre)**
4. **Incollaggio secondo il sistema, senza intercapedine d'aria tra isolante e parete, (superficie di incollaggio generalmente >40%)**
5. **Fissaggio meccanico con tasselli termici in numero adeguato al sistema**
6. **Sigillatura dei giunti e raccordi**





Posa in opera - Cappotto su pareti esterne

1. **Posare solo lastre intere a giunti sfalsati perfettamente accostati**
2. **Negli spigoli dell'edificio devono essere posate alternativamente mezze lastre e lastre intere**
3. **Gli spigoli delle lastre non devono coincidere con gli spigoli delle aperture (porte finestre)**
4. **Incollaggio secondo il sistema, senza intercapedine d'aria tra isolante e parete, (superficie di incollaggio generalmente >40%)**
5. **Fissaggio meccanico con tasselli termici in numero adeguato al sistema**
6. **Sigillatura dei giunti e raccordi**
7. **Eventuali fessure riempite con lo stesso materiale**



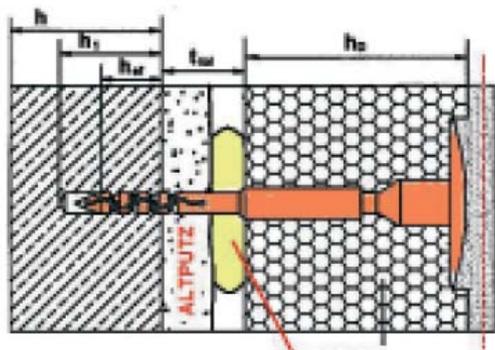
Posa in opera - Cappotto su pareti esterne



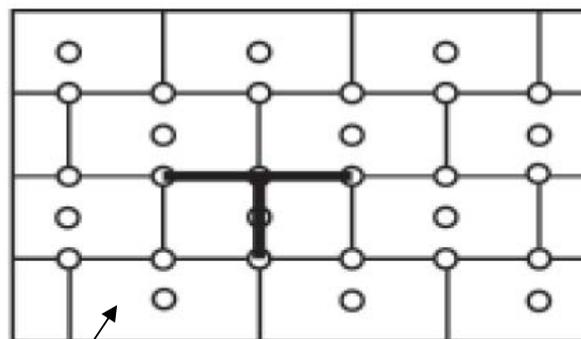
**soluzioni per lo zoccolo e le zone
esposte agli agenti atmosferici**



Cappotto termico



T_{tol} = Scostamento (collante + intonaco vecchio)

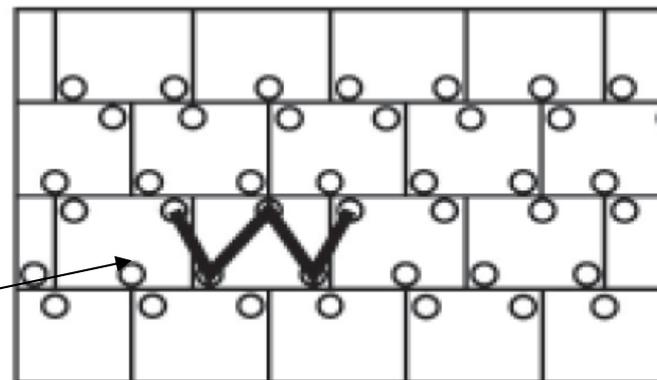


Tassellatura a T: 6 pz./m²
(EPS/sughero)

**I tasselli per il fissaggio meccanico
 Devono essere omologati secondo
 La norma europea ETAG 014**

Fissaggio dei pannelli in sughero e EPS

Fissaggio dei pannelli in lana di roccia

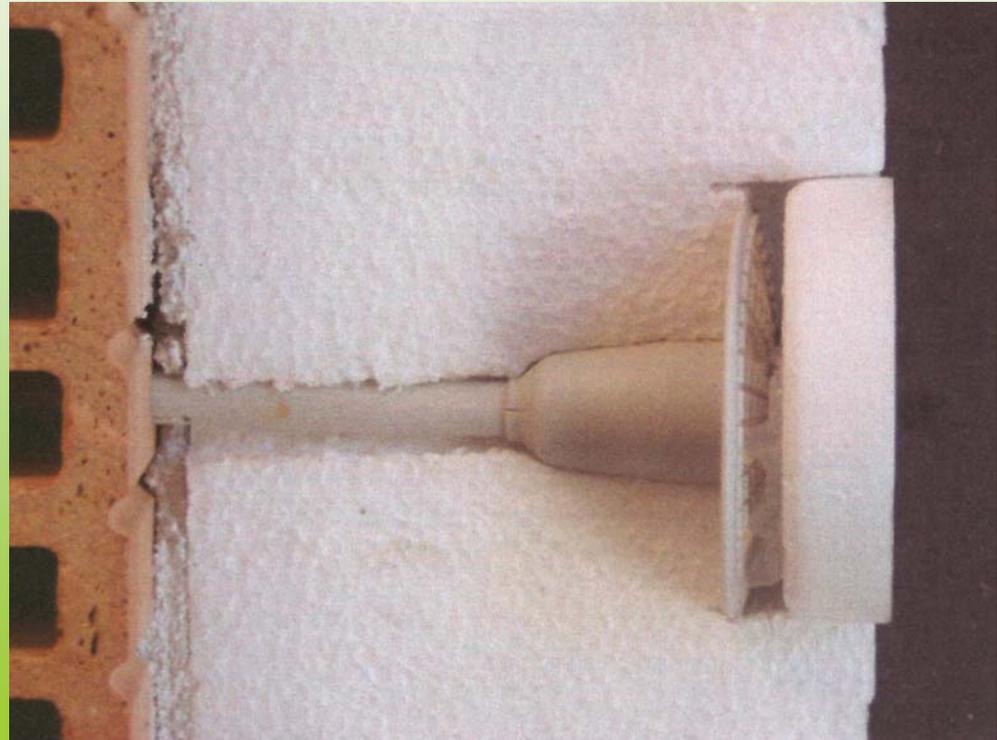


Tassellatura a W: 6 pz./m² (MW)

L'AUDIT DELLA CERTIFICAZIONE

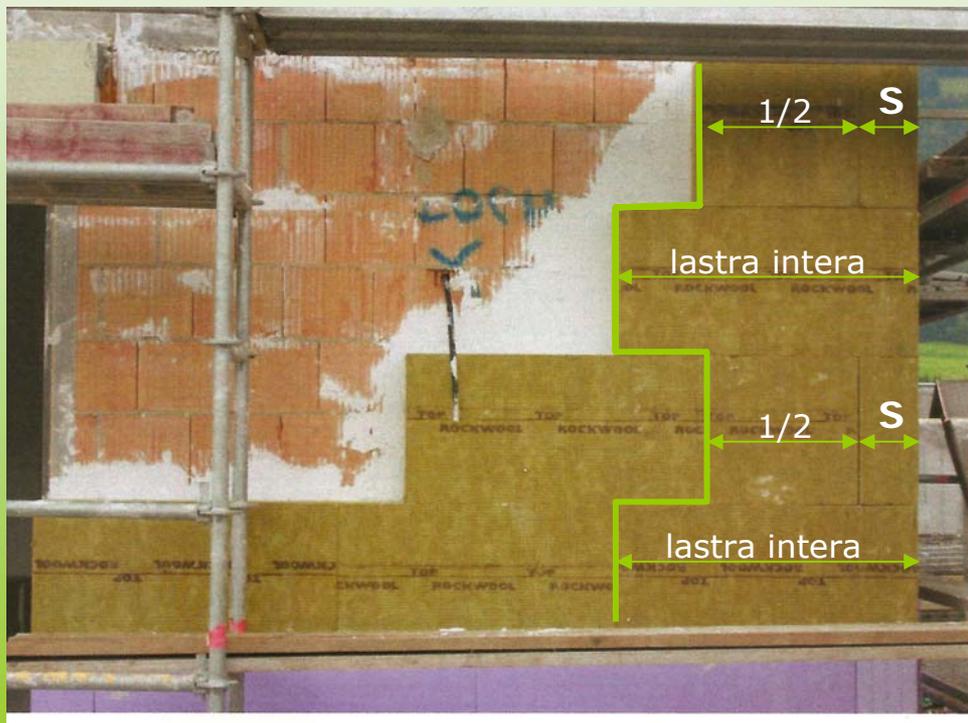
Cappotto termico

**I tasselli per il fissaggio meccanico
con copri tassello**



Posa in opera corretta del cappotto termico

Giunti sfalsati e ben accostati



Posa in opera errata del cappotto termico

- mancanza di incollaggio perimetrale
- superficie di incollaggio insufficiente
- creazione di un intercapedine tra isolante e muro



Posa in opera errata del cappotto termico



- superficie di incollaggio insufficiente
- tipo incollaggio non appropriato per il sistema
- creazione di un intercapedine tra isolante e muro

Posa in opera errata del cappotto termico



... conseguenze dovute ad un ancoraggio insufficiente

Posa in opera errata del cappotto termico



Coperture e protezione dal surriscaldamento estivo

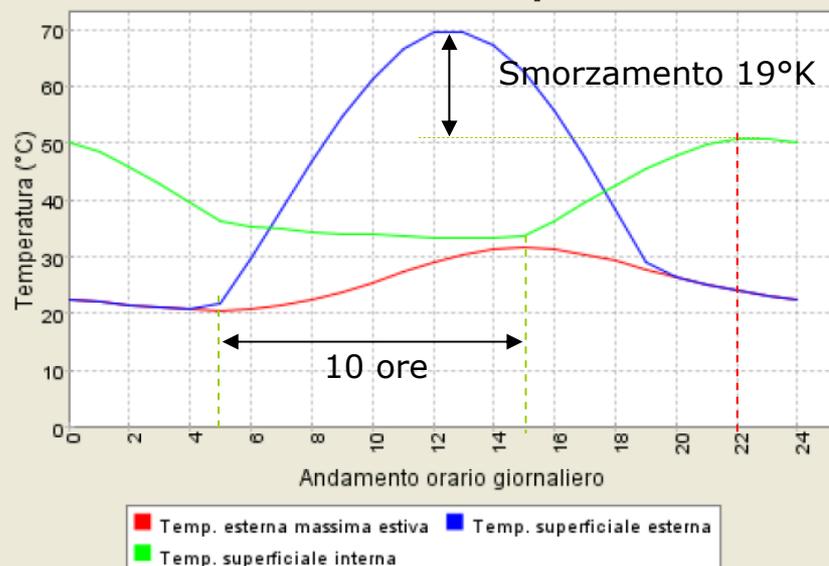


Copertura con struttura in legno

Protezione dal surriscaldamento estivo

Grafico andamento temperatura

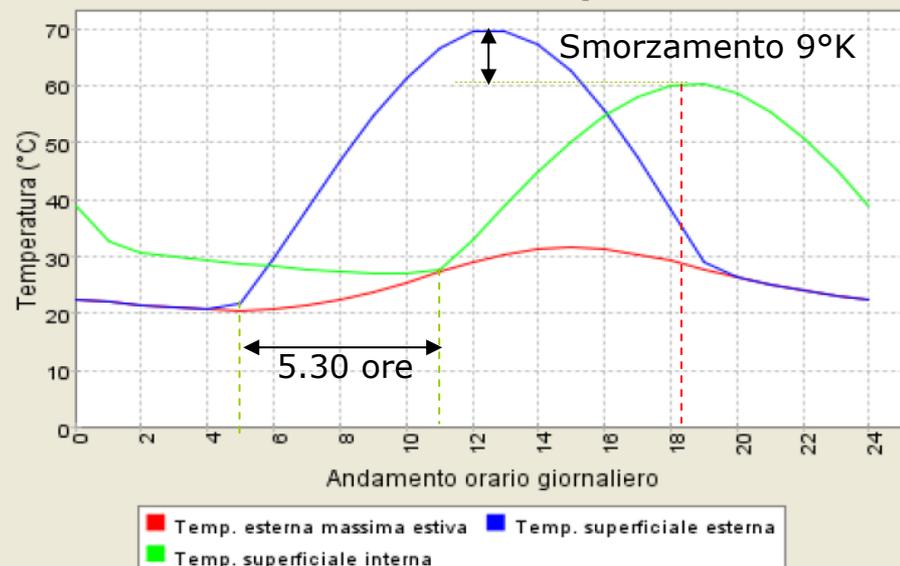
Andamento della temperatura



Sfasamento termico di una copertura lignea isolata con 14 cm di fibra di legno: sfasamento 10 ore

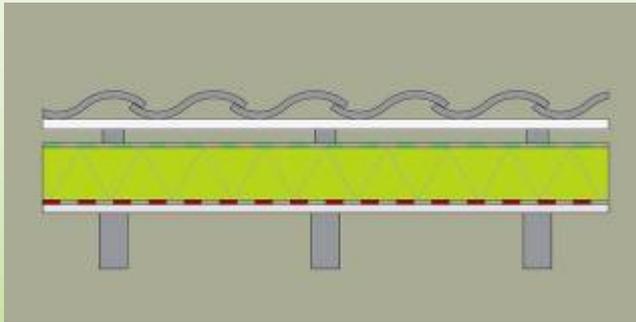
Grafico andamento temperatura

Andamento della temperatura



Sfasamento termico di una copertura lignea isolata con 14 cm di lana di roccia: sfasamento 5.30 ore

SFASAMENTO TERMICO



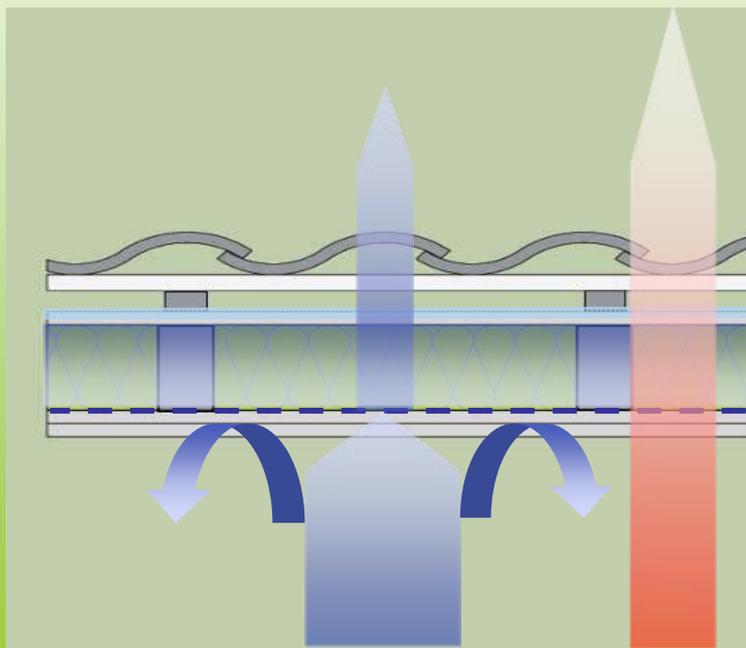
ISOLANTE SPESSORE 10 CM

EPS	1 h 50
FIOCCHI DI CELLULOSA	3 h 10
SUGHERO	4 h 30
FIBRA DI LEGNO	6 H

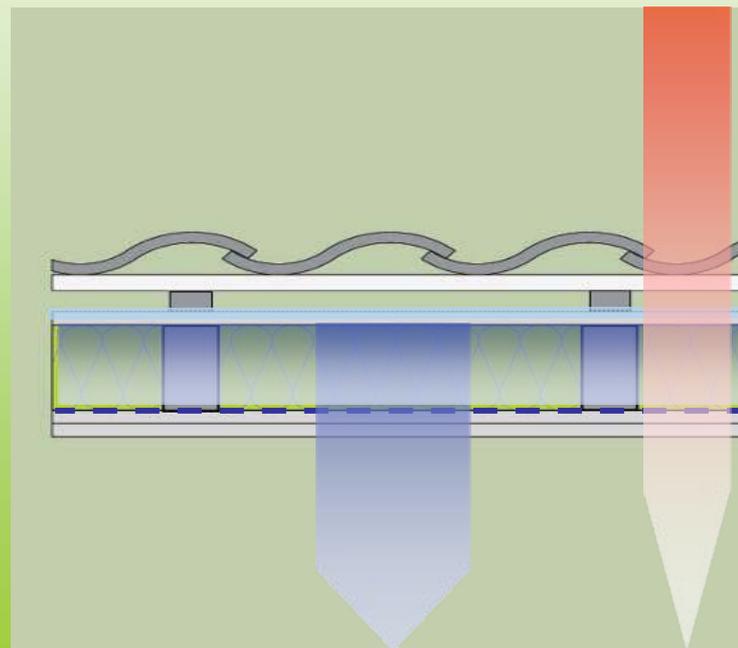
Lo sfasamento ideale è di almeno 10 ore

CasaClima A: sezioni tipo

Permeabilità al vapore della copertura in legno



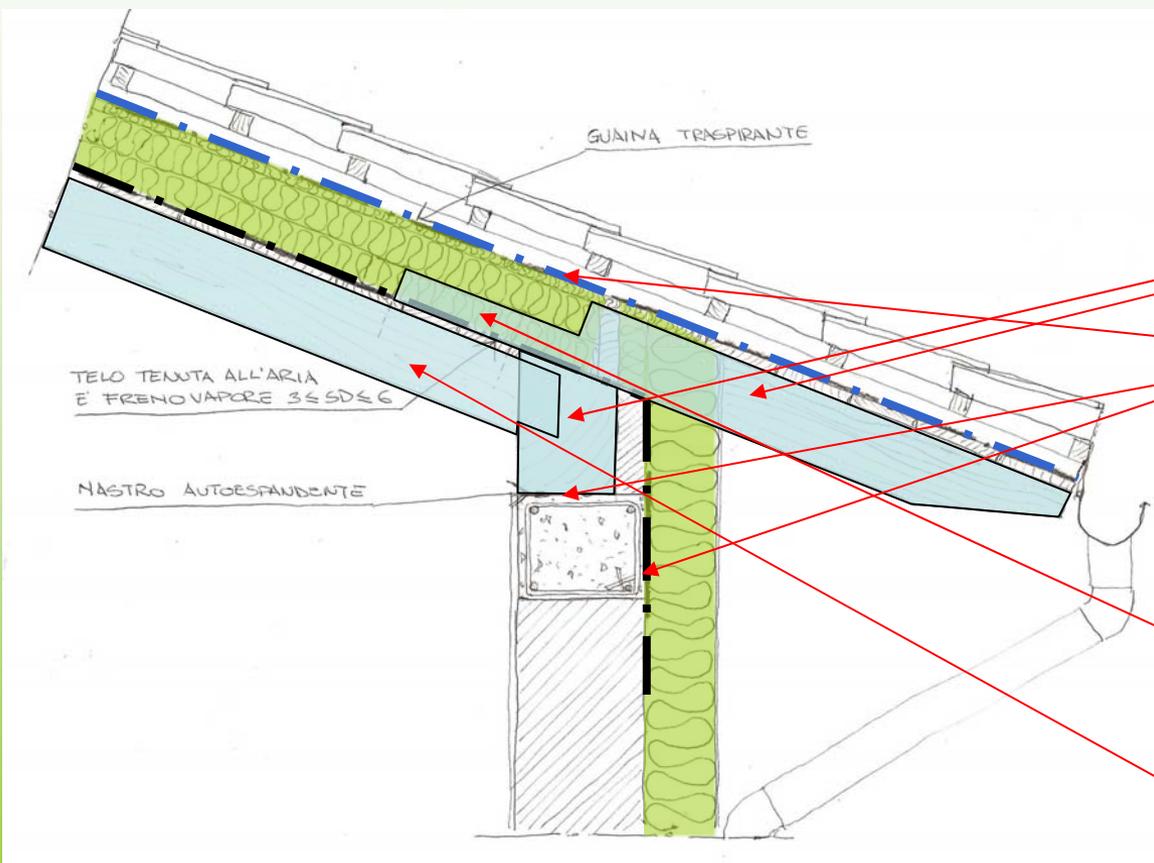
Flusso del vapore in inverno



Flusso di vapore in estate

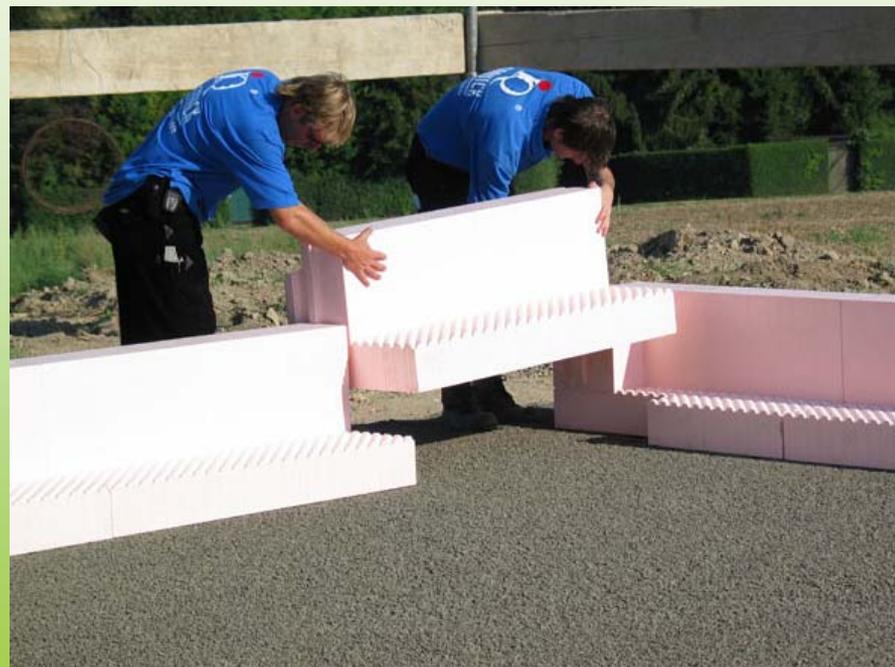
Permeabilità al vapore della copertura in legno

- Le coperture ventilate traspiranti rappresentano nella maggior parte dei casi la soluzione tecnicamente più sicura, regolando efficacemente il tenore di umidità nella struttura; gli strati che assolvono questa funzione sono:
 - Una guaina ad elevata traspirazione ($sd < 0,2$ m) sopra al coibentazione, che garantisce l'allontanamento dell'umidità all'esterno
 - Un moderato freno vapore ($sd > 2,0 - 5,0$ m) sul lato interno, che riduce a sufficienza la quantità di umidità che penetra nelle strutture, consentendo però la rievaporazione estiva dell'eventuale condensazione condensazione interstiziale



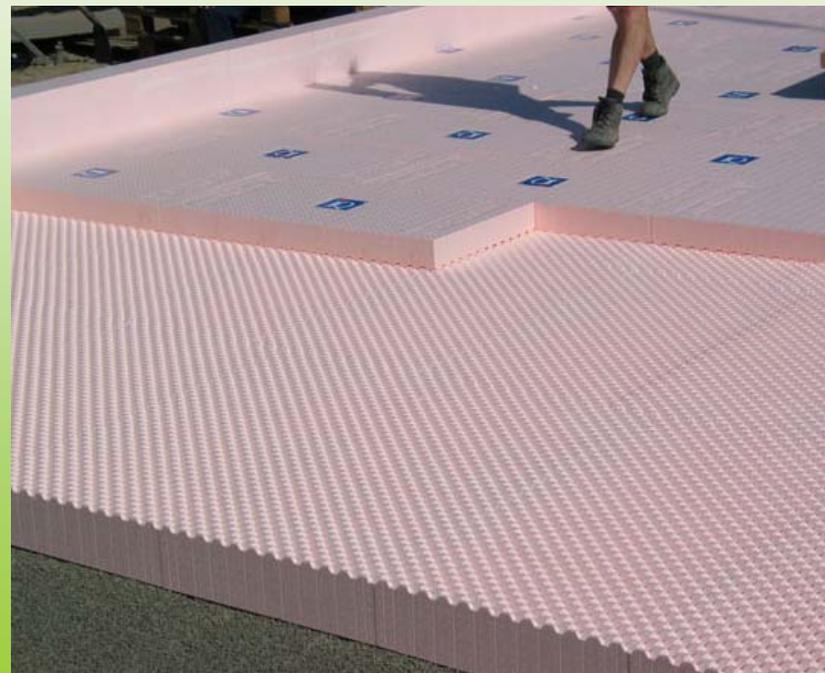
Isolamento solaio controterra

Solaio contro terra (coibentazione sotto platea)



Coibentazione XPS sotto platea

Solaio contro terra (coibentazione sotto platea)



Coibentazione XPS sotto platea

Solaio contro terra (coibentazione sotto platea)



Coibentazione XPS sotto platea

Solaio contro terra (coibentazione sotto platea)



Coibentazione XPS sotto platea

CasaClima A: sezioni tipo

Solaio contro terra (coibentazione sotto platea)



Coibentazione XPS sotto platea

CasaClima A: sezioni tipo

Solaio contro terra (coibentazione sotto platea)



Coibentazione XPS sotto platea

CasaClima A: sezioni tipo

Solaio contro terra (coibentazione sotto platea)



Coibentazione XPS sotto platea

CasaClima A: sezioni tipo

Solaio contro terra (coibentazione sotto platea)



Granulato di vetro cellulare

**Conduttività materiale compattato
0,08 W/m°K**



CasaClima A: sezioni tipo

Solaio contro terra (coibentazione sotto platea)



CasaClima A: sezioni tipo

Solaio contro terra (coibentazione sotto platea)



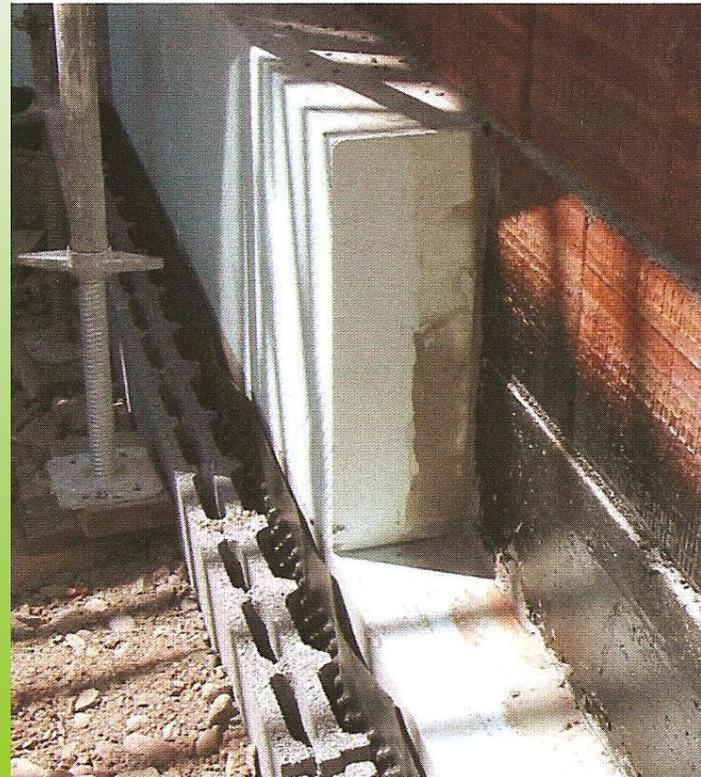
Coibentazione in **vetrocellulare** sotto Platea di fondazione



Isolamento dei vani interrati riscaldati

Parete contro terra (isolamento perimetrale)

1. Parete
2. impermeabilizzazione
3. coibentazione
4. drenaggio

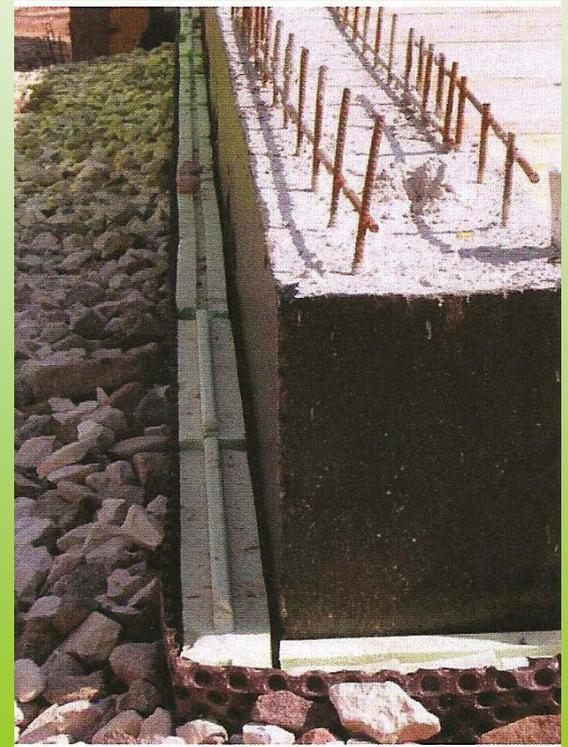


CasaClima A: sezioni tipo

Parete contro terra (isolamento perimetrale)

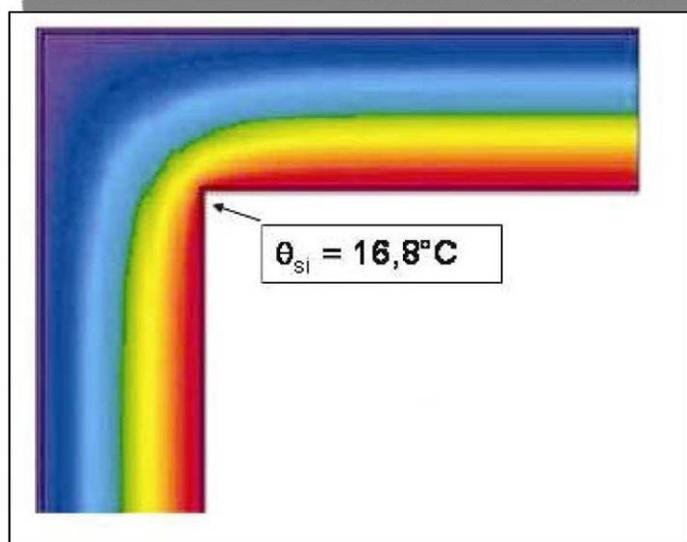


Cobentazione di parete contro terra in XPS

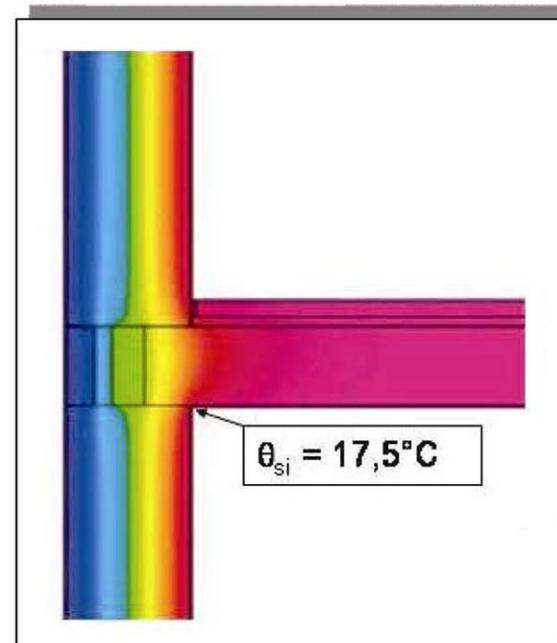


I ponti termici

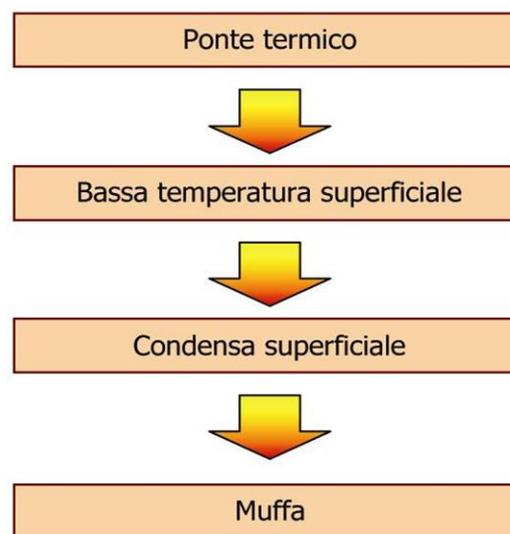
Ponti termici geometrici



Ponti termici costruttivi



Processo di formazione della condensa superficiale

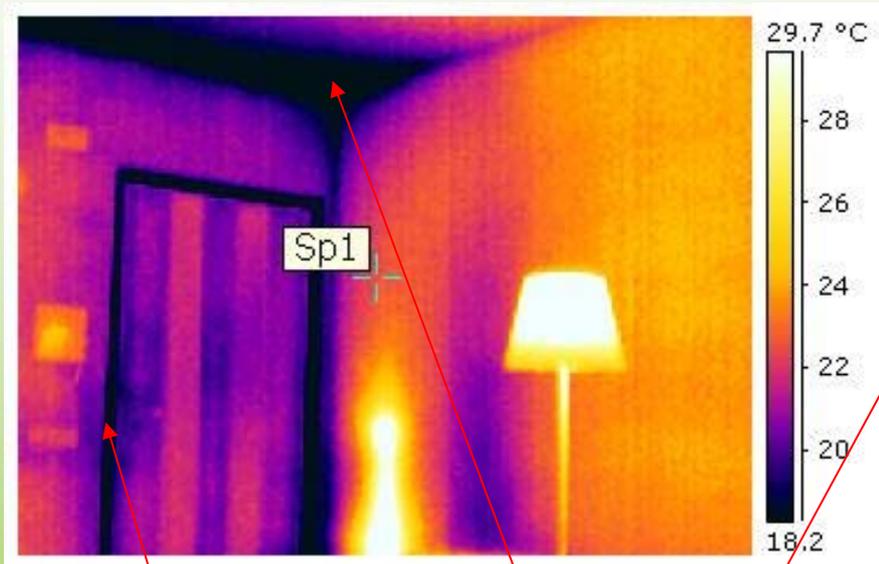


Fattore di temperatura

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e} \geq 0.7$$

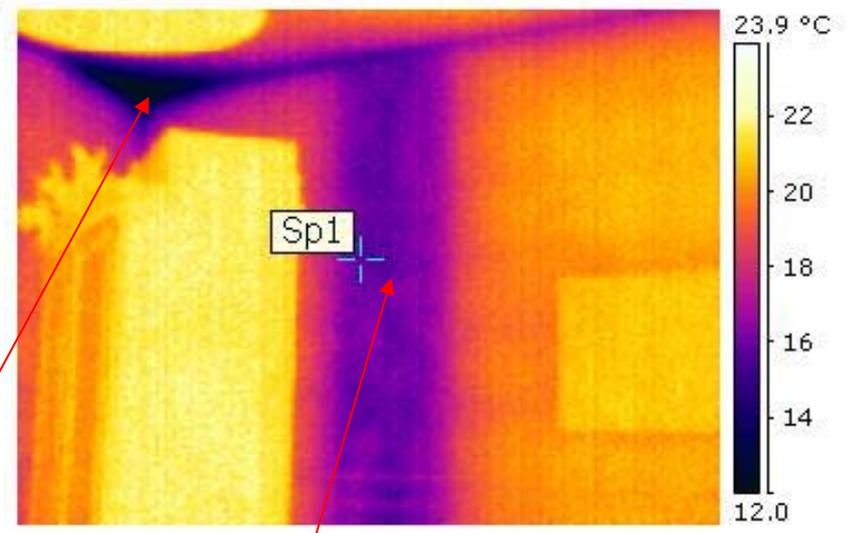
secondo EN ISO 10211-1

Ponti termici più frequenti:



ponte termico telaio metallico
portoncino blindato di ingresso

ponte termico terrazza



ponte termico pilastro



Ponti termici più frequenti:



ponte termico pilastro e codolo



ponte termico cassaforte



nodì costruttivi e ponti termici

Ponti termici e conseguenze:



Muffa per condensa superficiale
causata dal ponte termico del pilastro

nodi costruttivi e ponti termici

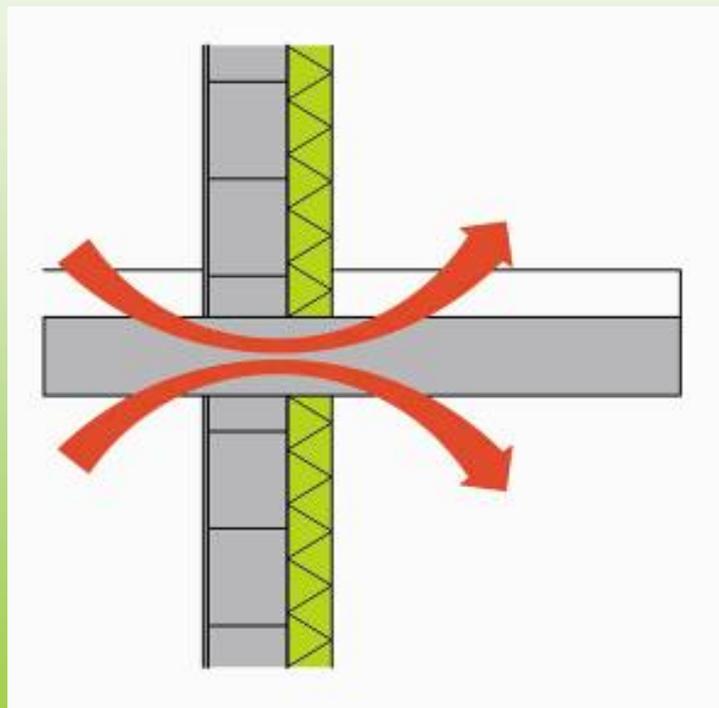
Ponti termici e conseguenze:



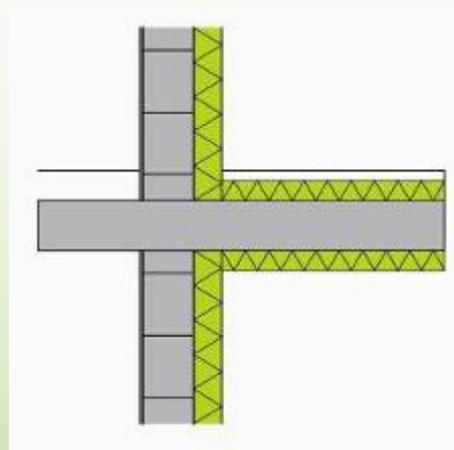
Umidità condensata

Bancale passante

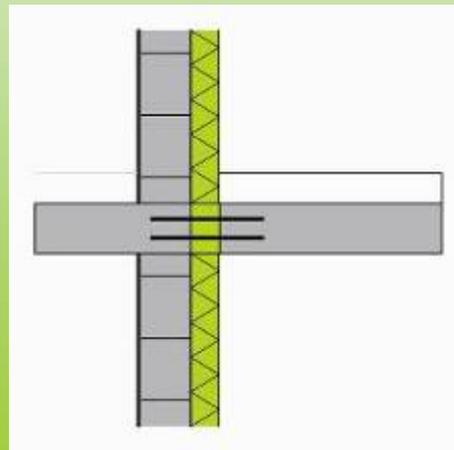
Un ponte termico "tipico": il balcone.



possibili soluzioni:



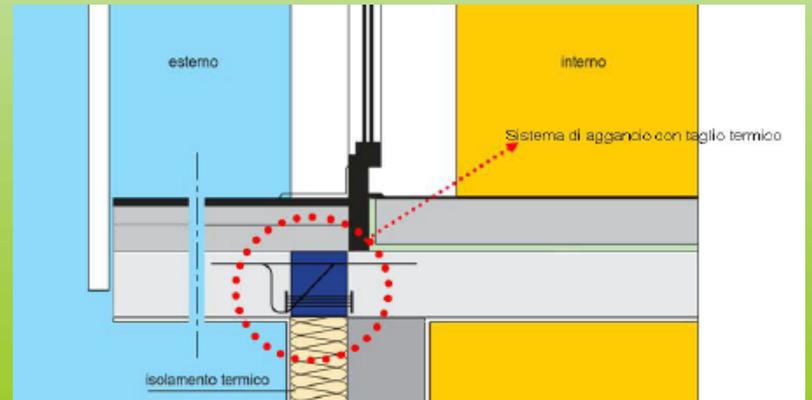
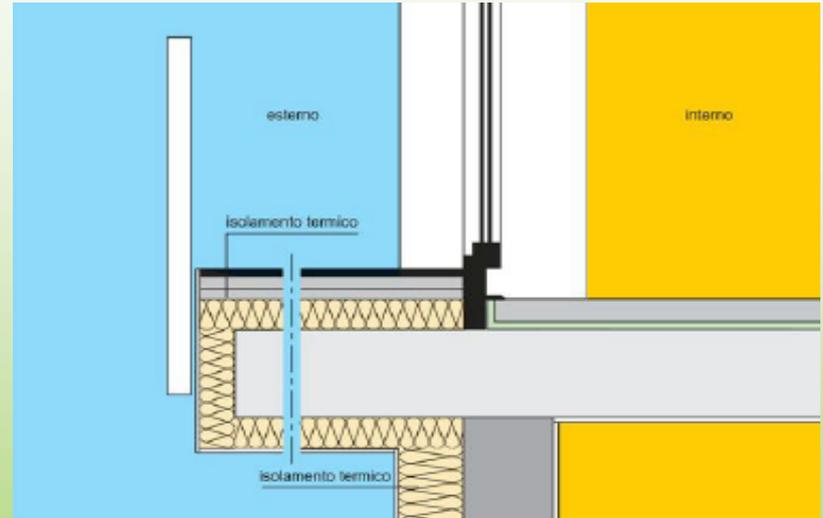
1 - impacchettamento



2 - taglio termico



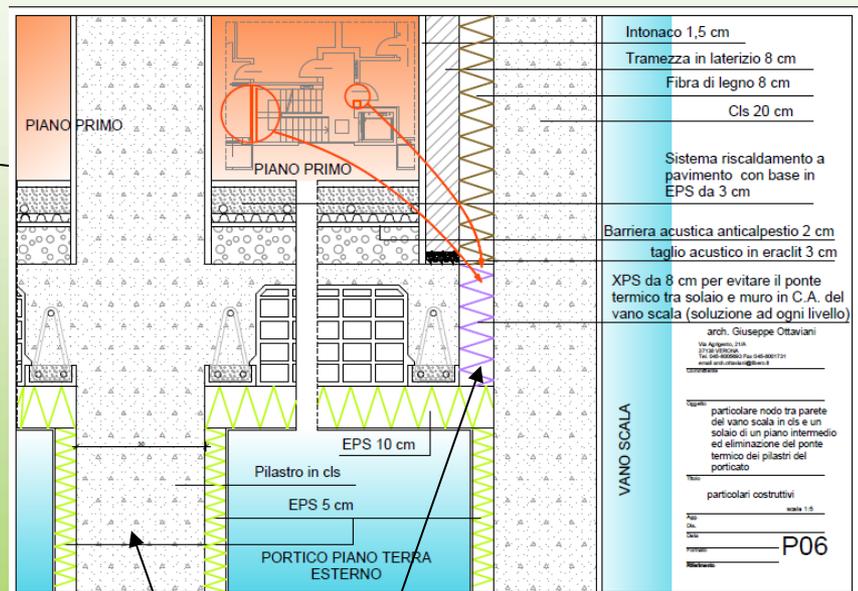
Eliminazione del ponte termico



Soluzioni idonee Eliminazione del ponte termico



rivestito



taglio termico c.a./c.a.

Pilastro rivestito

Soluzioni idonee

Marciapiede strutturalmente legato al solaio
- taglio termico cls/cls -



taglio termico tra solaio e marciapiede
realizzato con vetro cellulare



Soluzioni idonee

**Marciapiede strutturalmente legato al solaio
- taglio termico cls/cls -**



**taglio termico tra solaio e marciapiede
realizzato con vetro cellulare**

Parete esterna e solaio su scantinato

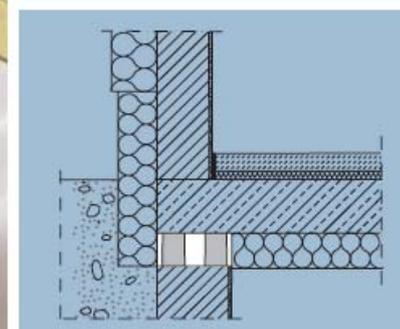
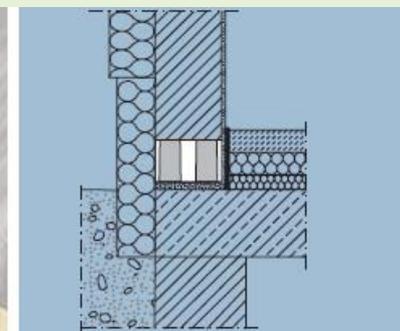
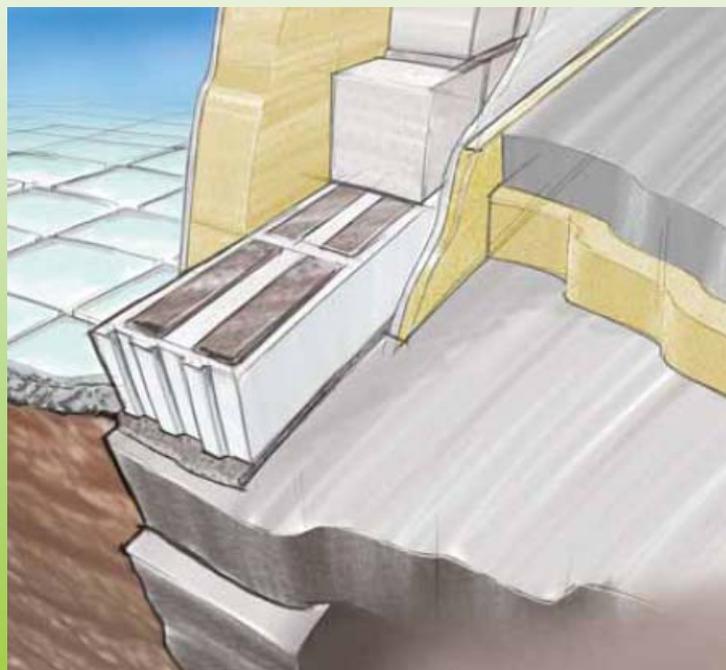


taglio termico in vetro cellulare

Parete esterna e solaio su scantinato



blocchetti portanti isolanti in calcestruzzo cellulare ed eps



Parete esterna e solaio su scantinato



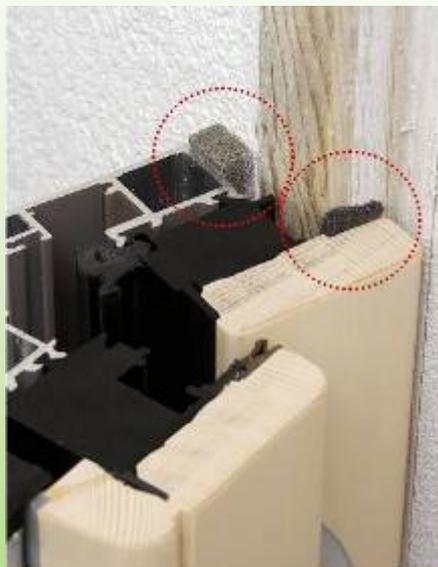
blocchetti portanti in calcestruzzo
cellulare $\lambda < 0,10 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$

Parete esterna e solaio su scantinato



blocchetti portanti in laterizio
foratura riempito con mat.
isolante $\lambda = 0,09 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$

Connessione serramento parete



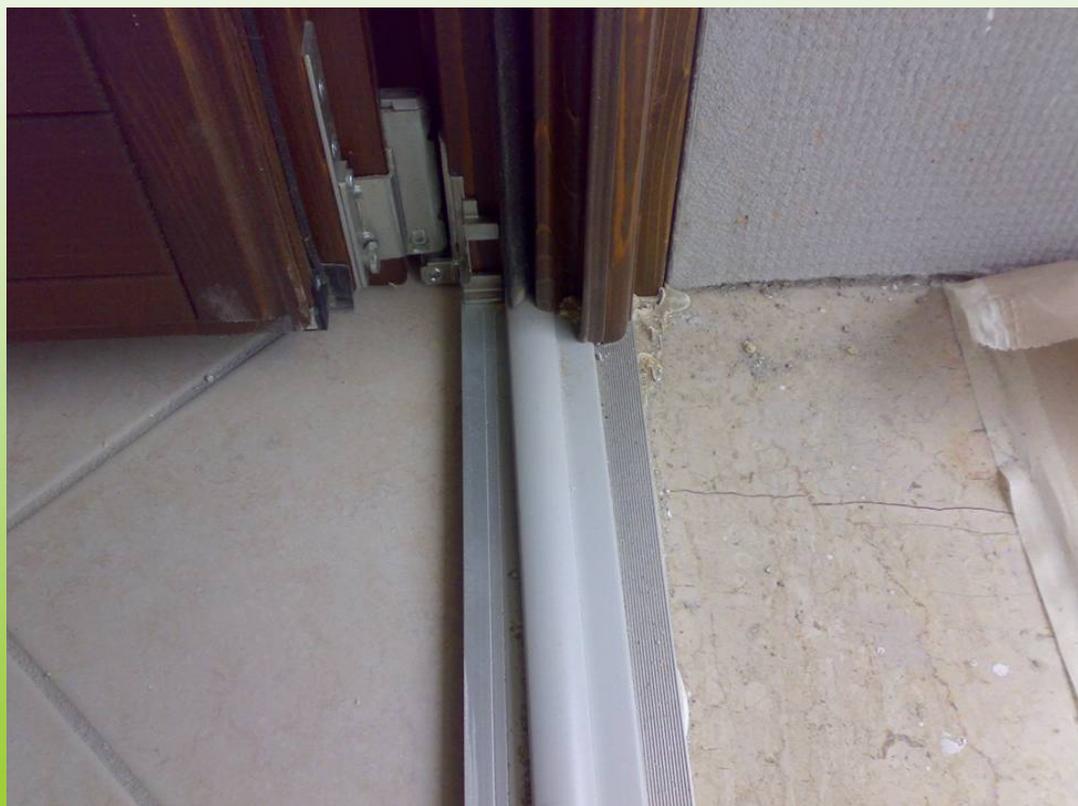
Sigillatura con nastri autoespandenti

o con nastri adesivi nel montaggio dei serramenti

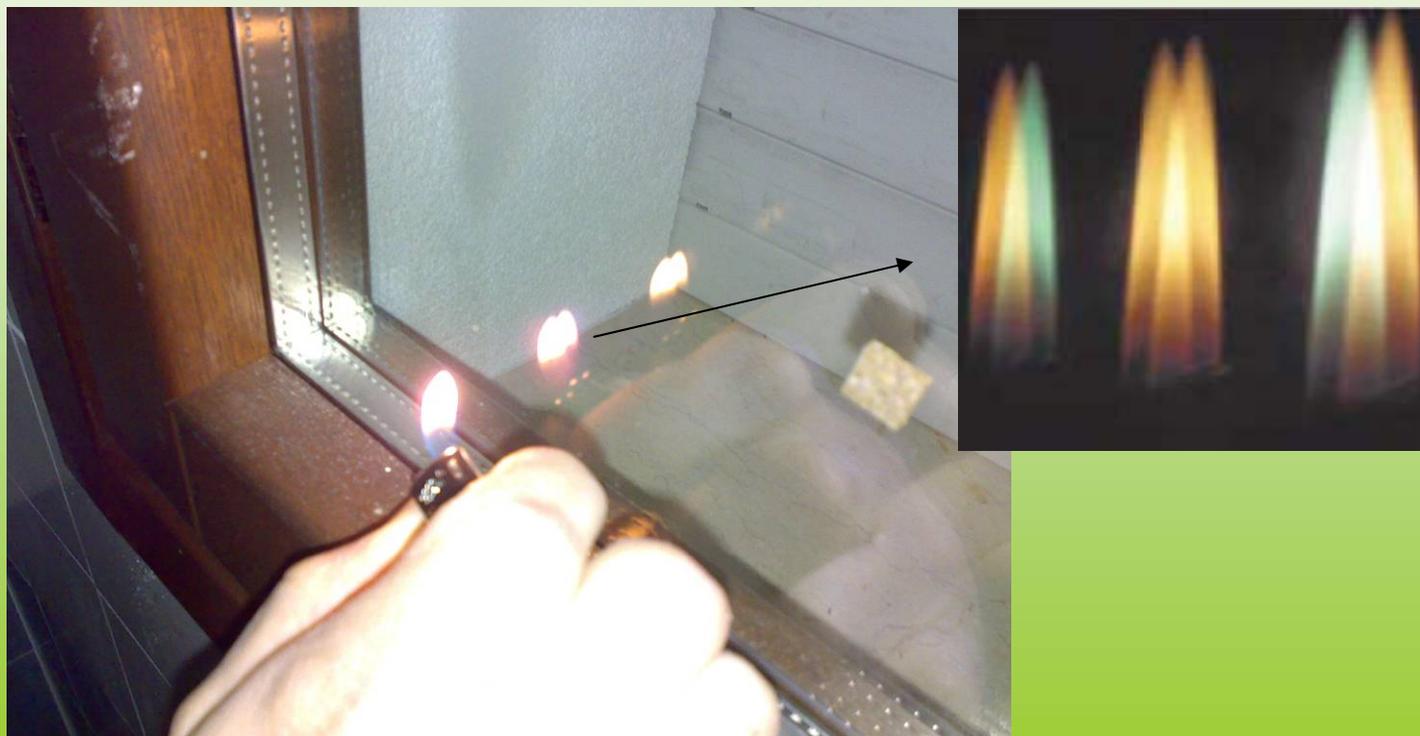


nei collegamenti col cappotto termico

Soglia portafinestra a taglio termico



Verifica del trattamento basso emissivo



NON CONFORMITA' RISCONTRATA DURANTE L'AUDIT DI CERTIFICAZIONE



Ponte termico non risolto

NON CONFORMITA' RISCONTRATA DURANTE L'AUDIT DI CERTIFICAZIONE

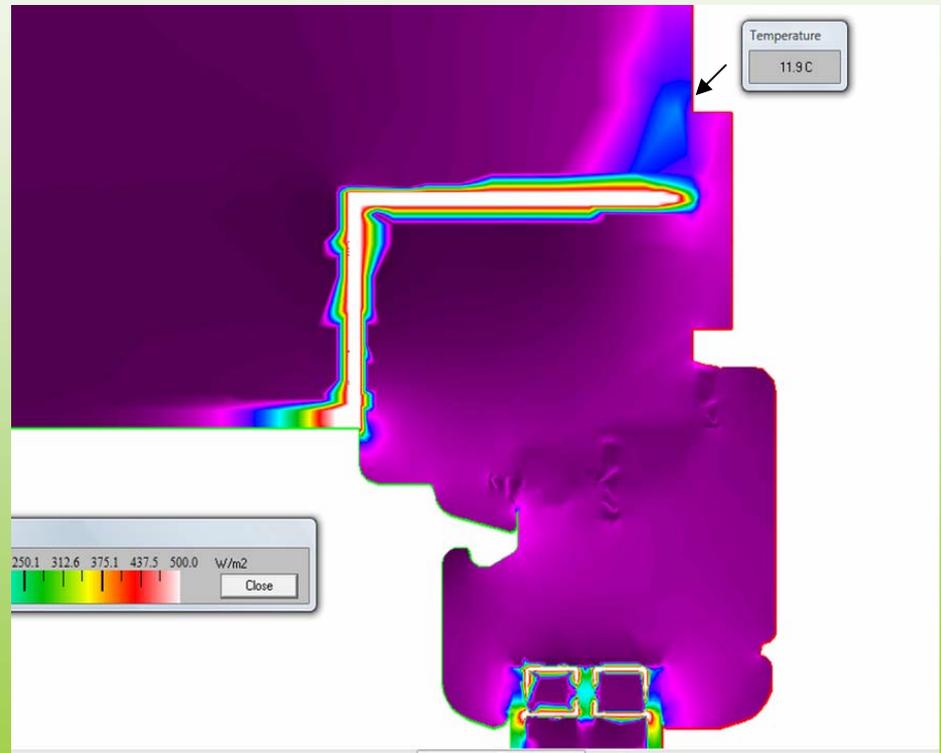


NON CONFORMITA' RISCONTRATA DURANTE L'AUDIT DI CERTIFICAZIONE



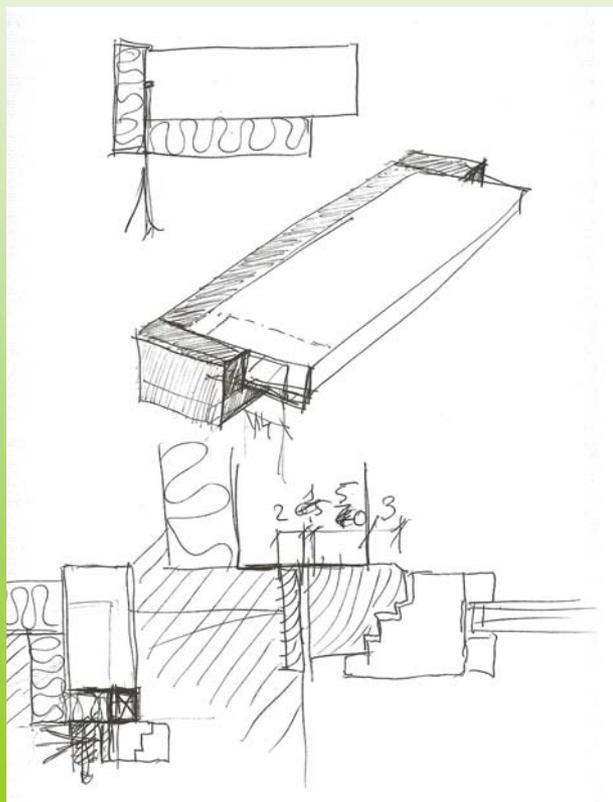
...e la soluzione adottata!!!

NON CONFORMITA' RISCONTRATA DURANTE L'AUDIT DI CERTIFICAZIONE



Soluzioni idonee

bancali isolati



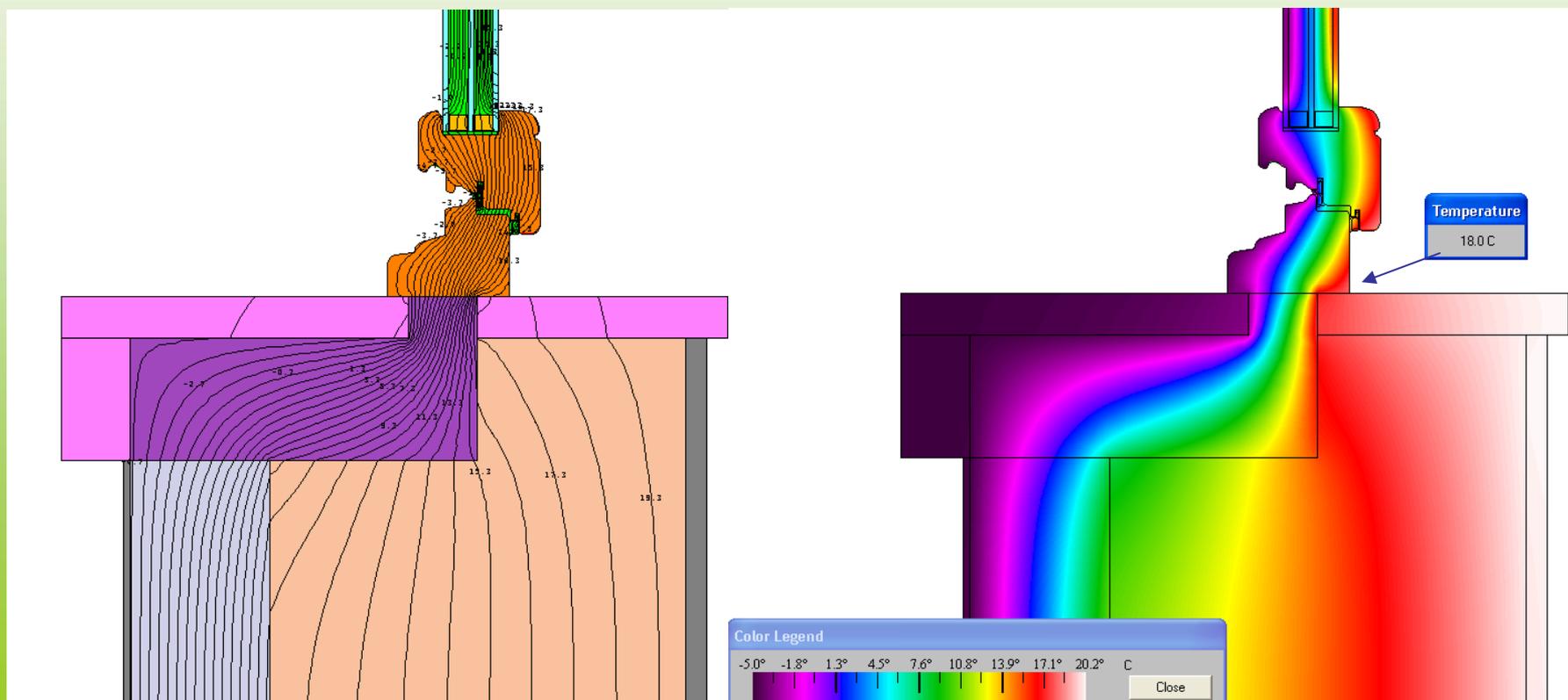
Soluzioni idonee

Cornici in marmo isolate



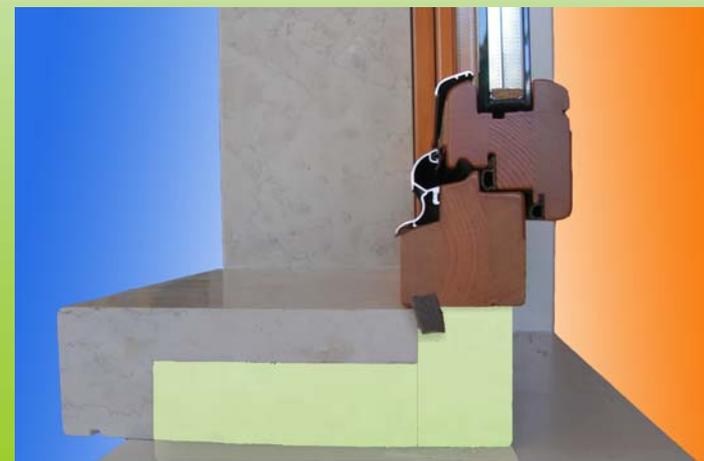
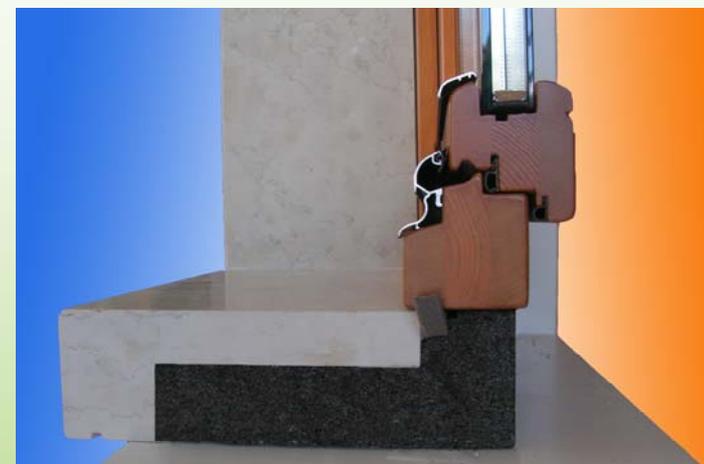
Soluzioni idonee

Cornici in marmo isolate



Soluzioni idonee

Cornici in marmo isolate preassemblate



... io vesto ... CasaClima

Cosa vi dice questa maglietta?

... e questa?

