

La diagnosi energetica e gli interventi di riqualificazione degli edifici

l professionisti e le imprese a confronto

25-26 Novembre 2015

Pépinieres d'entreprises ESPACE AOSTA

WORKSHOP 2

Ing. Gian Carlo Benassi

La diagnosi energetica e gli interventi di riqualificazione degli edifici
Workshop rivolto alle piccole e medie imprese del settore delle costruzioni

Problematiche energetiche degli edifici esistenti

Problematiche degli isolamenti interni

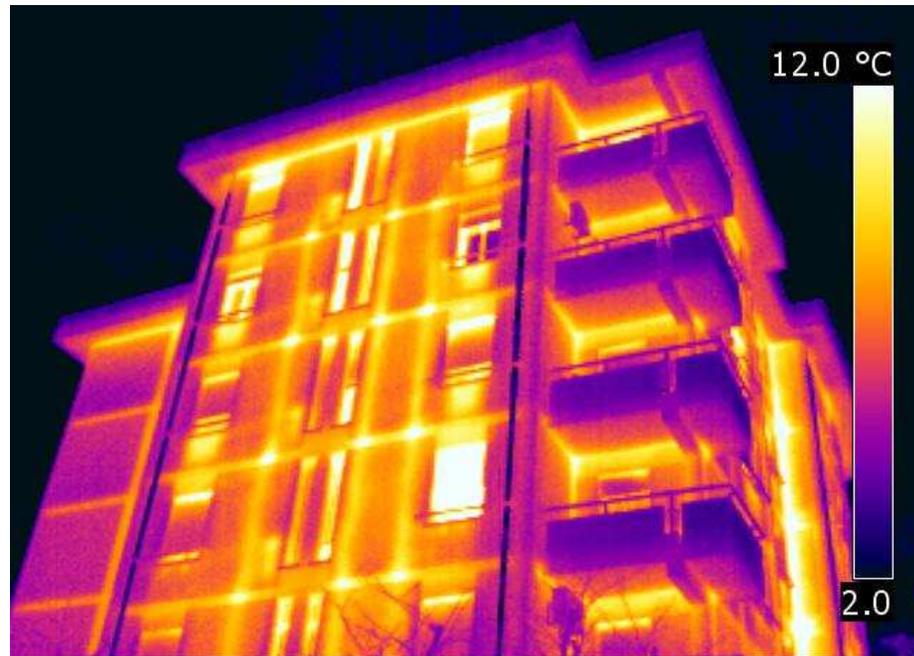
Le tenute funzionali

Esempi di intervento

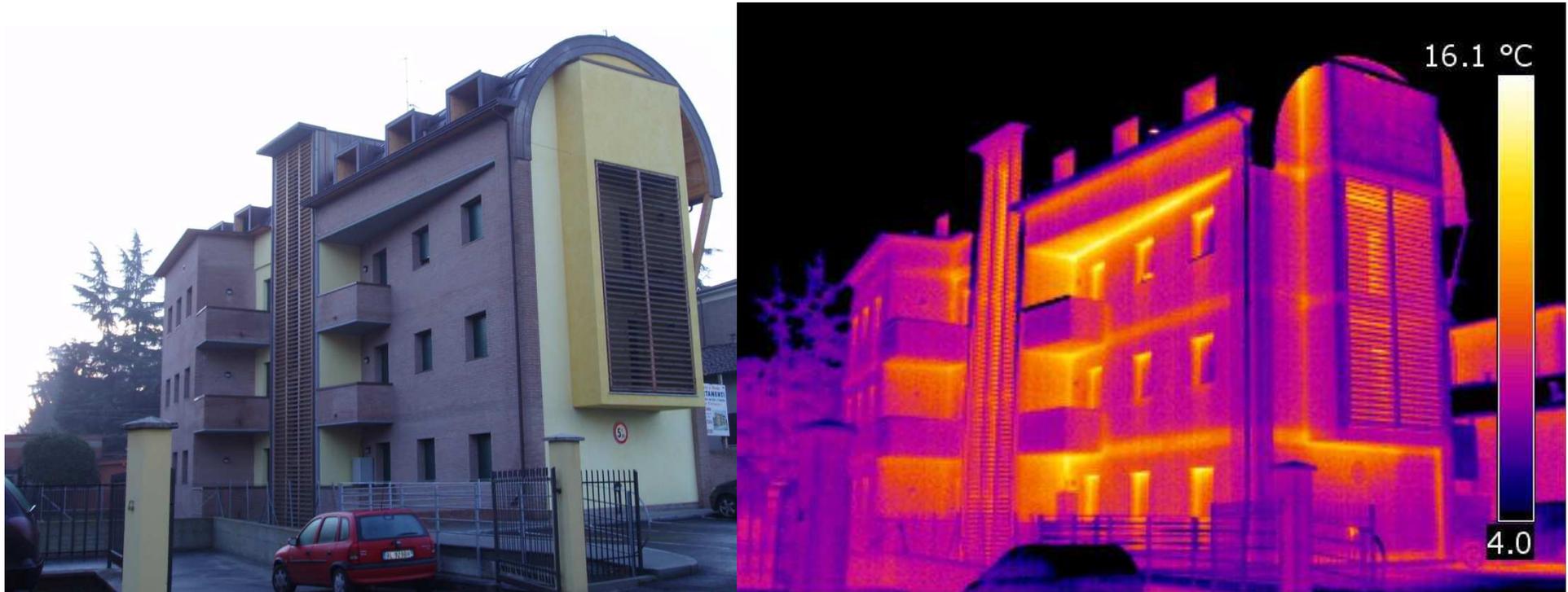
Progetto di dettagli a gruppi



Anni '50

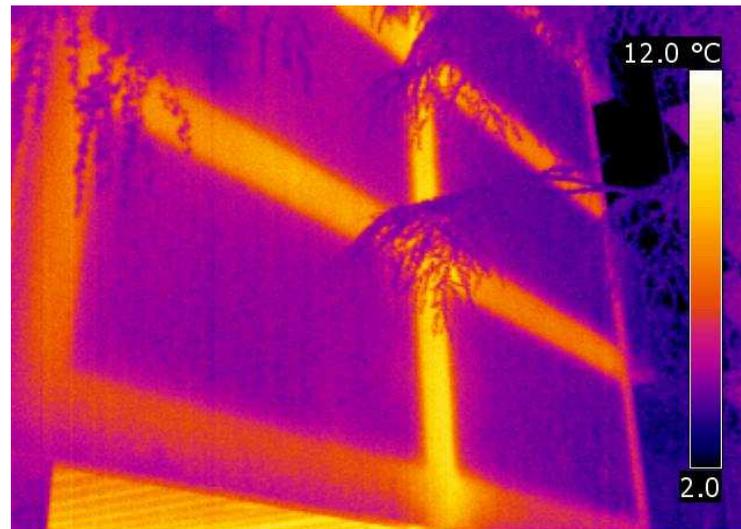
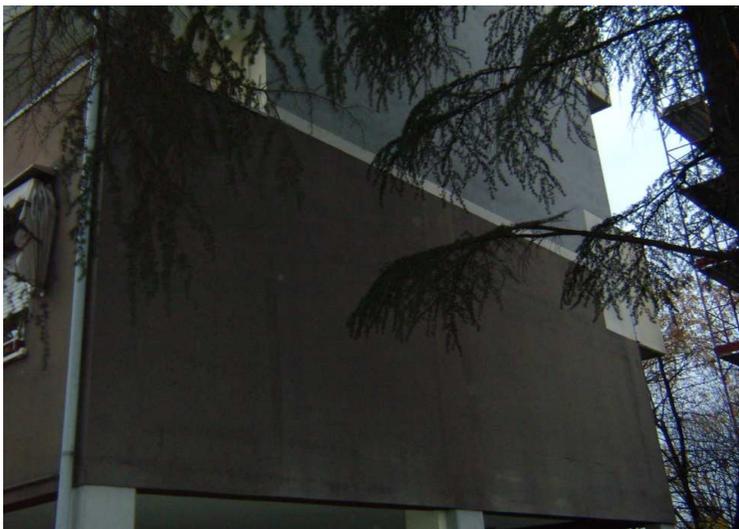
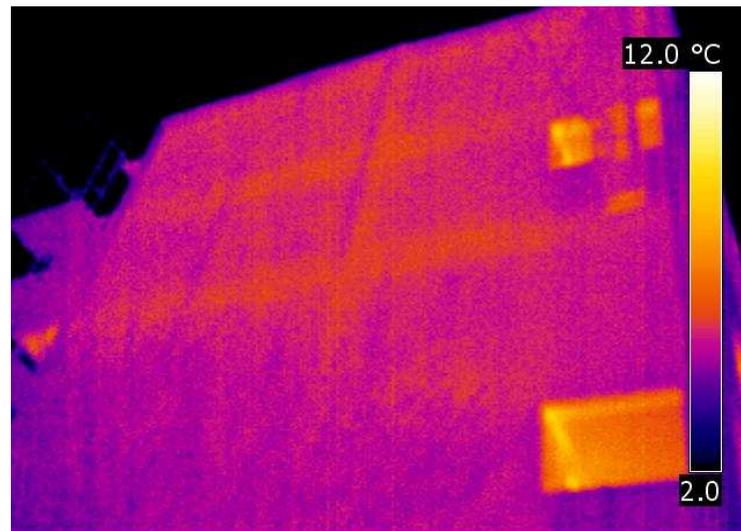


Anni '70

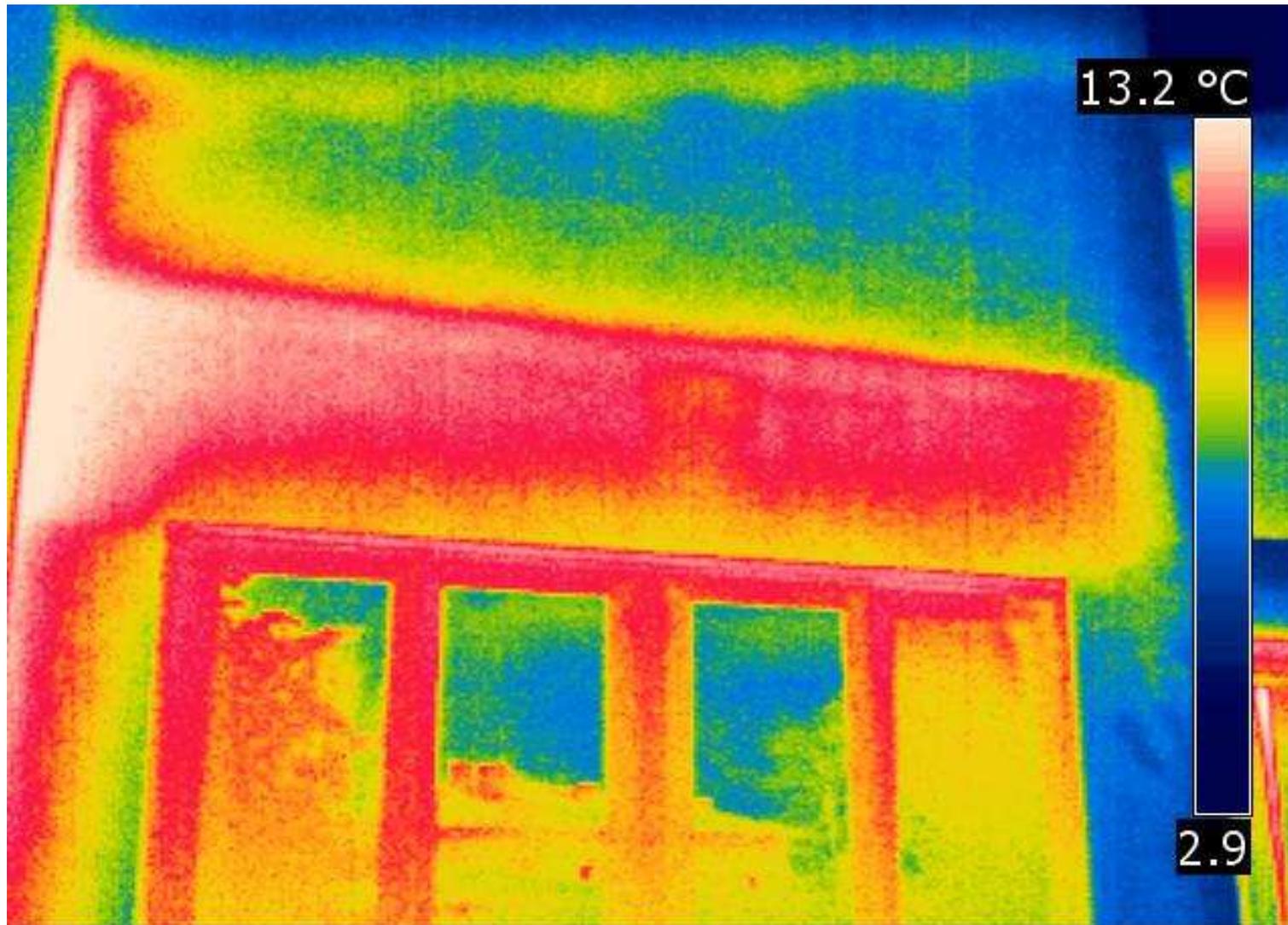


2005

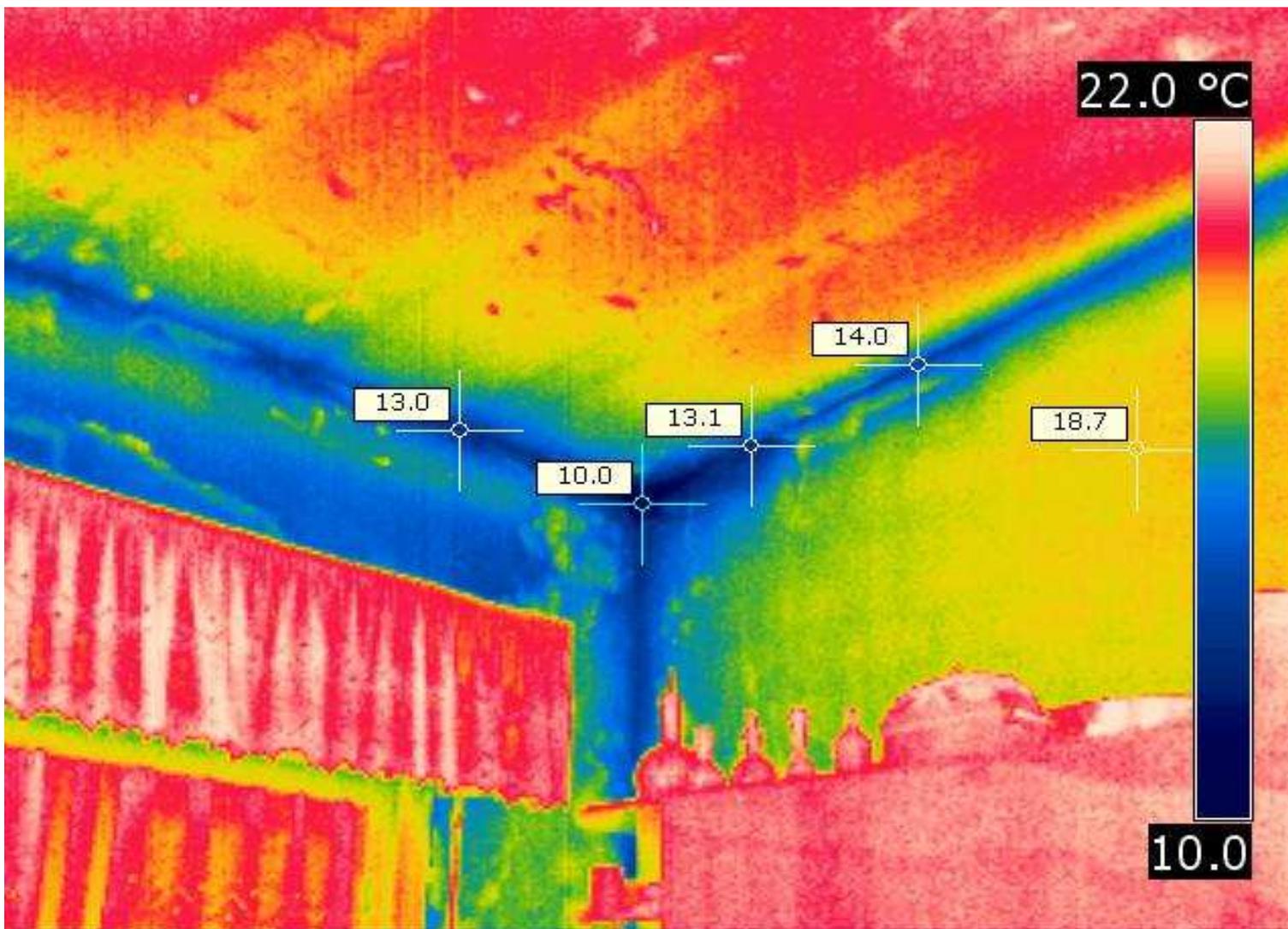
Problematiche degli edifici esistenti



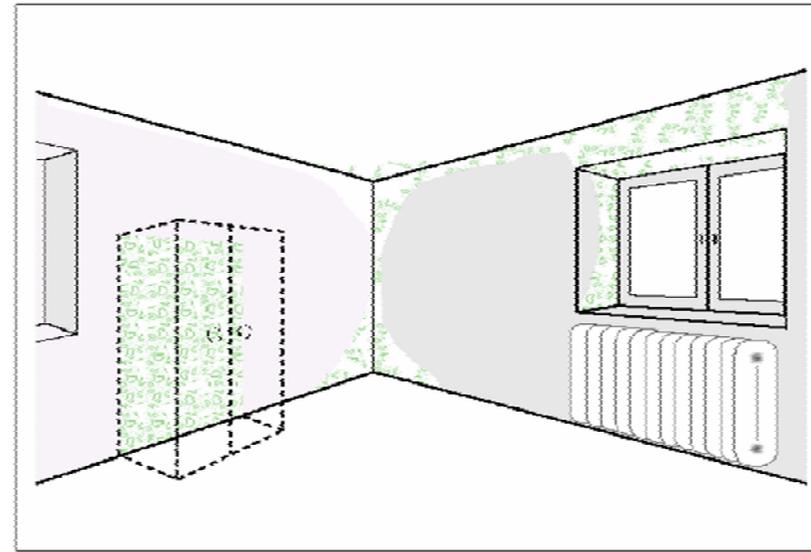
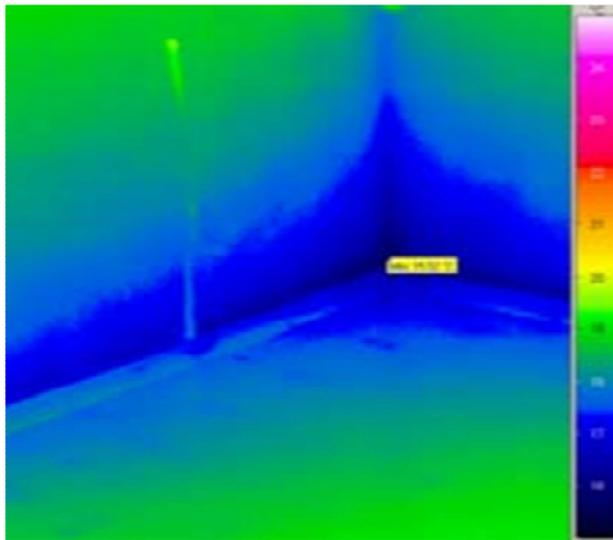
Problematiche degli edifici esistenti

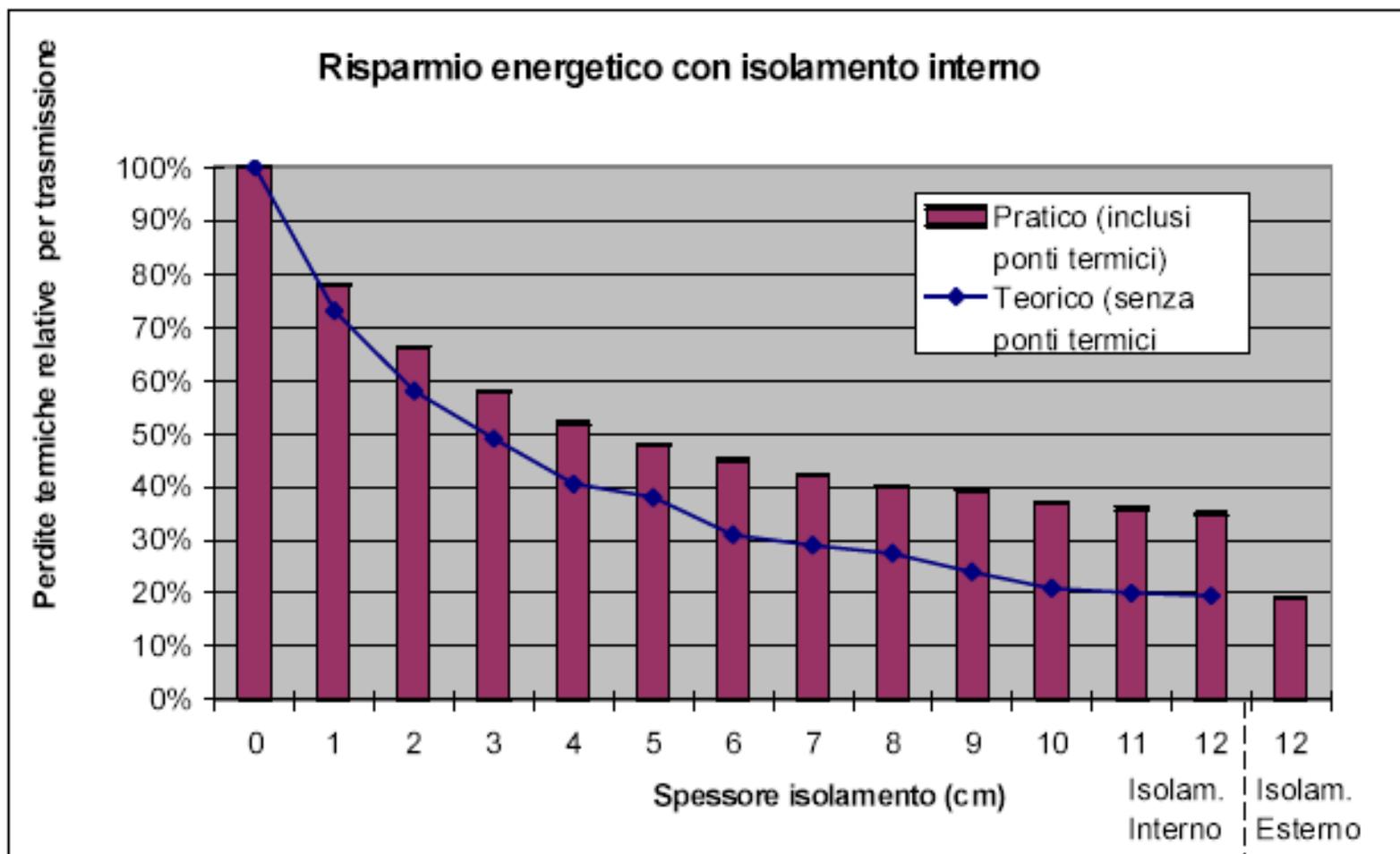


Problematiche degli edifici esistenti



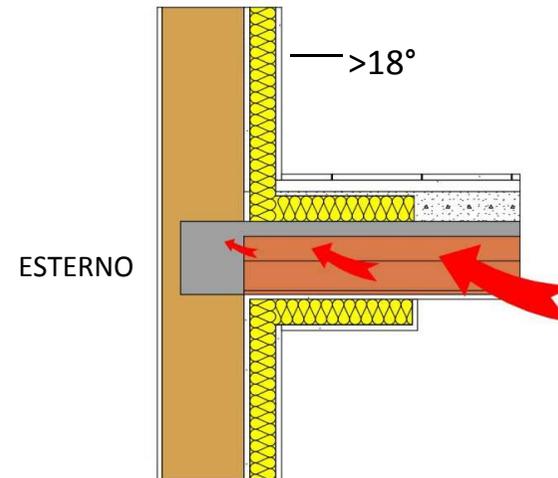
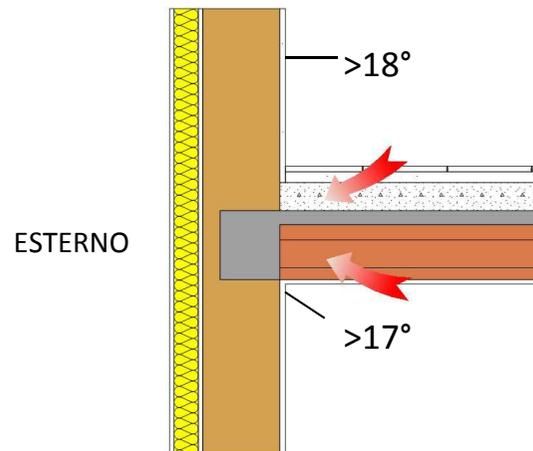
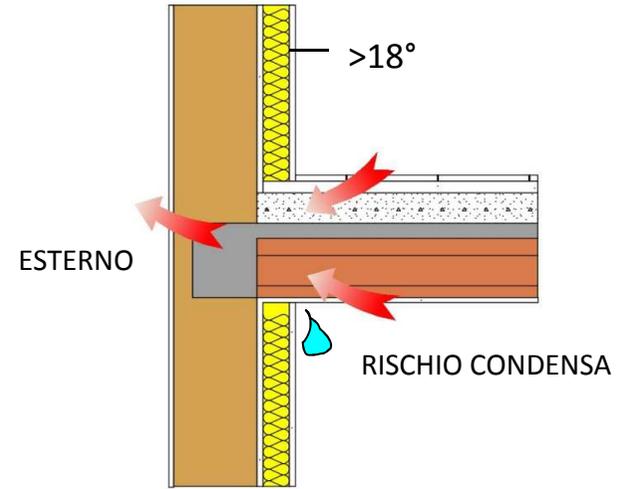
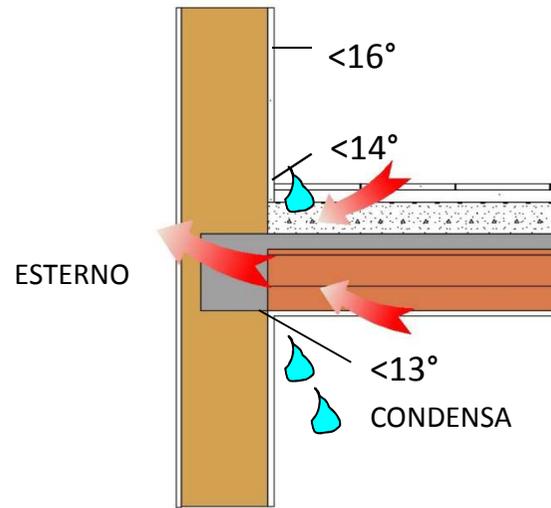
Problematiche degli edifici esistenti



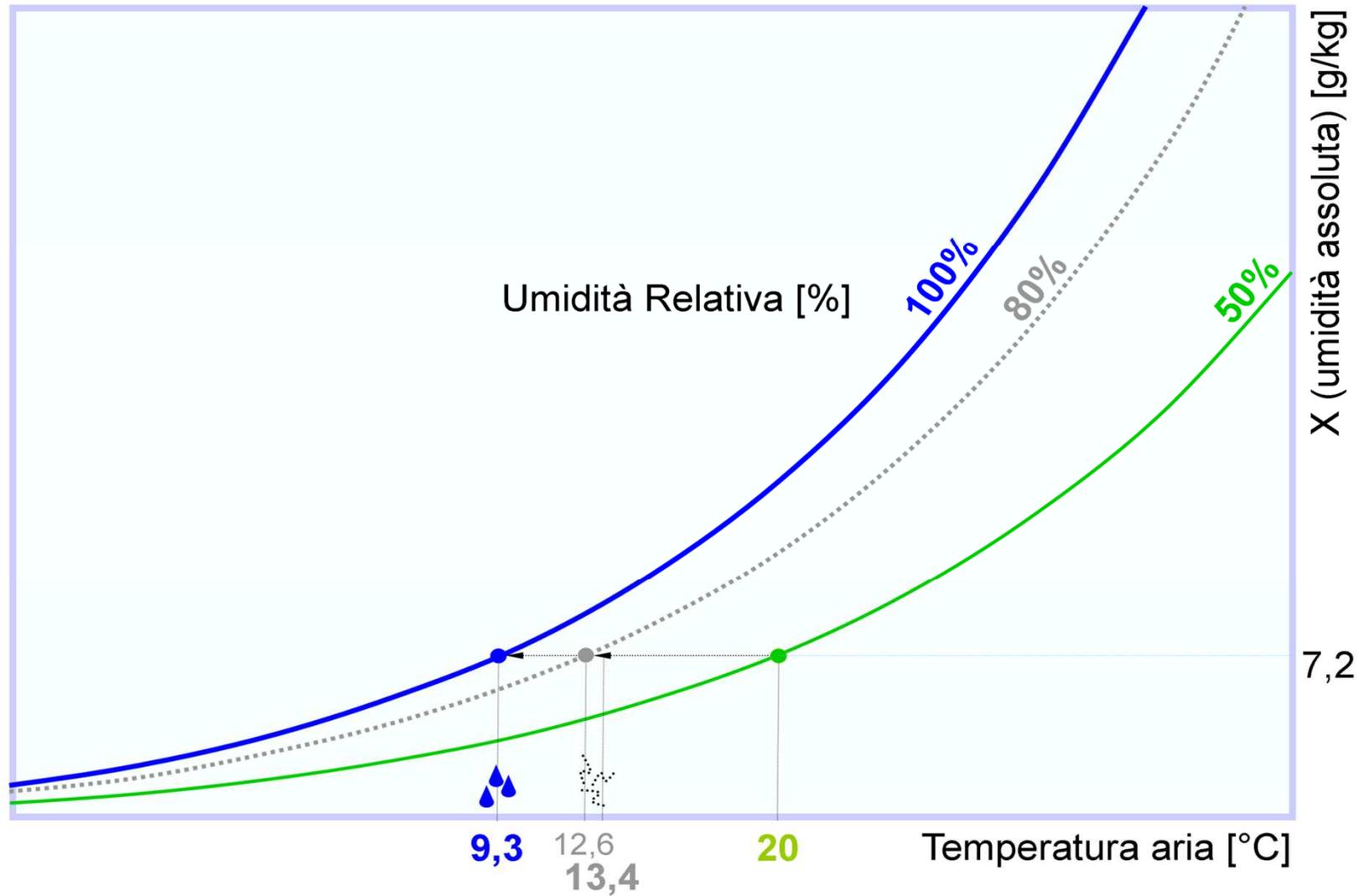


Fonte: Passivhaus Institut, Darmstadt

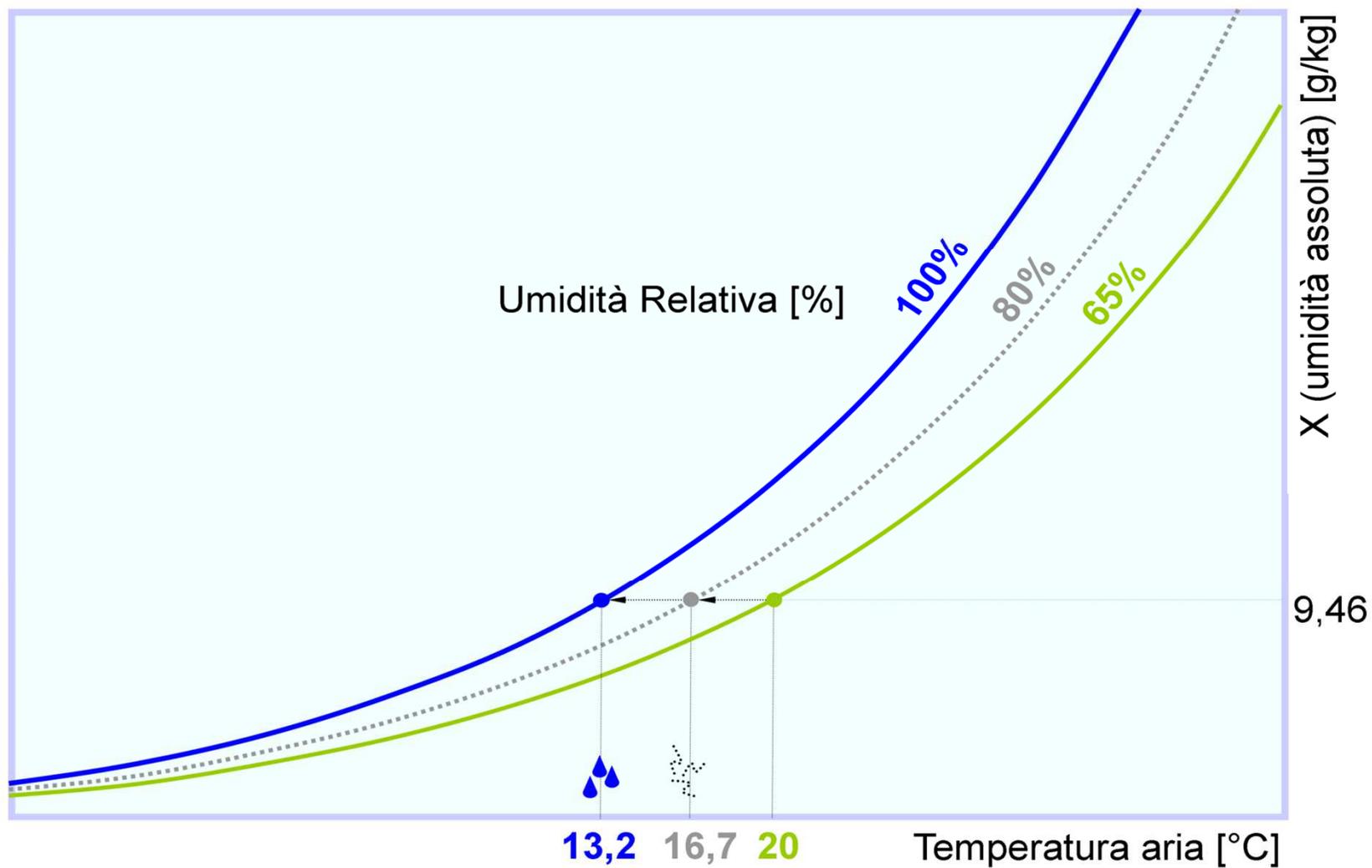
TEMPERATURA SUPERFICIALE CRITICA



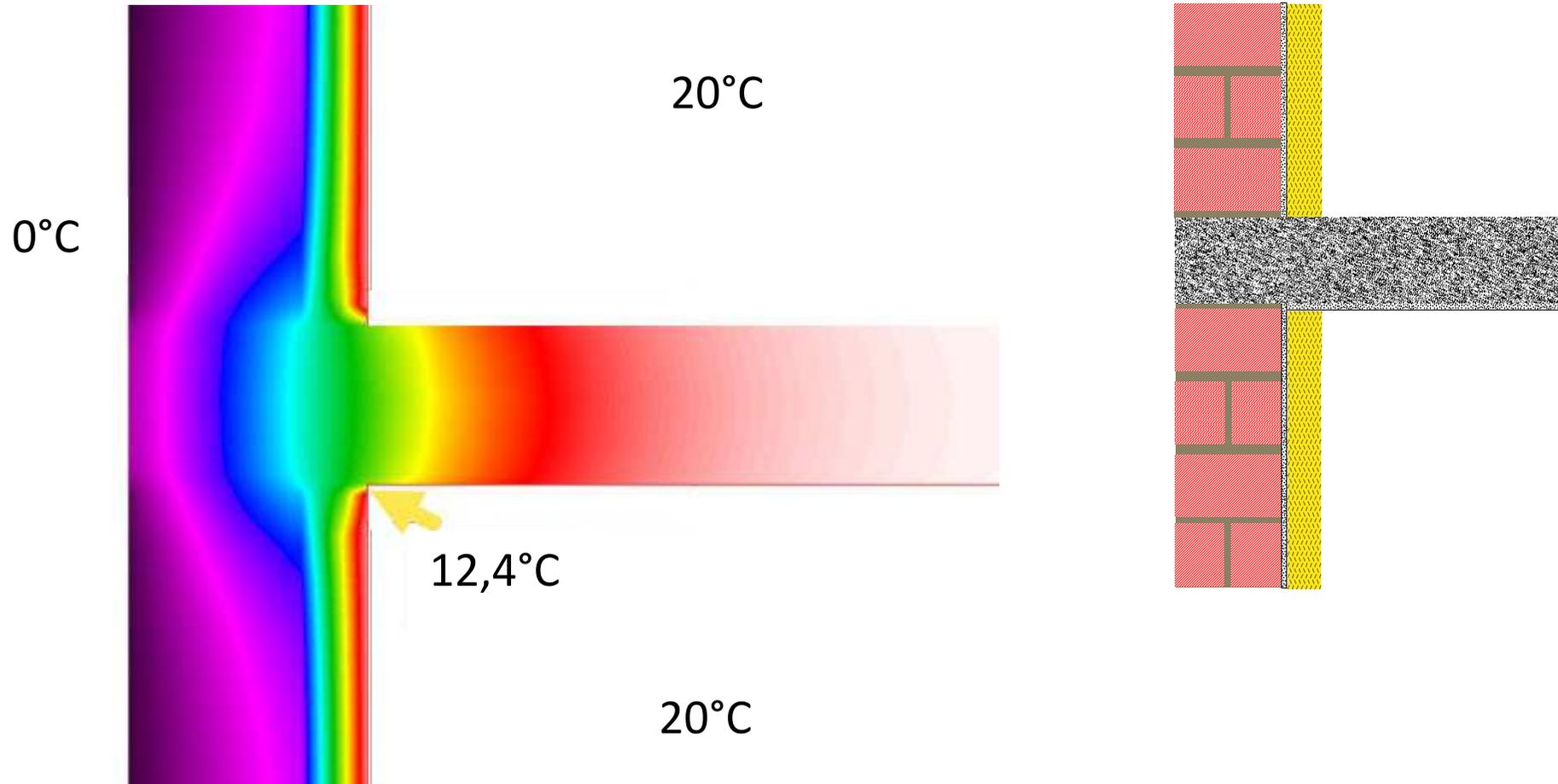
TEMPERATURA SUPERFICIALE CRITICA



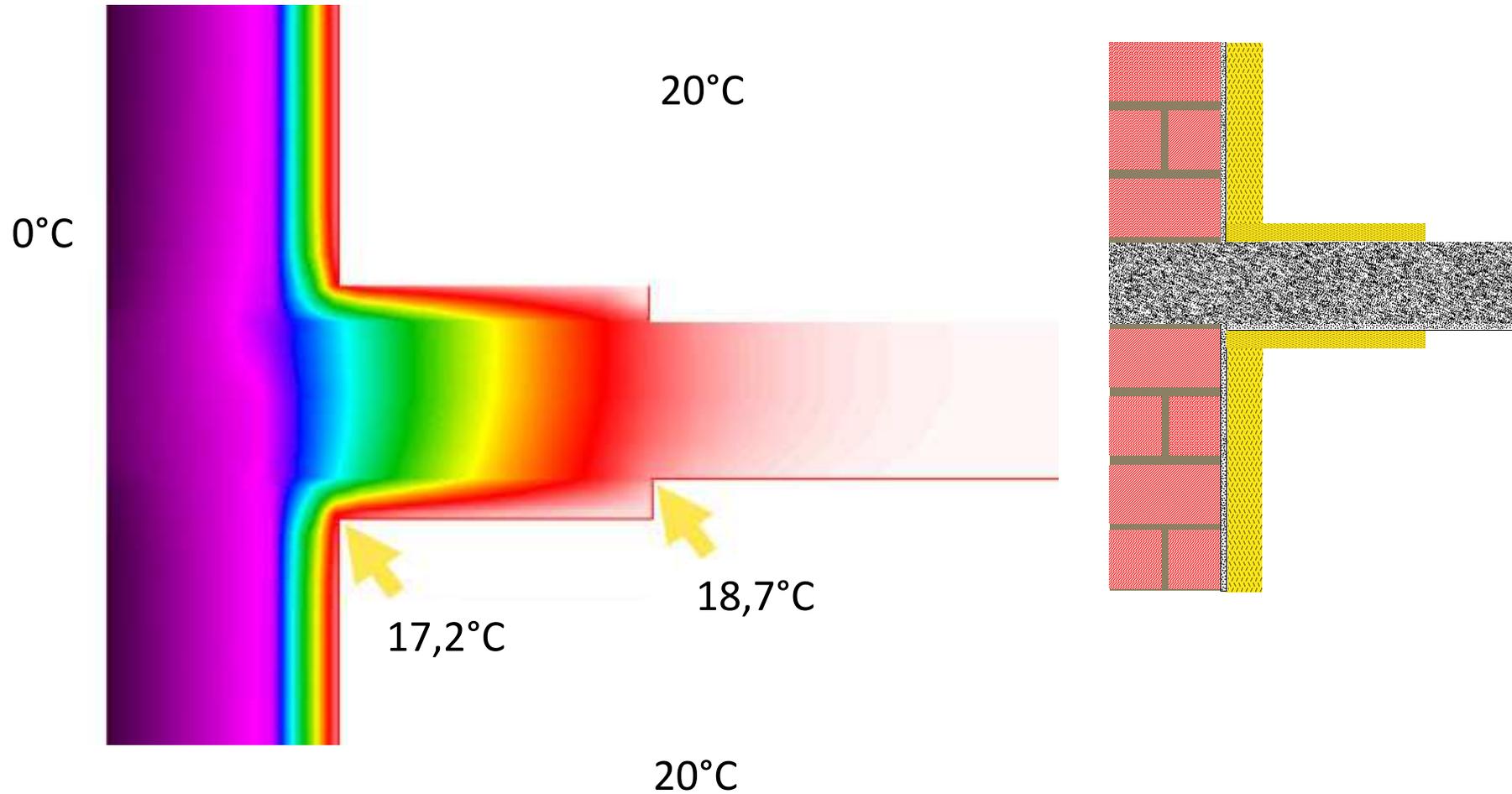
TEMPERATURA SUPERFICIALE CRITICA



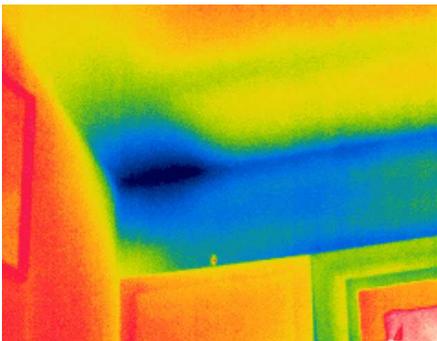
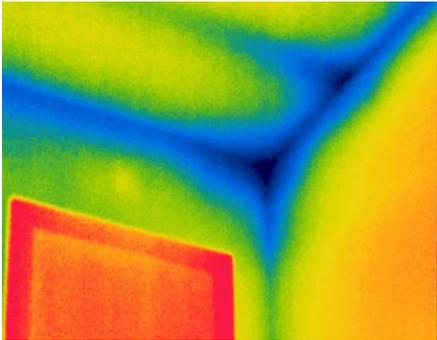
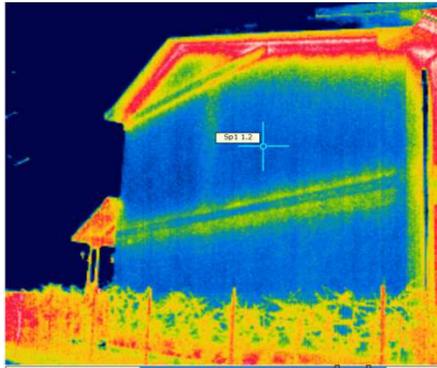
TEMPERATURA SUPERFICIALE CRITICA



TEMPERATURA SUPERFICIALE CRITICA



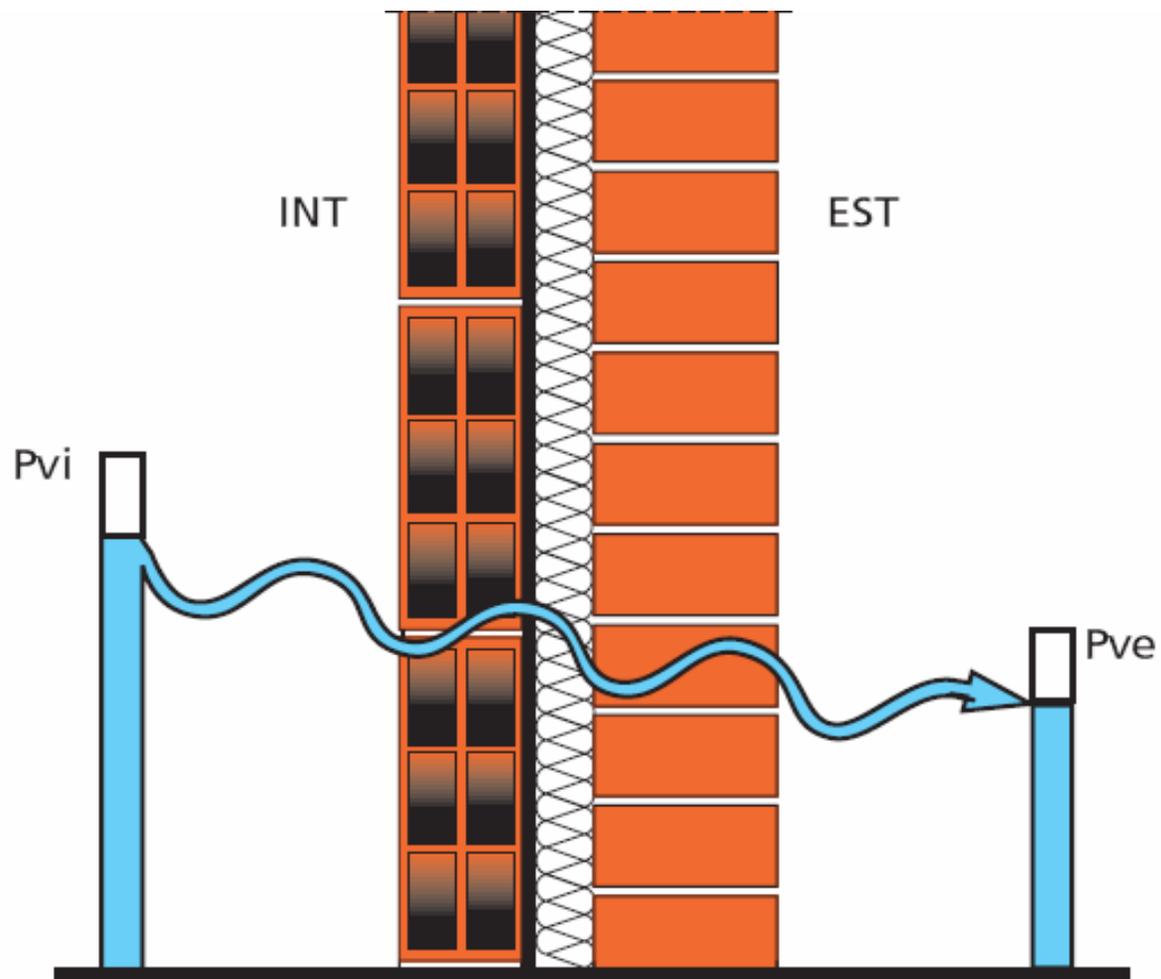
TEMPERATURA SUPERFICIALE CRITICA



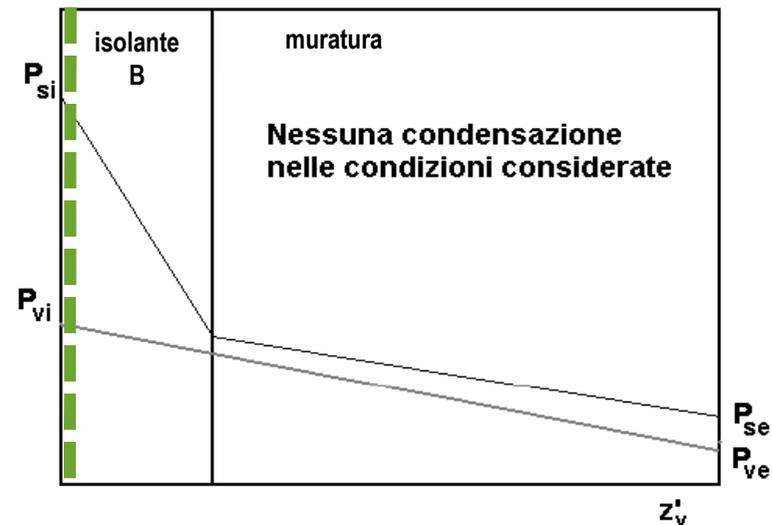
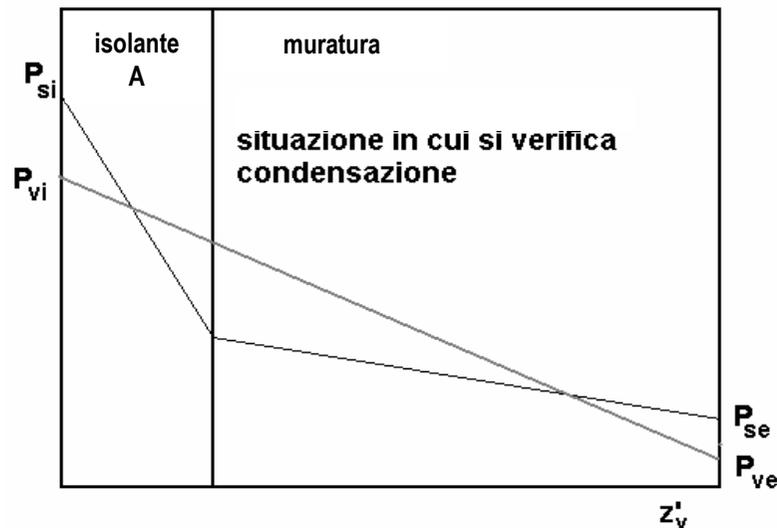
Cosa succede alle TEMPERATURE INTERSTIZIALI della struttura?



ISOLAMENTO INTERNO E DIFFUSIONE DEL VAPORE

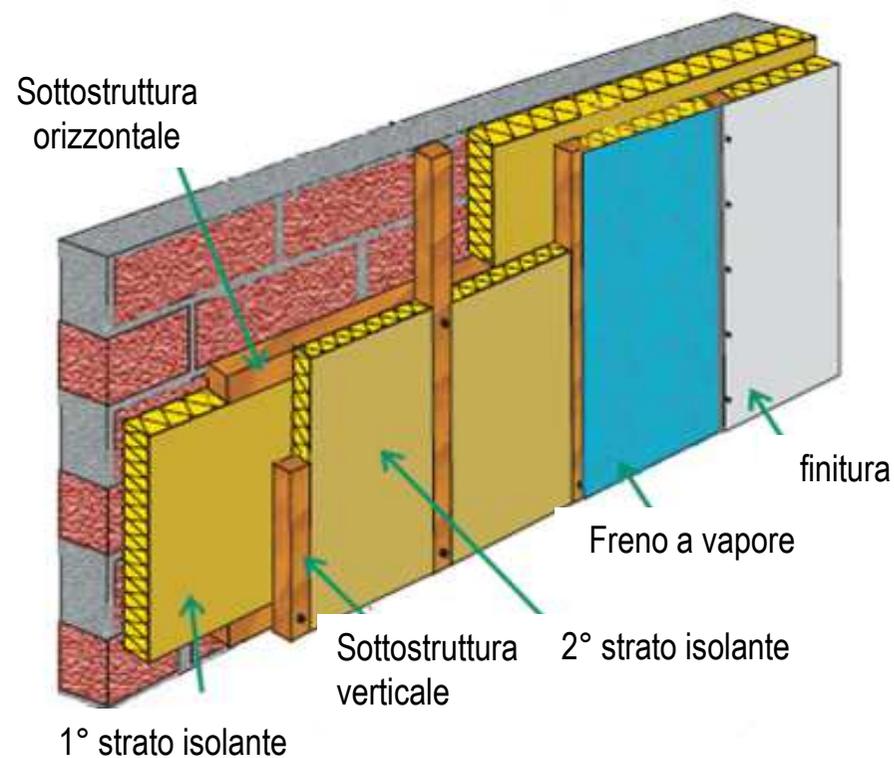


UNI EN 13788: verifica della **DIFFUSIONE** del vapore alle diverse condizioni climatiche, valutate su base **mensile** (medie mensili di T e U.R.)



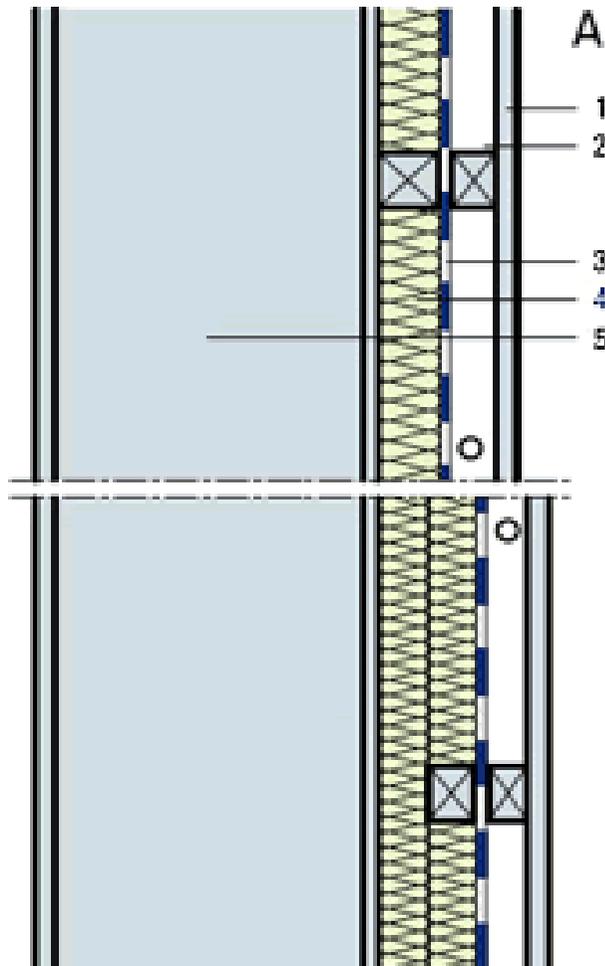
Se si può formare condensaione, i materiali coinvolti la possono tollerare?
Può asciugarsi completamente nell'arco del ciclo annuale?

Strati costituenti un'isolamento interno SISTEMI CON BARRIERA VAPORE



non in tutti i sistemi è necessario applicare una barriera al vapore...

SISTEMI CON BARRIERA VAPORE



- 1 Rivestimento interno
- 2 Spazio d'installazione
- 3 **Barriera vapore**
- 4 **PANNELLO ISOLANTE**
- 5 Parete in laterizio/pietra

Costruzione sfavorevole dal punto di vista fisico-edile nei pressi dei **raccordi** dei componenti edilizi

Fai da te?...





...o dream-team?...



Fonte: Architetto Manuel Benedikter – Bolzano – Ristrutturazione casa Glauber

Materiali e posatori “speciali”?...



Fonte: Actis

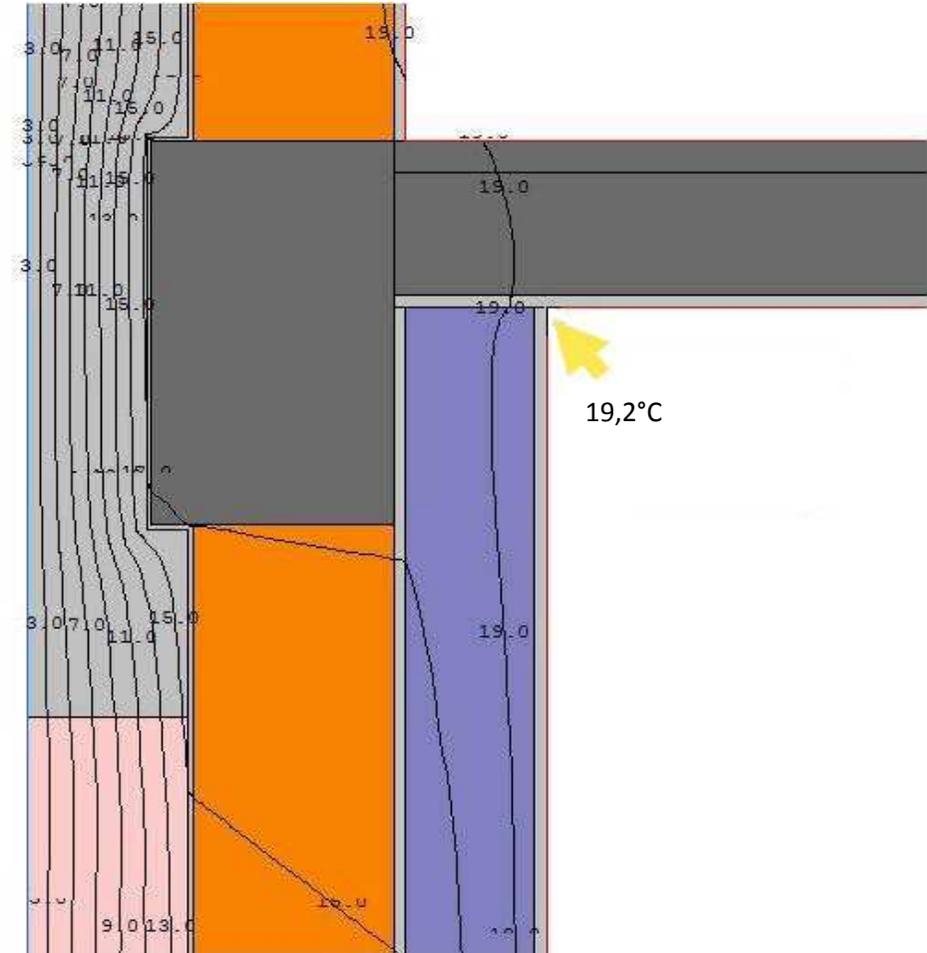
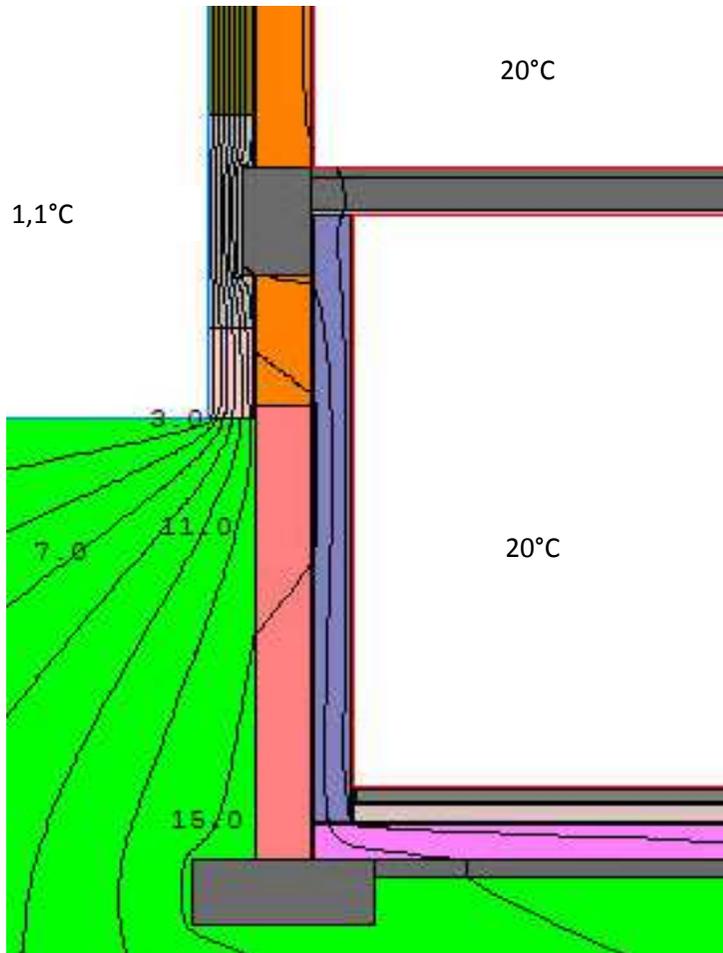
ISOLAMENTO INTERNO

$$\mu > 12500$$



Verifica UNI EN 13788: ok (no condensa)

ISOLAMENTO INTERNO



BARRIERE, FRENI, ... FRENI IGROVARIABILI

$$s_D [m] = \mu \times s [m]$$

Esempi:

Intonaco, $s_D = 10 \times 0,015 = 0,15 \text{ m}$

Freno vap., $s_D = 200 \times 0,0004 = 0,80 \text{ m}$

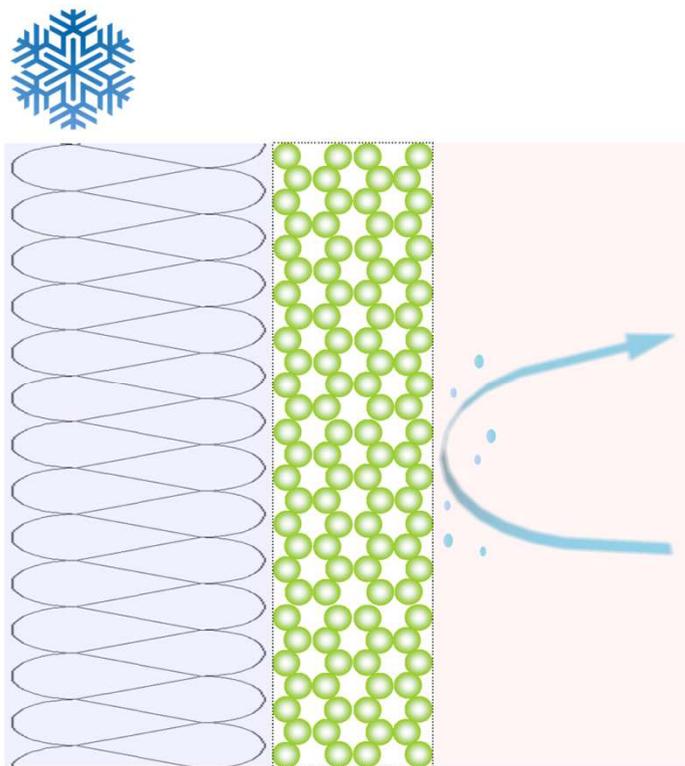
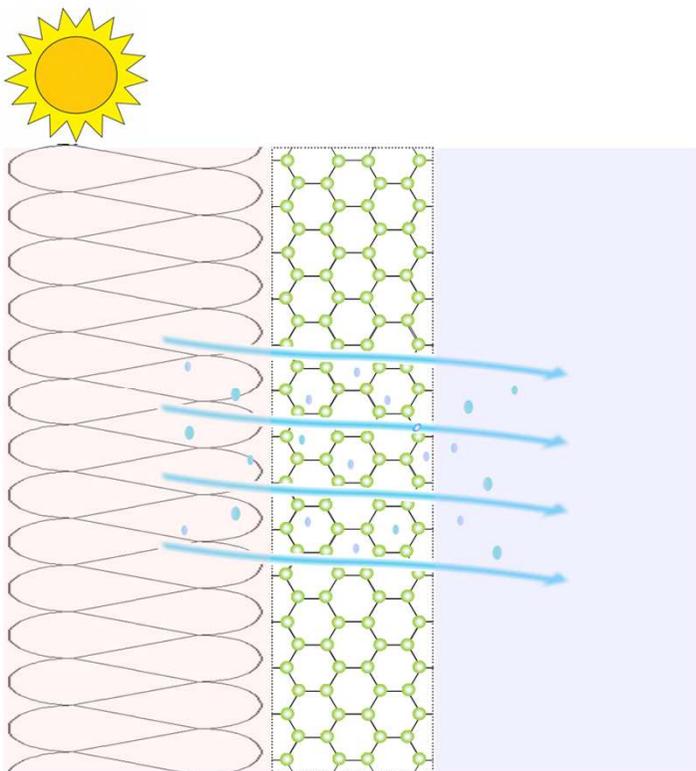
Altamente traspiranti: $s_D < 0,1 \text{ m}$

Traspiranti: $0,1 < s_D < 0,3 \text{ m}$

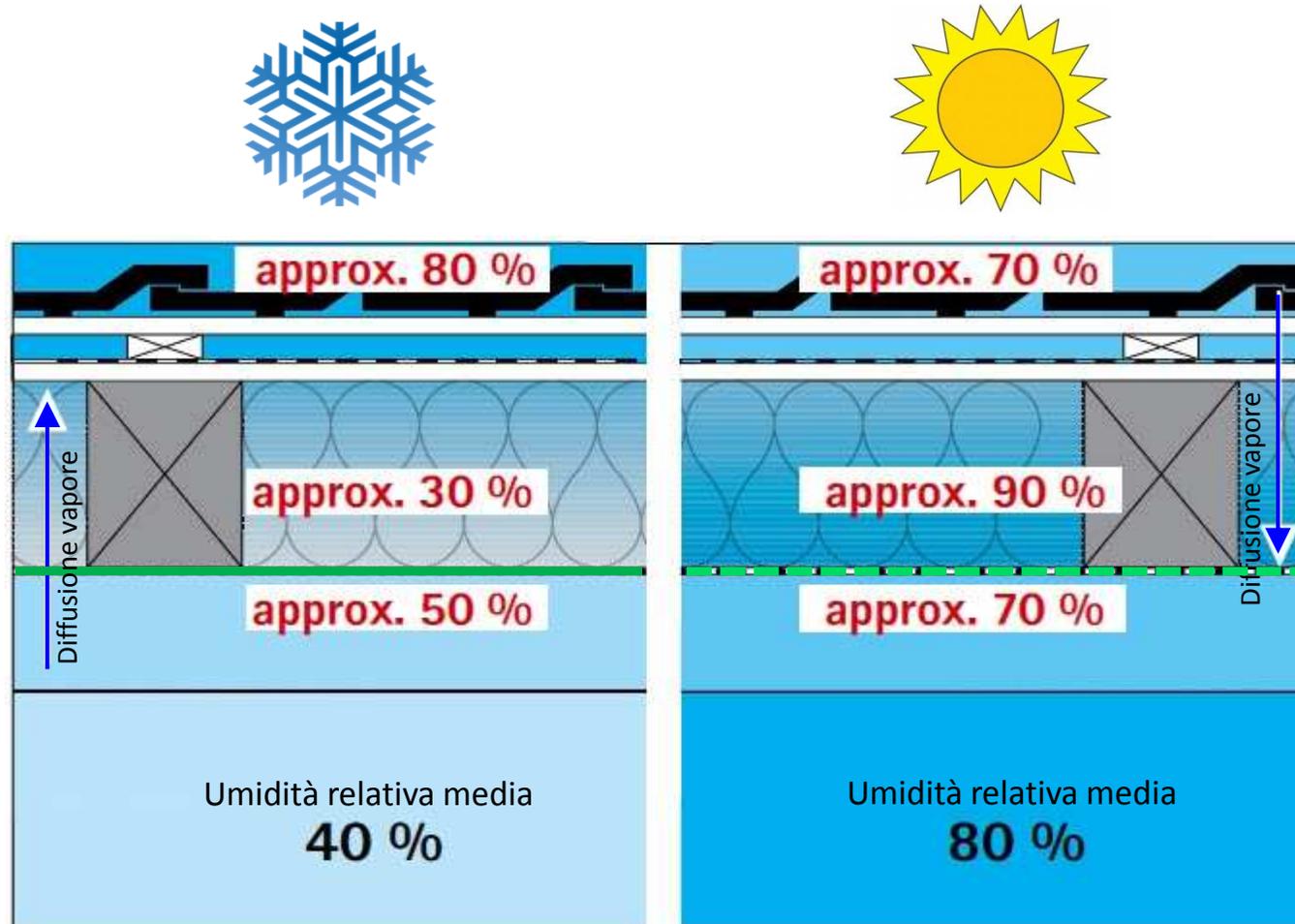
Freni: $2 < s_D < 20 \text{ m}$

Barriere: $s_D > 100 \text{ m}$

Igrovariabile (esempio): $s_D = 0,25\text{m}/10\text{m}$



FRENI IGROVARIABILI



Fonte: Proclima

FRENI IGROVARIABILI



VALUTAZIONI IN REGIME DINAMICO (UNI EN 15026)

INPUT DATI

Dati orari [TRY]

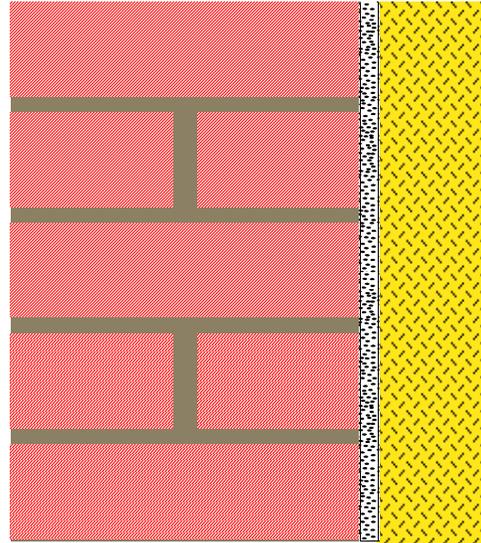
Pioggia

Umidità relativa

Vento: velocità e direzione

Temperatura

Radiazione solare



INPUT DATI

Dati orari
[comportamento?]

Temperatura ambiente

Umidità ambiente

INPUT DATI

Porosità [m³/m³]

Capacità termica a secco [J/kgK]

Conducibilità termica a secco, 10°C [W/mK]

Coeff. di resistenza alla diffusione del vapore

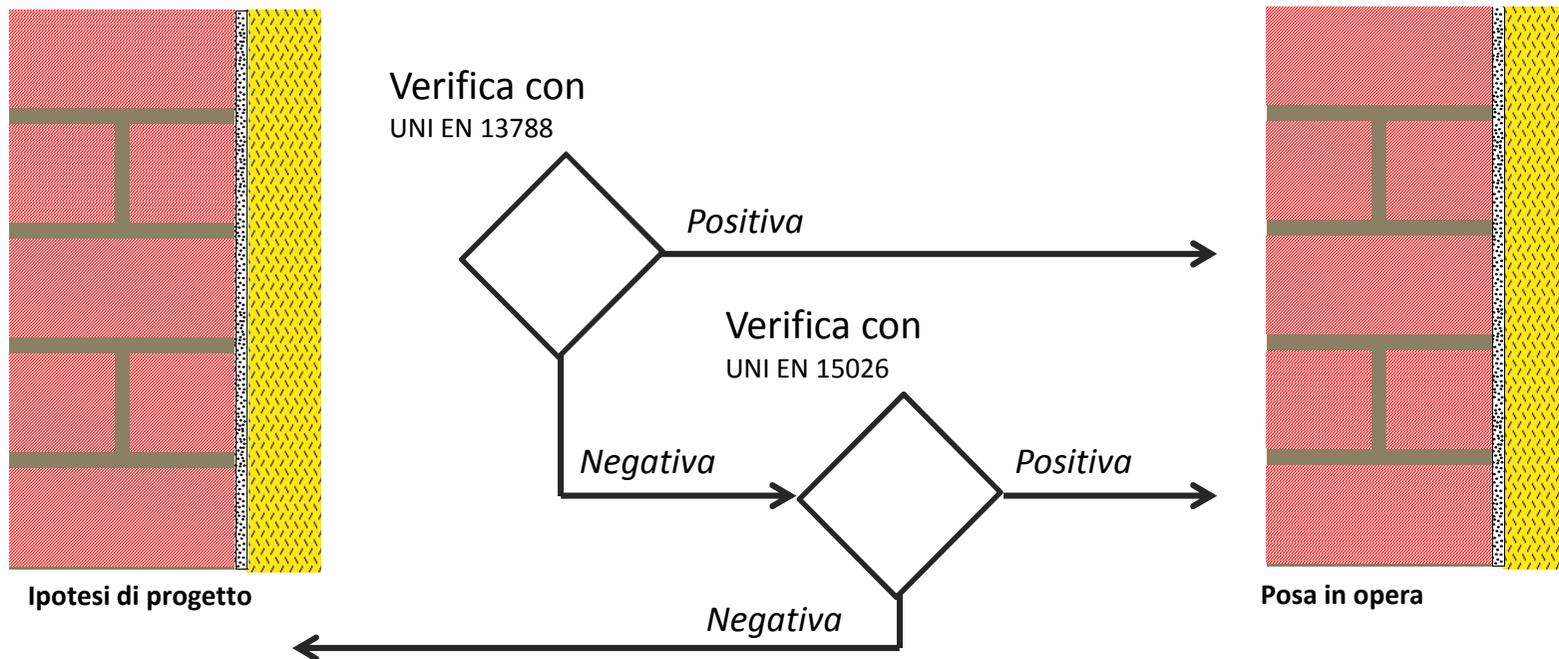
Contenuto d'umidità di riferimento [kg/m³]

Fattore di assorbimento d'umidità [kg/m²s^{0,5}]

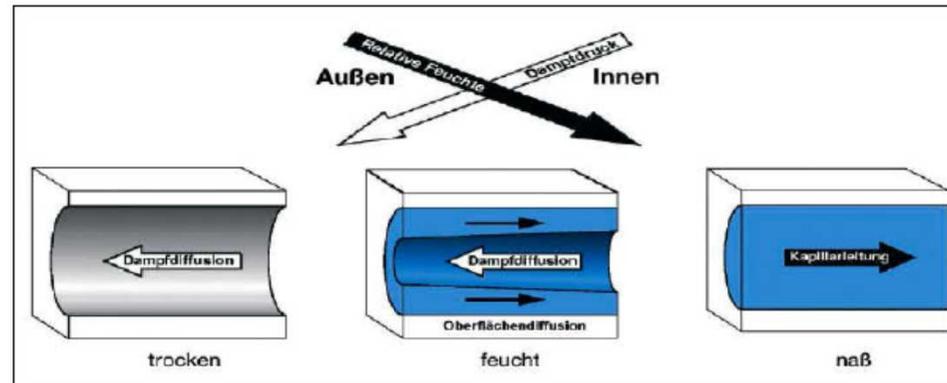
Aumento conduttività termica [%/M.-%]

Maggiorazione conduttività termica, temp. [W/mK²]

Diffusività capillare [m²/s]



CONSIGLIATO: VALUTAZIONE IN REGIME DINAMICO



Rappresentazione schematica dei meccanismi di trasporto dell'umidità nei materiali igroscopici.

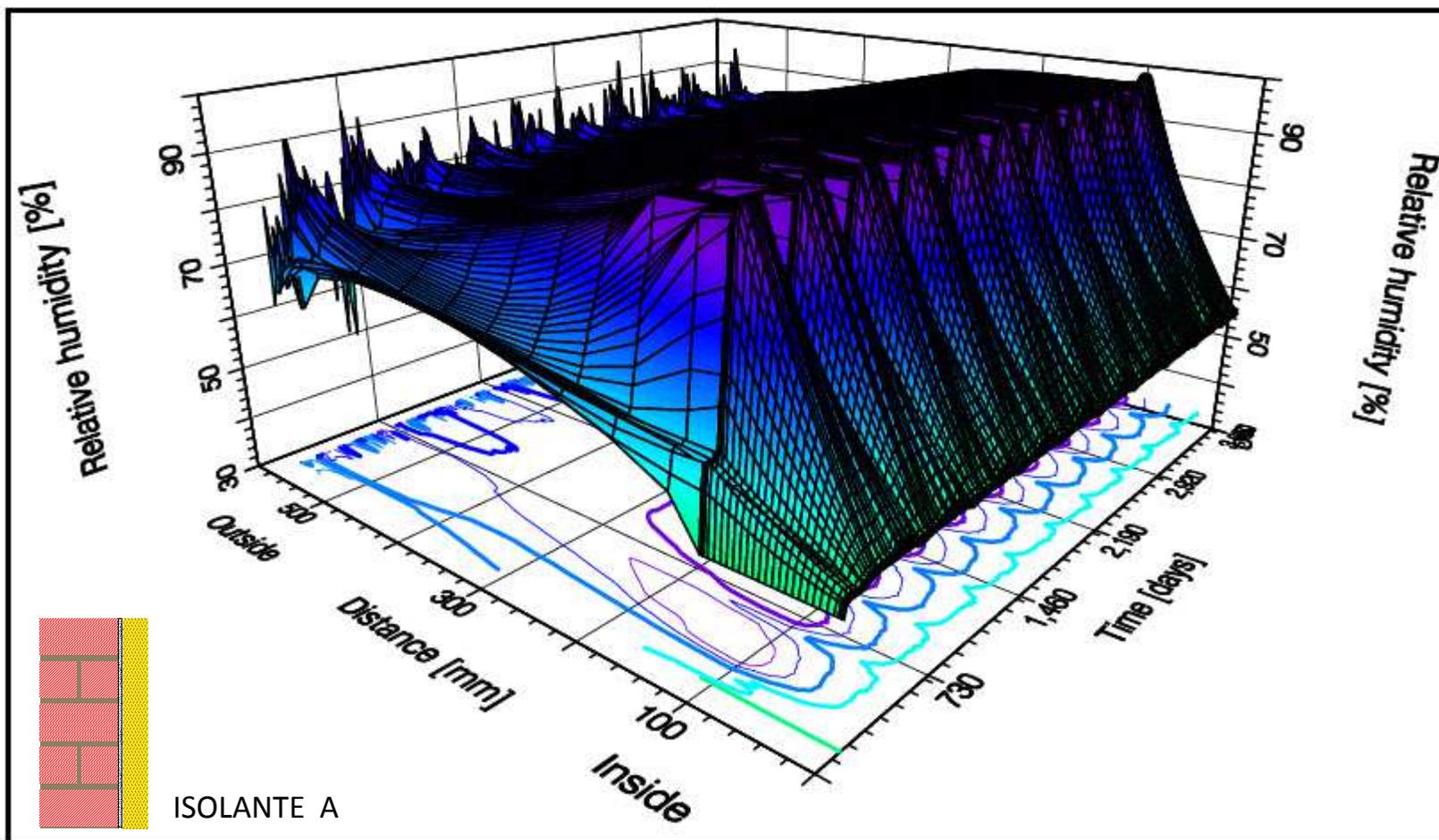
Fonte: Fraunhofer Institut di fisica delle costruzioni Holzkirchen

Principio di azione degli isolamenti **capillari attivi**

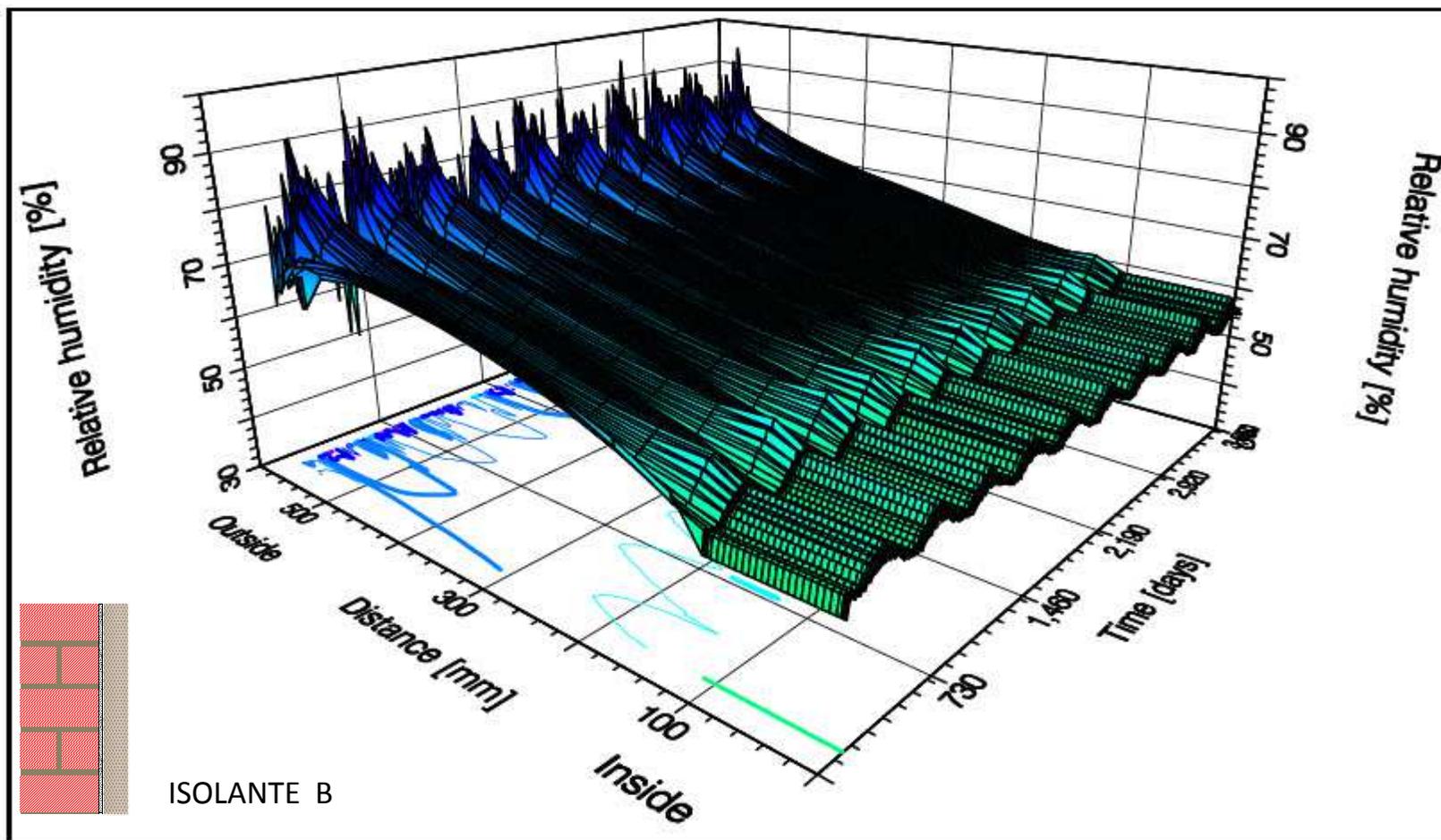
La capacità di accumulo igroscopico di alcuni materiali isolanti aperti alla diffusione e capillarmente attivi, assorbe i picchi di umidità dell'aria interna e contribuisce alla regolazione del clima all'interno.

L'attività capillare provvede ad una distribuzione veloce e ampia dell'umidità nell'isolamento durante il periodo invernale, il che significa che l'umidità non si ferma nei punti più freddi (punto di rugiada), bensì si ripartisce nel mezzo ed evapora poi sulle superfici. In questo modo l'asciugatura è accelerata e l'efficacia isolante è migliorata.

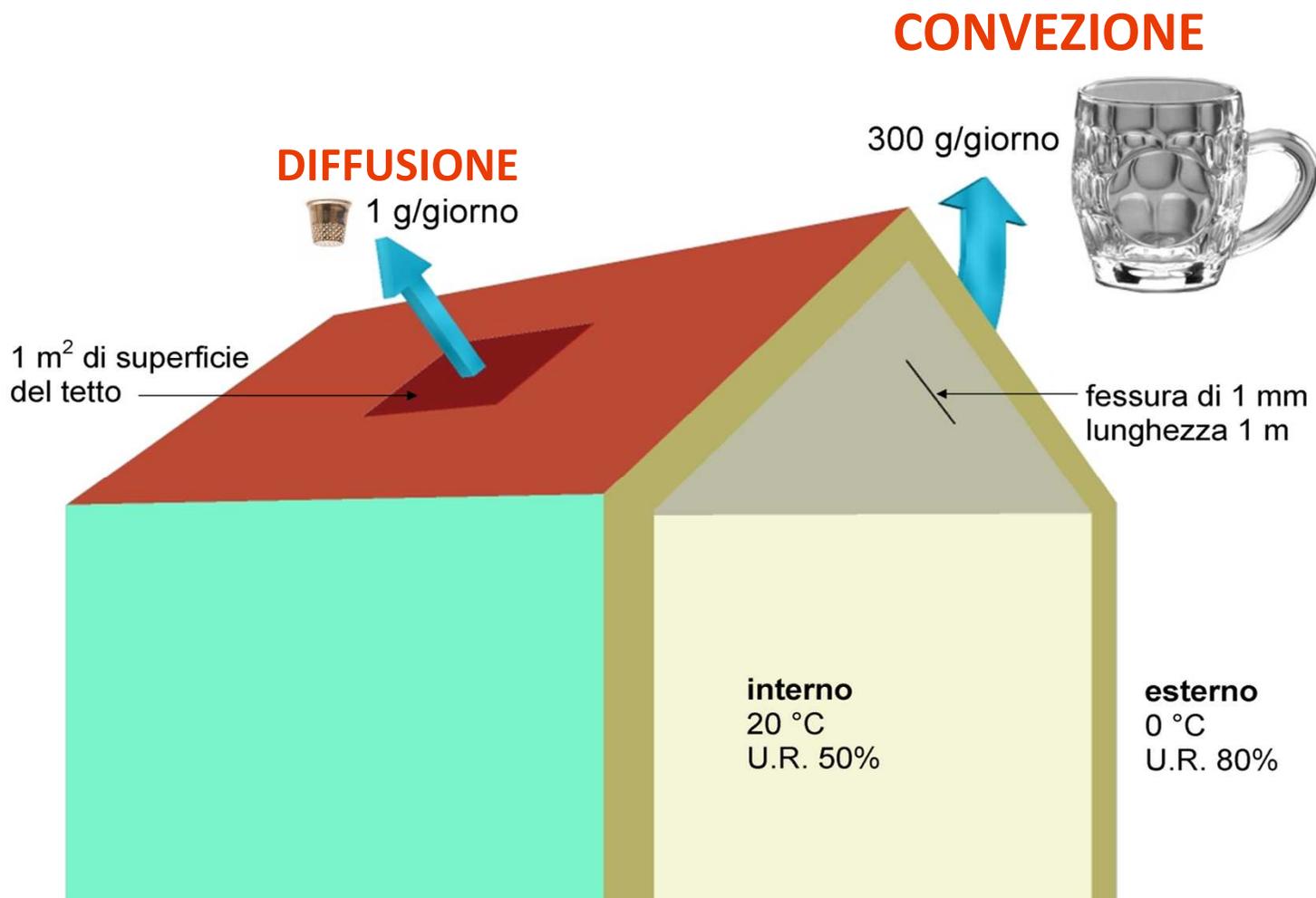
Il trasporto di umidità per CAPILLARITA'



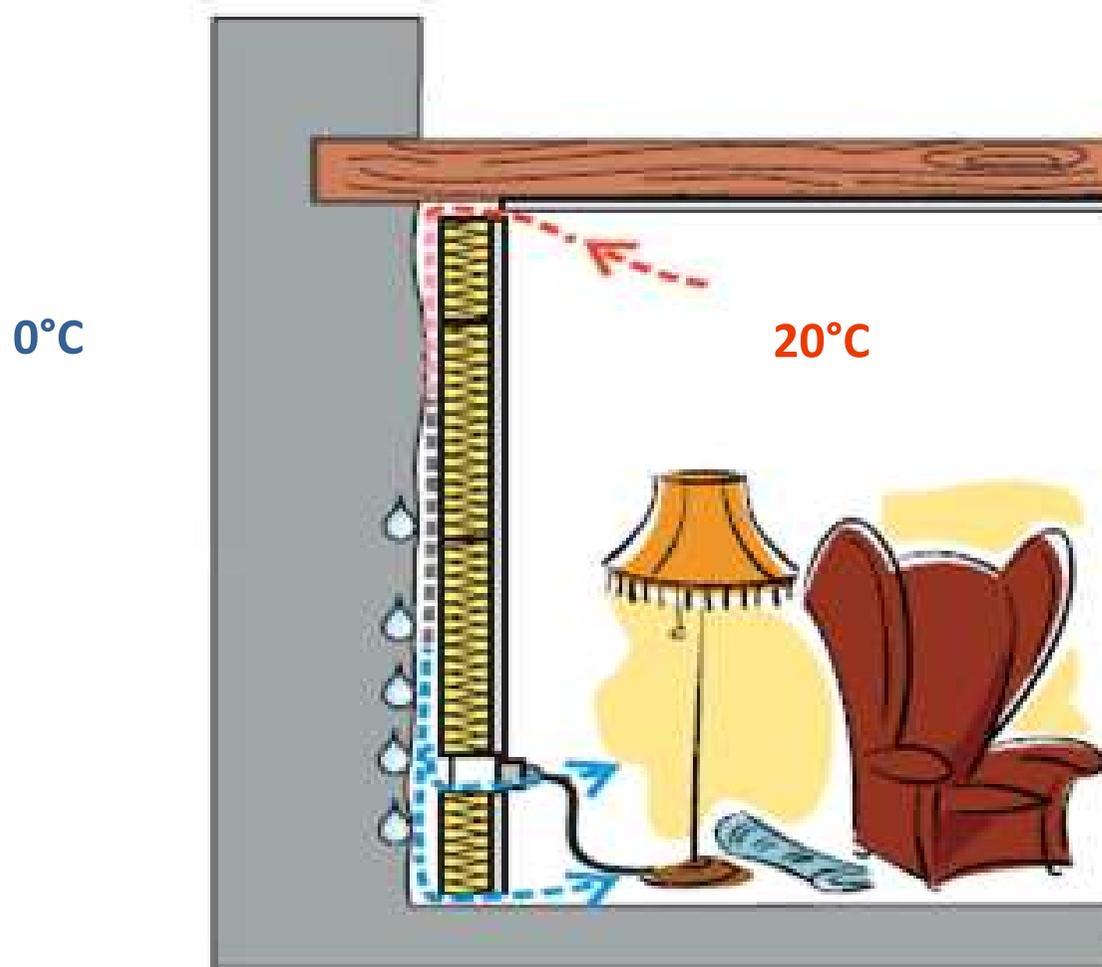
Il trasporto di umidità per CAPILLARITA'



Il trasporto di umidità per CONVEZIONE



Il trasporto di umidità per CONVEZIONE



Esempio di Isolamento interno



Esempio di Isolamento interno



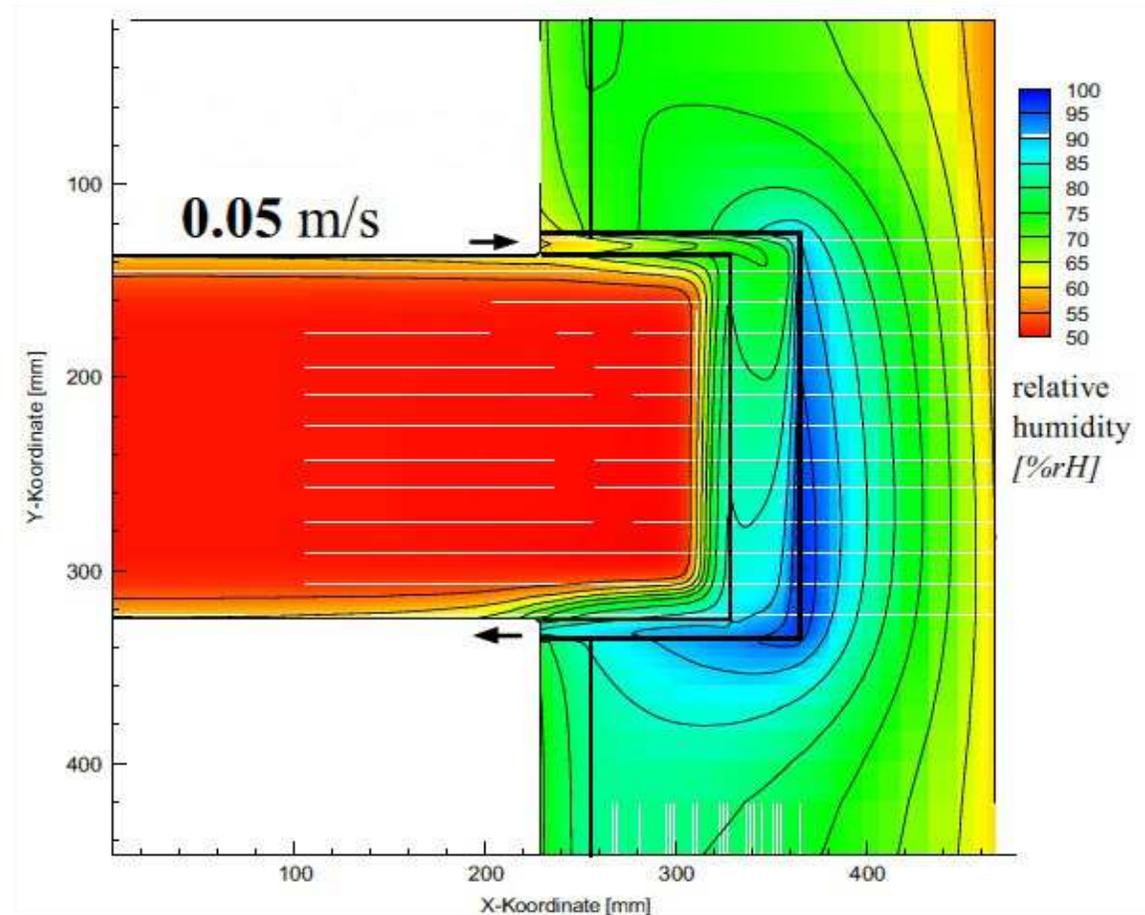
Esempio di Isolamento interno



Isolamento interno e solai in legno

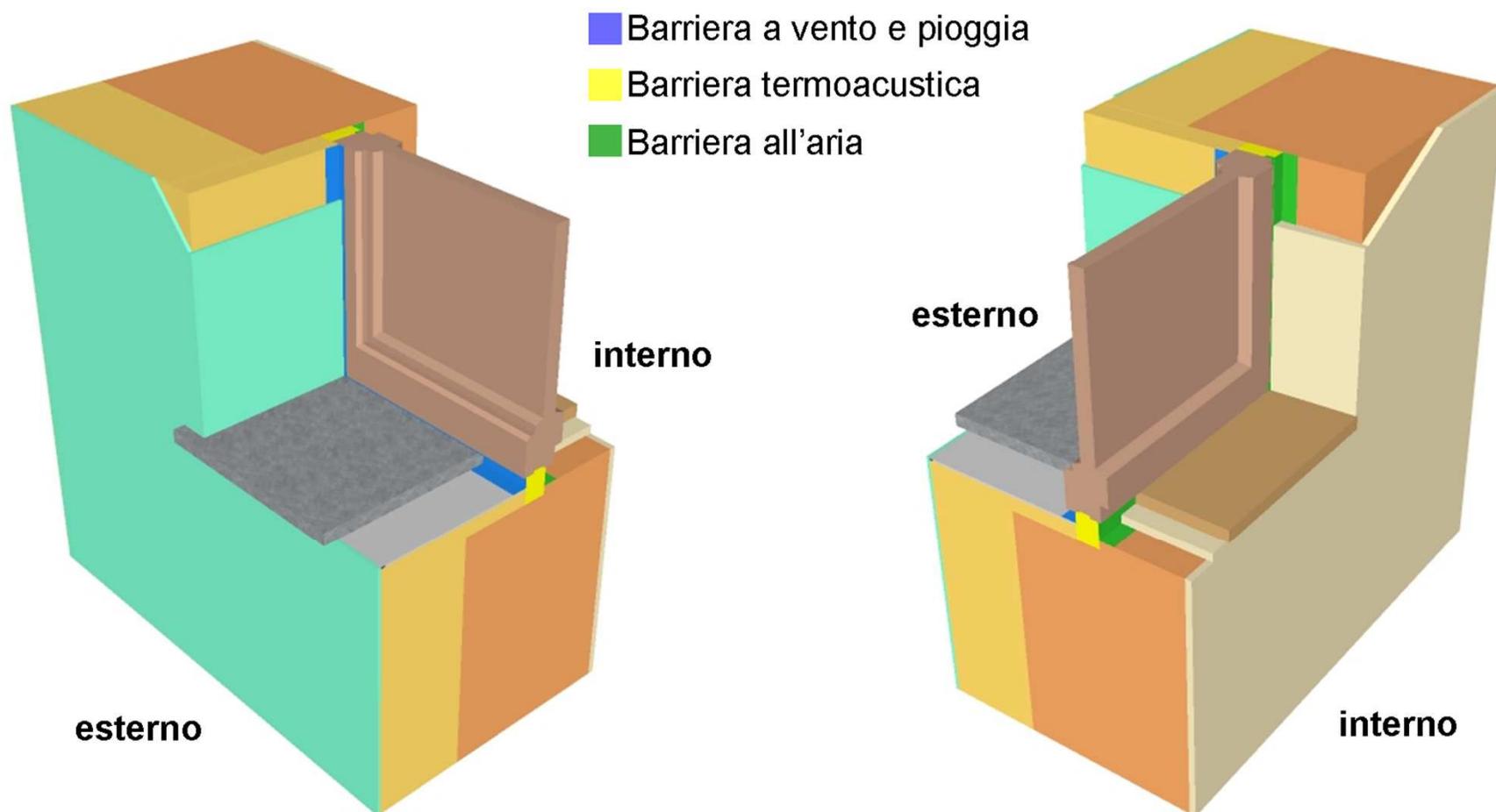


Nella progettazione di un intervento di isolamento dove sono presenti travi o solai lignei è molto importante studiare nel dettaglio questi nodi perchè soluzioni inadeguate possono causare la marcescenza del legno.



Le 3 BARRIERE FUNZIONALI

Un concetto utile per pianificare o interpretare correttamente la fisica tecnica edile di un involucro costruttivo, in generale, ed in particolare del contorno di un serramento esterno.



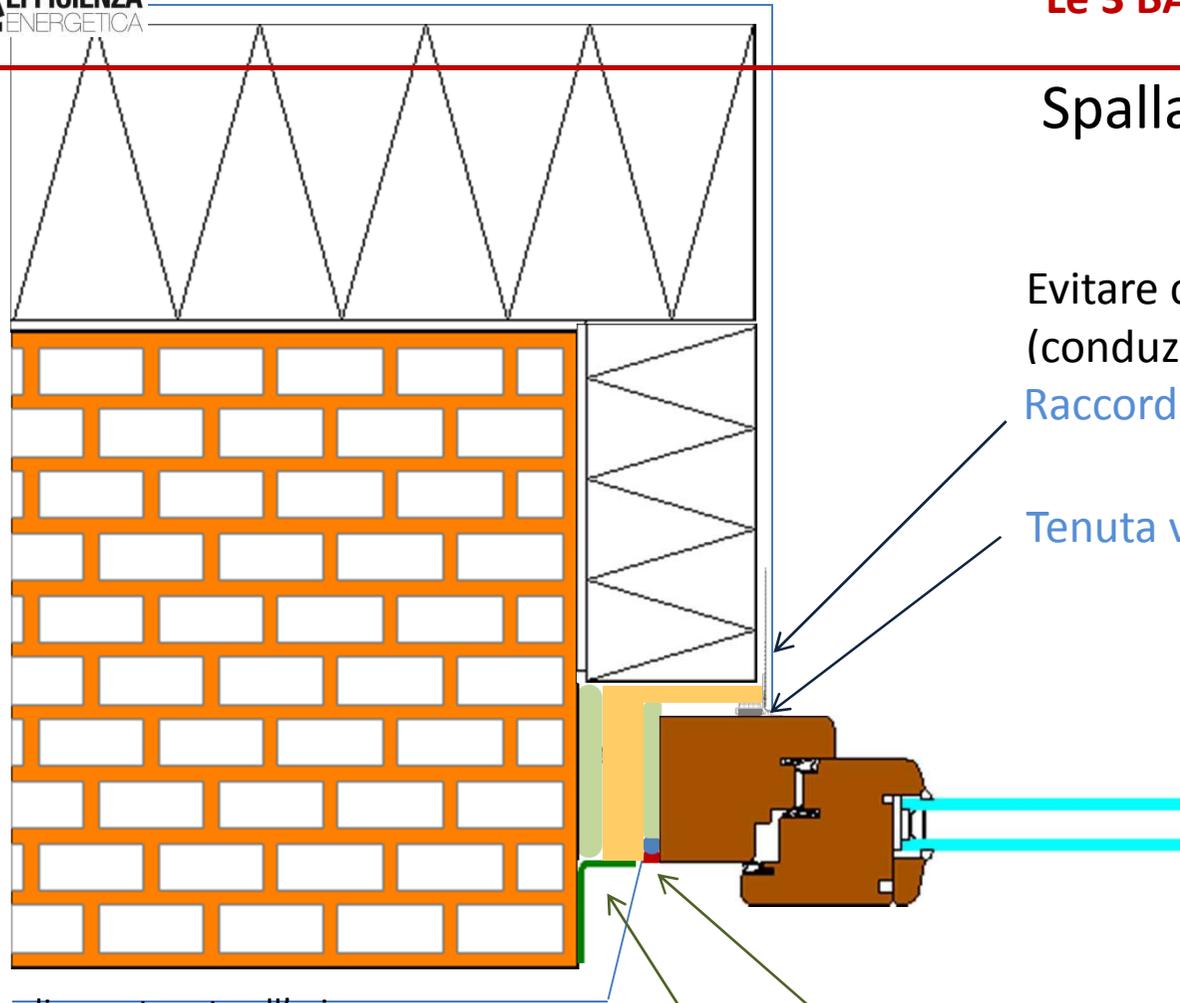
Le 3 BARRIERE FUNZIONALI

Spalla: taglio termico e
sigillature

Evitare controtelai metallici
(conduzione)

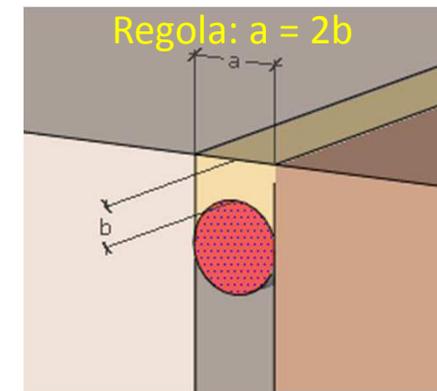
Raccordo con rasante su cappotto

Tenuta vento-pioggia



Realizzare tenute all'aria:
con nastro espandente
oppure silicone + fondogiunto
(le schiume non realizzano la tenuta all'aria)

Tenuta all'aria
Tenuta all'aria del falso !



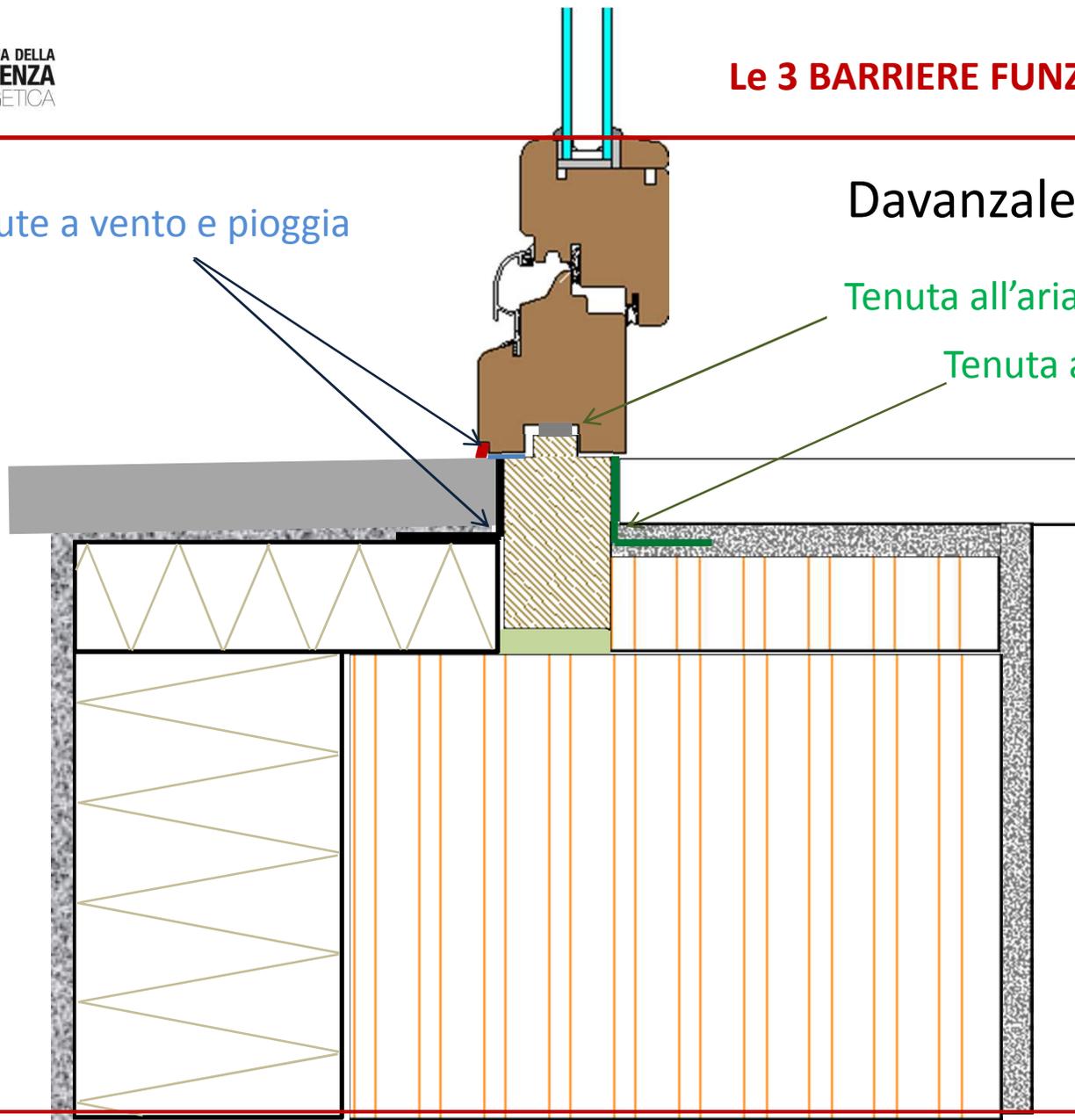
Le 3 BARRIERE FUNZIONALI

Tenute a vento e pioggia

Davanzale: taglio termico e sigillature

Tenuta all'aria

Tenuta all'aria del falso !





Intervento: Arch. Gabriele Ferri, Castelnuovo né Monti (RE)

Valutazione Indici di Consumo prima dell'intervento (consumi reali medi)

Costo annuale di metano	850,00 €
Costo unitario di metano	0,70 €/m ³
Consumo annuale di metano	1.214 m ³

Superficie riscaldata utile	Volume riscaldato lordo
116 m²	371 m ³
Indici: sup	Indici: vol

Combustibile	Quantità	Pot. calorifero	Energia
Metano normale	1.214 m ³	9,8 kWh/m ³	11.900 kWh
Legna di quercia	10.000 kg	4,00 kWh/kg	40.000 kWh
Fornitura energetica annuale Q_H+ACS+cucina			51.900 kWh

447 kWh/m²a	140 kWh/m³a
-------------------------------	-------------------------------

energetico - per acqua calda san.	Persone	Fabb. ACS/P	EN-ACS
	3	1.000 kWh/P	3.000 kWh
detrazione resa impianto solare			0 kWh
- per cucina	3	150 kWh/P	450 kWh
Fornitura energetica per riscaldamento finale Q_{EPH}			48.450 kWh

418 kWh/m²a	131 kWh/m³a
-------------------------------	-------------------------------

Perdita dell'impianto di riscalda- mento = 1-η	Perdita	Energia
	25%	12.113 kWh
Fornitura energetica per riscaldamento utile Q_H		36.338 kWh

313 kWh/m²a	98 kWh/m³a
-------------------------------	------------------------------

Gli interventi sono stati:
cappotto 14 cm EPS con grafite
solaio vs. garage 14 cm EPS con grafite, da sotto
solaio sottotetto: 6 cm perlite sfusa + 14 cm XPS
finestre: niente



Esempio: cappotto estremo



Valutazione Indici di Consumo dopo l'intervento (consumi reali: proiezione annuale su stagione invernale 2009-2010)

<u>Costo annuale di metano</u>	520,00 €
<u>Costo unitario di metano</u>	0,70 €/m ³
<u>Consumo annuale di metano</u>	743 m ³

<u>Superficie riscaldata utile</u>	<u>Volume riscaldato lordo</u>
116 m²	371 m³
Indici: sup	Indici: vol

<u>Combustibile</u>	<u>Quantità</u>	<u>Pot. calorifero</u>	<u>Energia</u>
<u>Metano normale</u>	743 m ³	9,8 kWh/m ³	7.280 kWh
<u>Legna di quercia</u>	4.500 kg	4,00 kWh/kg	18.000 kWh
<u>Fornitura energetica annuale Q_H+ACS+cucina</u>			25.280 kWh

218 kWh/m²a	68 kWh/m³a
-------------------------------	------------------------------

<u>energetico - per acqua calda san.</u>	<u>Persone</u>	<u>Fabb. ACS/P</u>	<u>EN-ACS</u>
	3	1.000 kWh/P	3.000 kWh
<u>detrazione resa impianto solare</u>			0 kWh
<u>- per cucina</u>	3	150 kWh/P	450 kWh
<u>Fornitura energetica per riscaldamento finale Q_{EPH}</u>			21.830 kWh

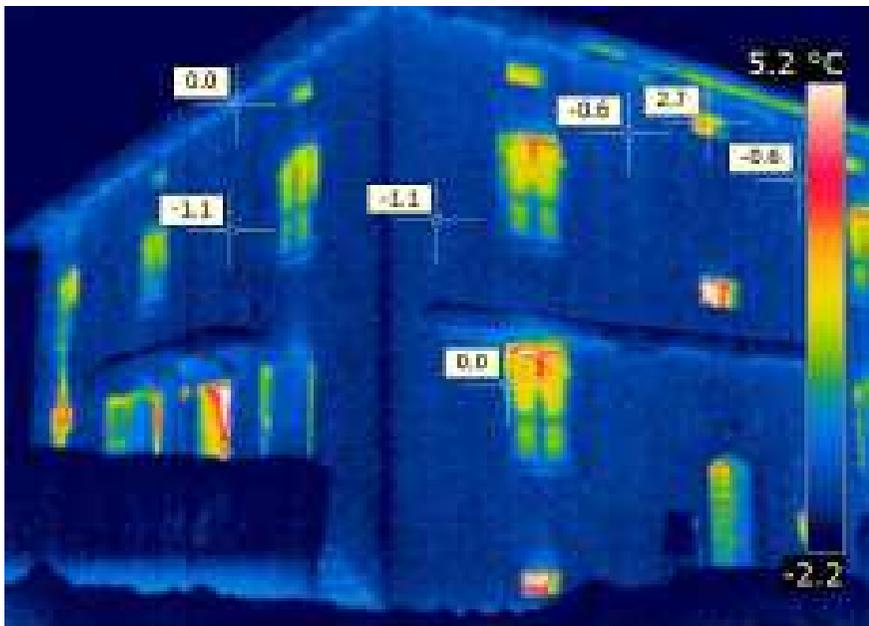
188 kWh/m²a	59 kWh/m³a
-------------------------------	------------------------------

<u>Perdita dell'impianto di riscaldamento = 1-η</u>	<u>Perdita</u>	<u>Energia</u>
	30%	6.549 kWh
<u>Fornitura energetica per riscaldamento utile Q_H</u>		15.281 kWh

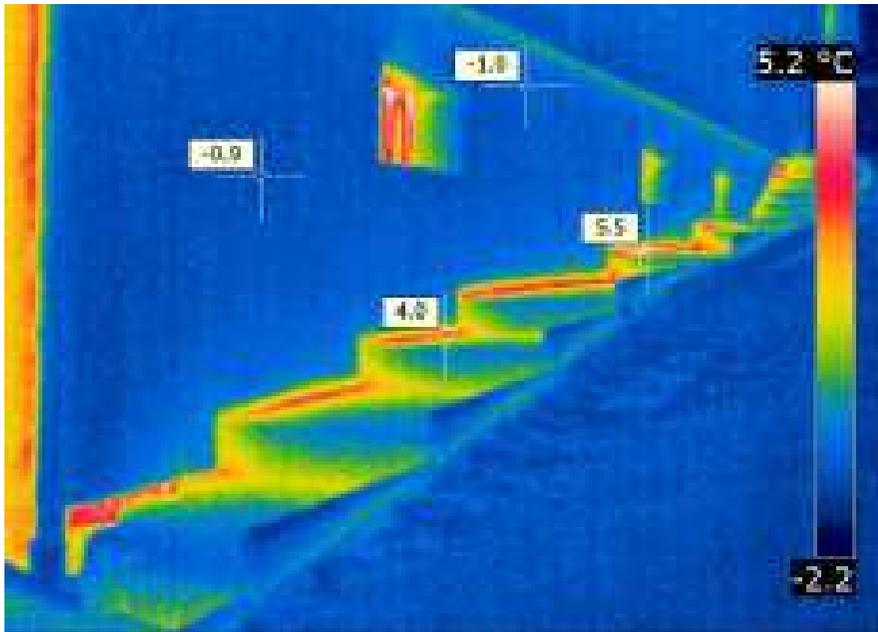
132 kWh/m²a	41 kWh/m³a
-------------------------------	------------------------------

Nota:

- il calcolo è riferito all'appartamento abitato.
- i due consumi non sono stati omogeneizzati rispetto ai gradigiorno delle stagioni "prima" e della stagione "dopo" (ovvero la stagione 2009-2010, che è stata piuttosto fredda).
- Considerazione su efficienza globale impianto:
 - prima 75%;
 - dopo solo 70%, perché prevale l'uso della stufa.



Problematiche (previste già prima dell'intervento): ponti termici non risolti.



Problematiche (previste già prima dell'intervento): ponti termici non risolti.

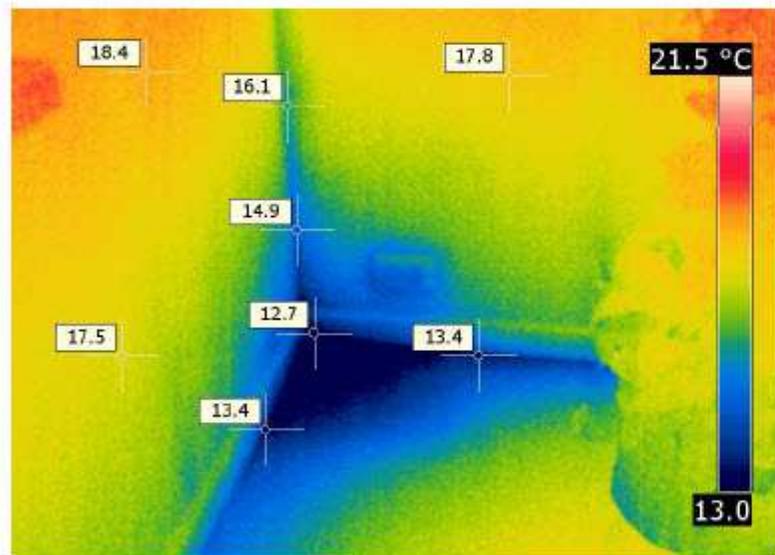


Image and Object Parameters

Text Comments

Camera Model FLIR ThermaCAM B4

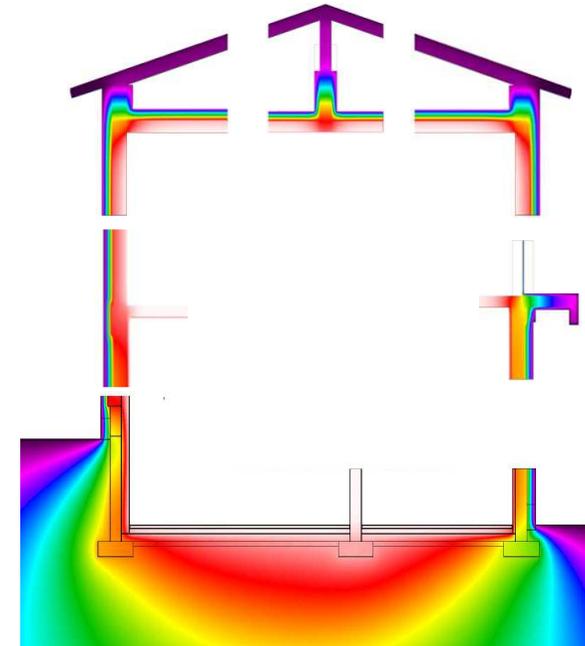
Image Date 2010:05:02 17:17:47

Image Name IR_20100130_70.jpg

Emissivity 0,86

Reflected Temperature 20,0 °C

Object Distance 1,0 m



Una casa unifamiliare costruita negli anni '60 viene trasformata in una residenza ad alta efficienza energetica mediante tecniche di isolamento esterno ed interno, sostituzione degli infissi e dell'impianto di riscaldamento, inserimento di un impianto di ventilazione meccanica.

Il progetto e la realizzazione perseguono la correzione totale dei ponti termici, arrivando a soddisfare i requisiti di una CasaClima A.

Progetto ,e D.L., Energy concept:

Arch. Gabriele Ferri, Castelnovo né Monti (RE), Ing. Gian Carlo Benassi, Reggio Emilia

Edificio preesistente



Edificio preesistente



Edificio preesistente



Edificio preesistente



Edificio preesistente



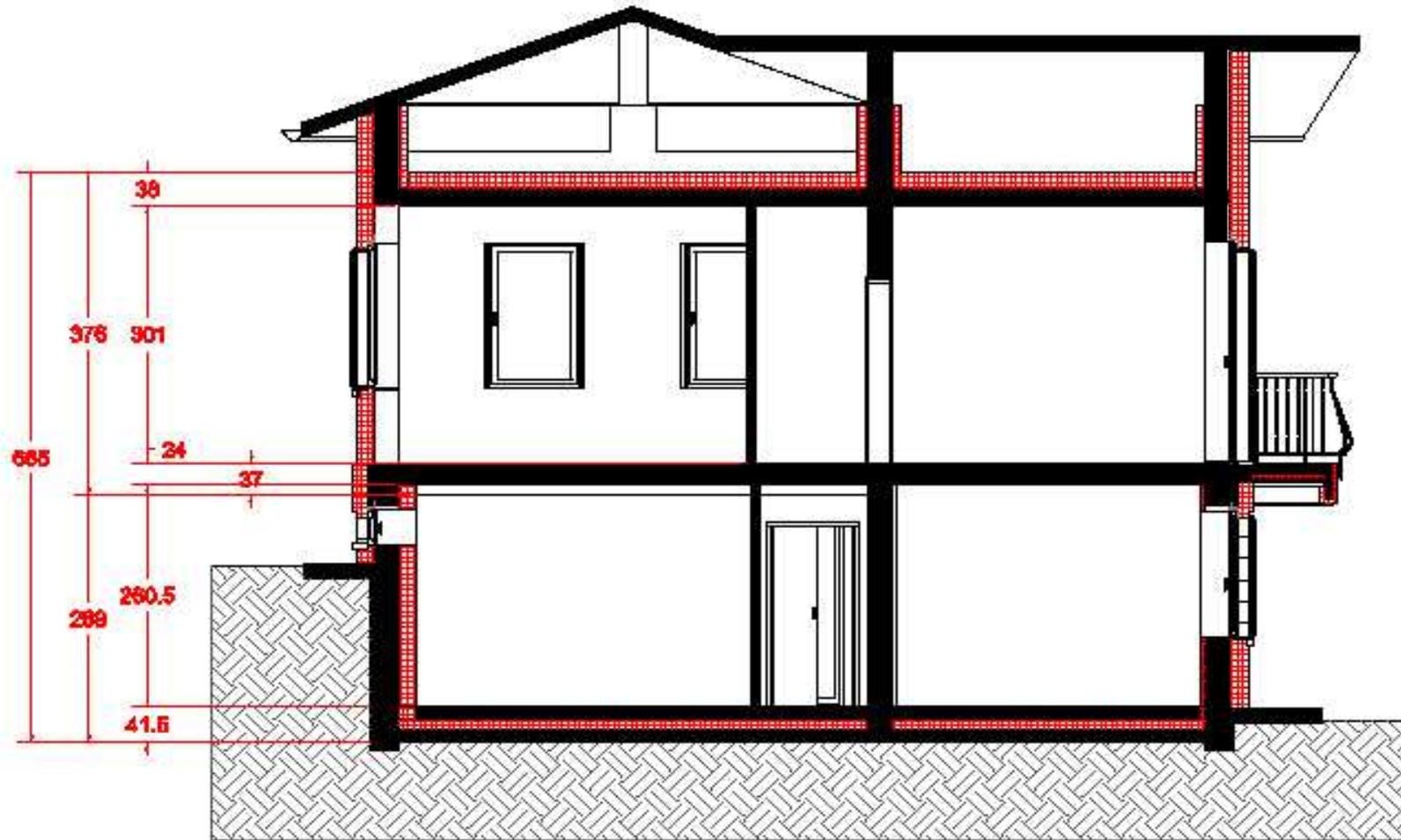
Edificio preesistente



Edificio preesistente



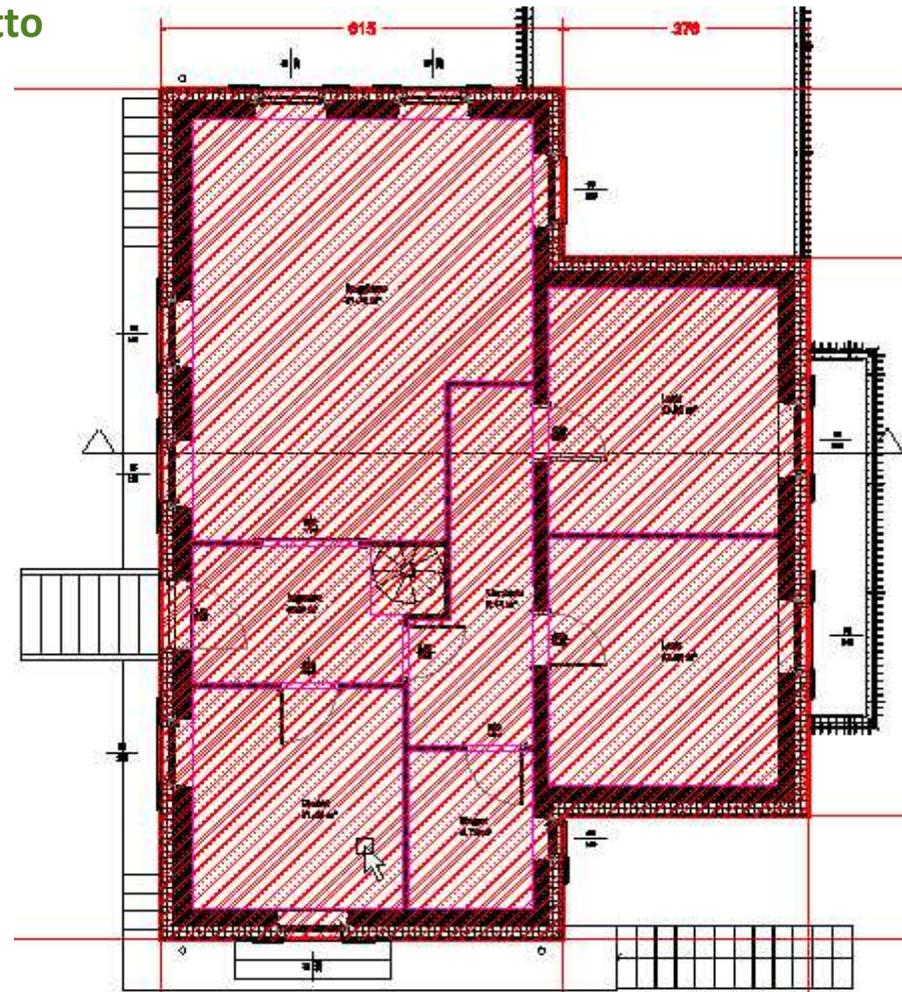
Progetto



Progetto



Piano Seminterrato



Piano Rialzato

Dati di progetto:**Calcolo CasaClima**

Gradigiorno (periodo riscaldamento) HGT = 2560 Kd/a

Superficie netta riscaldata dei piani = 154.12 m²

Volume lordo riscaldato dell'edificio = 698.37 m³

Volume netto riscaldato dell'edificio = 442.43 m³

Superficie disperdente dell'involucro = 538.25 m²

Rapporto superficie disperdente dell'involucro / volume lordo riscaldato = 0.77 m⁻¹

Coefficiente medio di trasmissione dell'involucro dell'edificio $U_{\text{medio}} = 0.22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Grado di utilizzo degli apporti di calore $\eta = 0.98$

Fabbisogno stagionale di calore per riscaldamento $Q_h = 4104 \text{ KWh/a}$

Potenza di riscaldamento dell'edificio $P_{\text{tot}} = 3.55 \text{ KW}$

Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie netta

$\text{HWB}_{\text{NGF,vorh}} = 27 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$

Edificio preesistente



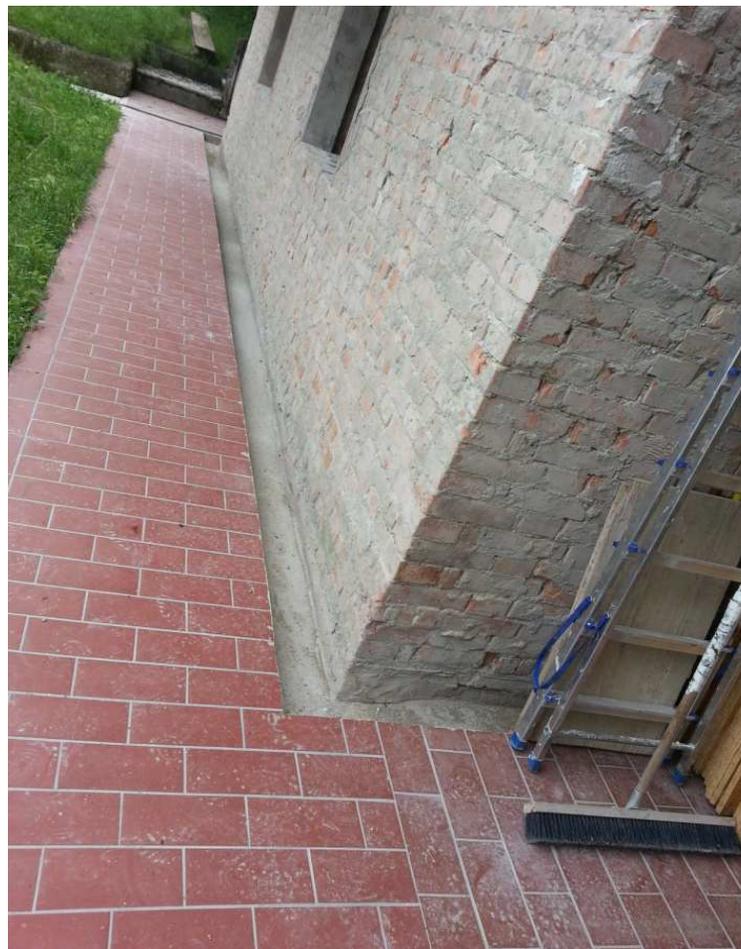
Edificio preesistente



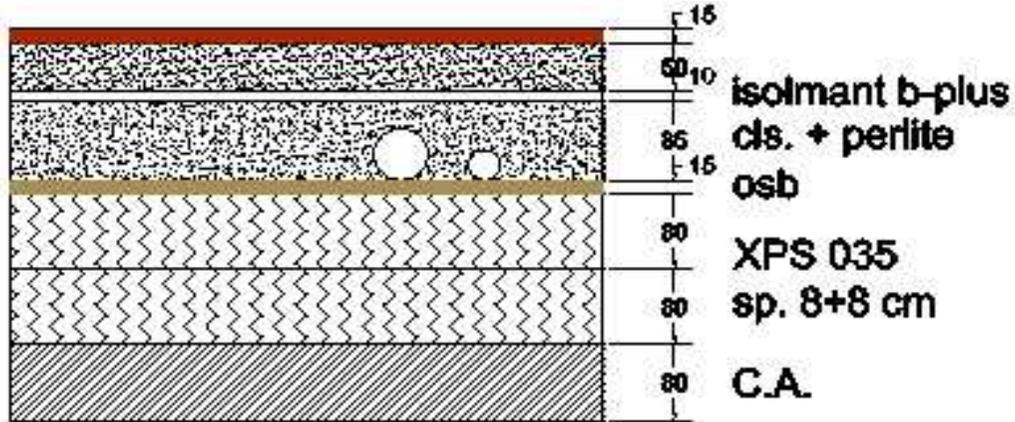
Demolizioni



Demolizioni

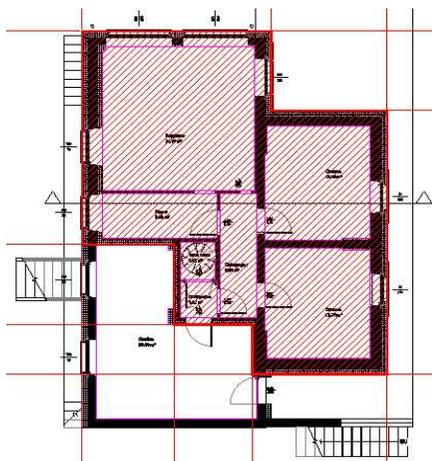


Esempio: Ristrutturazione, CasaClima A



Solaio contro terreno

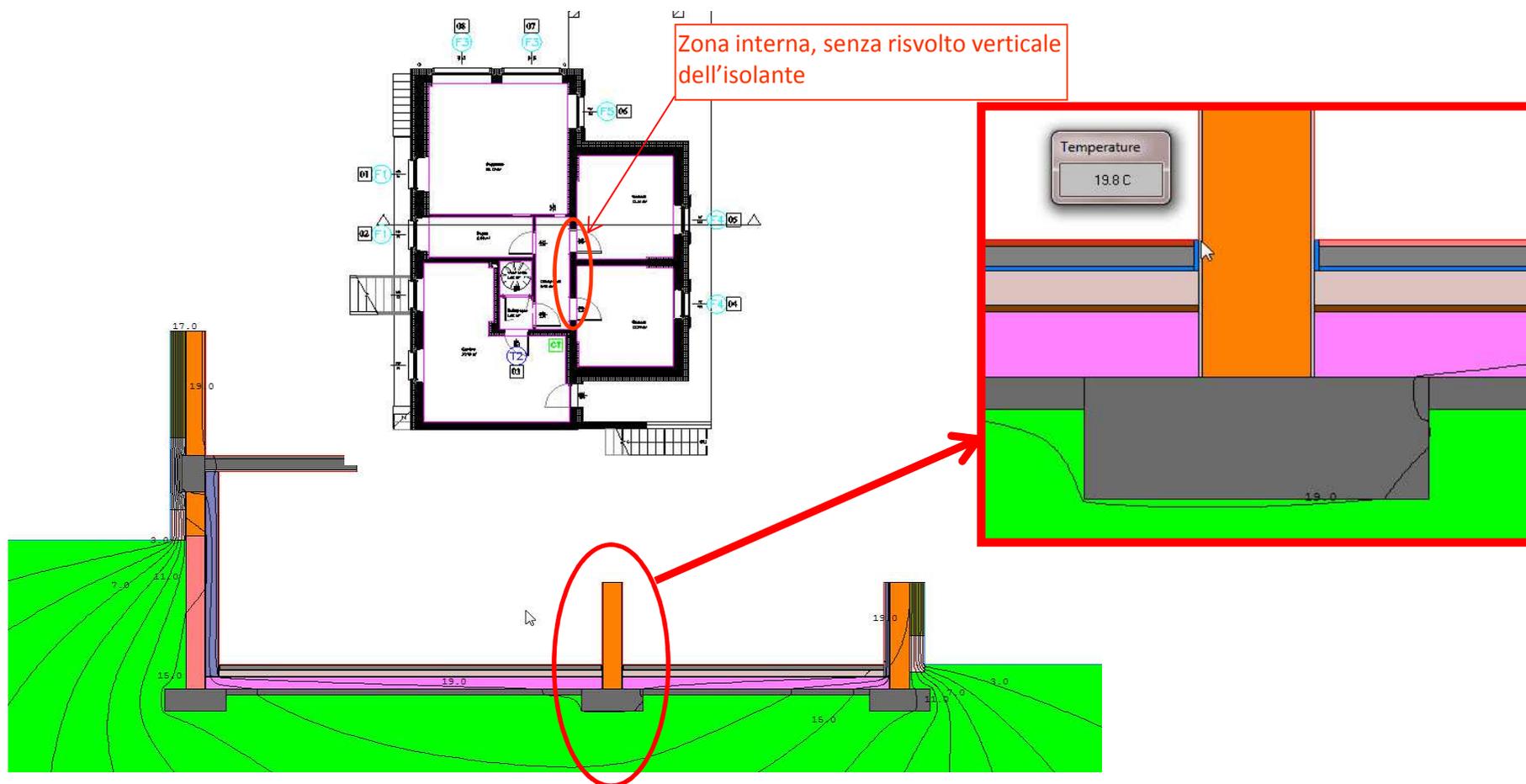




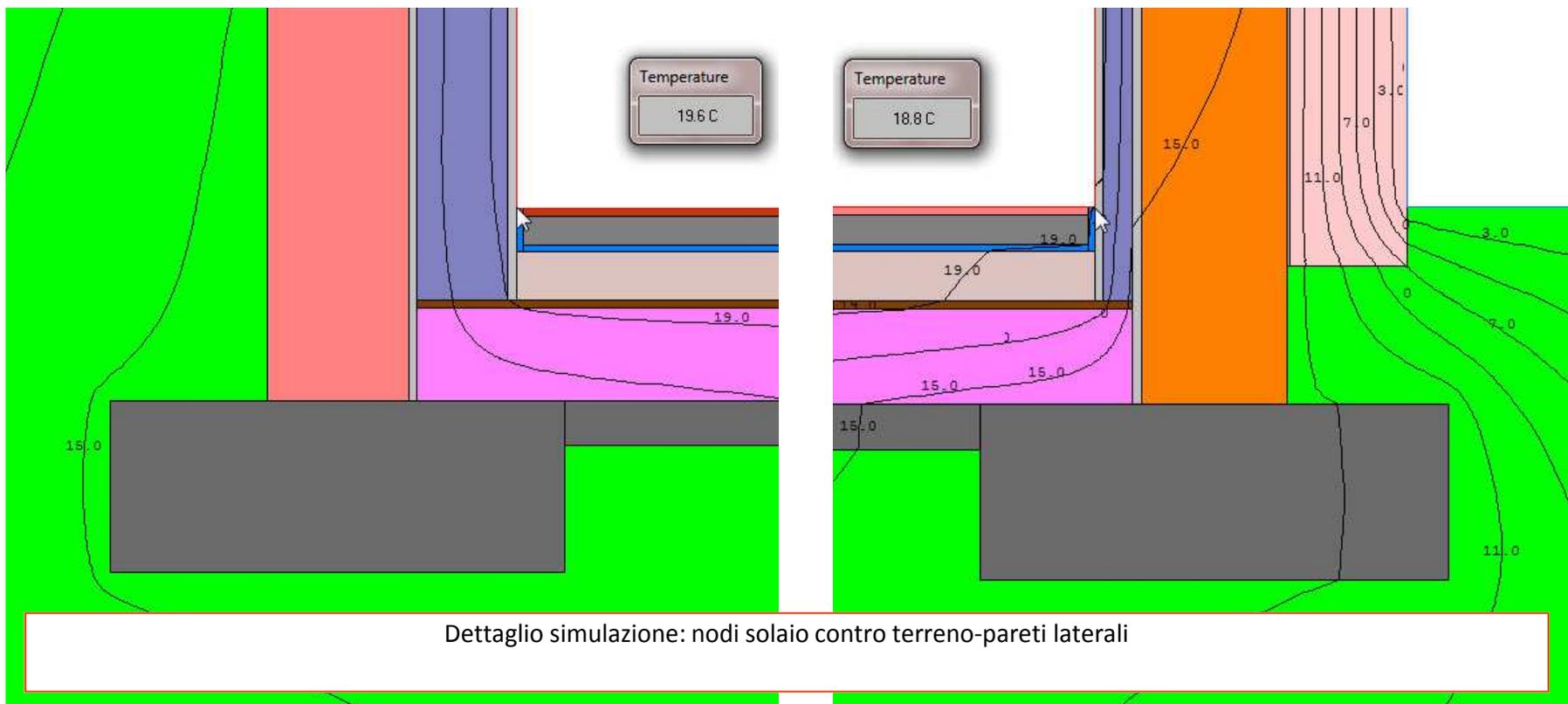
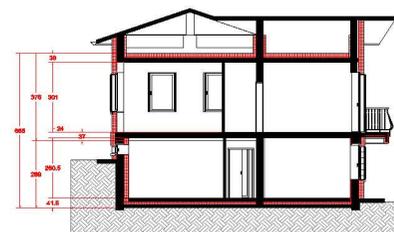
Solaio contro terreno

Dopo le demolizioni delle tramezze del piano seminterrato, restano in piedi il muro centrale di spina, più un breve tratto di muro e due pilastri di laterizio pieno in corrispondenza della scala a chiocciola (smontata durante i lavori, verrà ripristinata). In corrispondenza delle fondazioni di questi piccoli elementi si è potuto posare un solo strato di XPS, come si vede dalle foto.

Solaio contro terreno



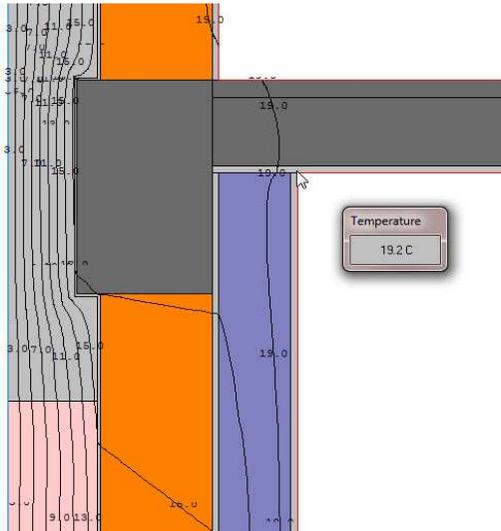
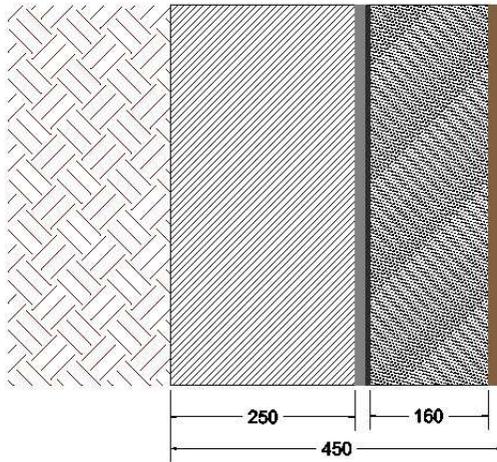
Solaio contro terreno – Parete controterra Solaio contro terreno - Parete esterna



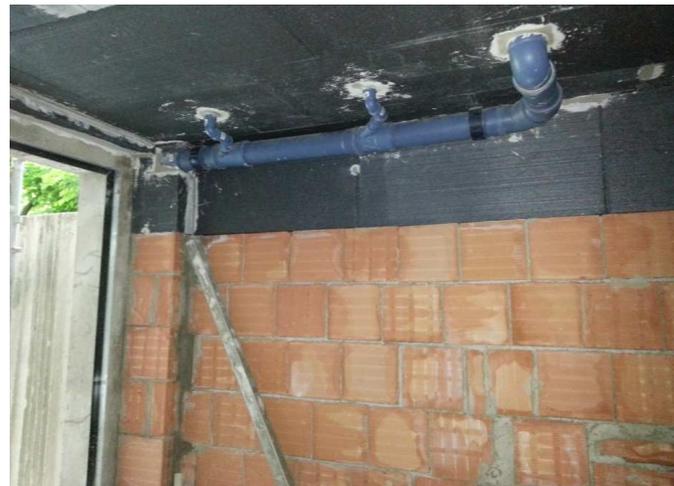
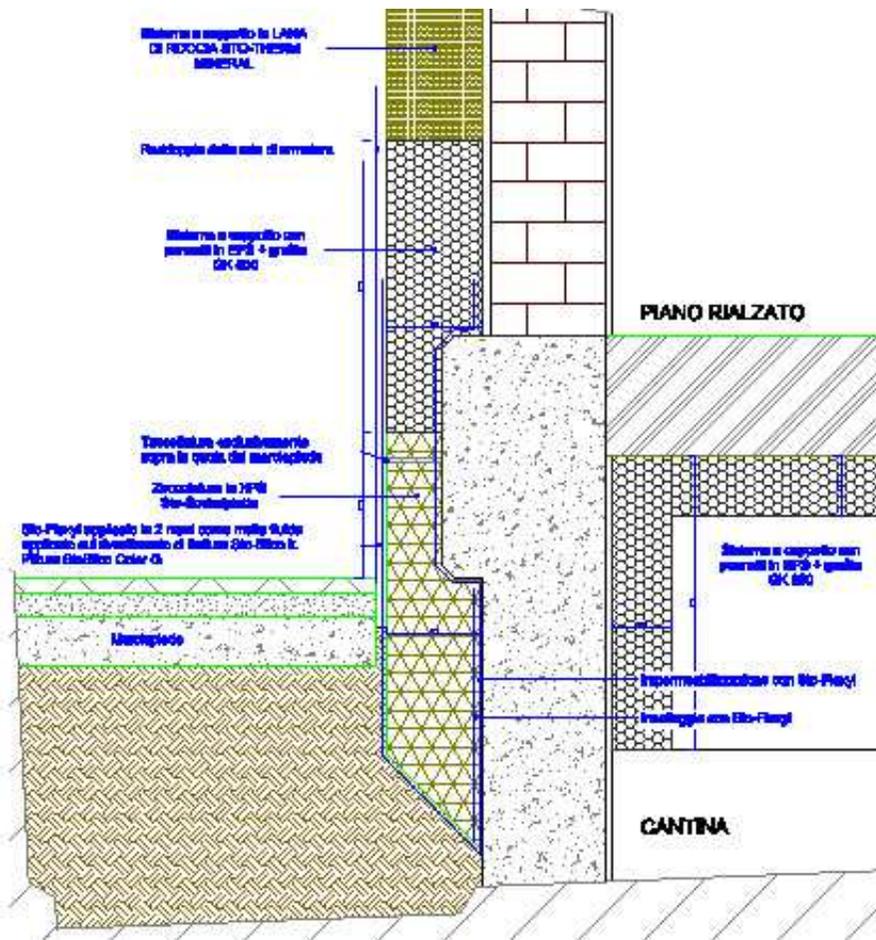
Solaio contro terreno - Parete esterna



Parete controterra



Solaio intermedio – parete esterna



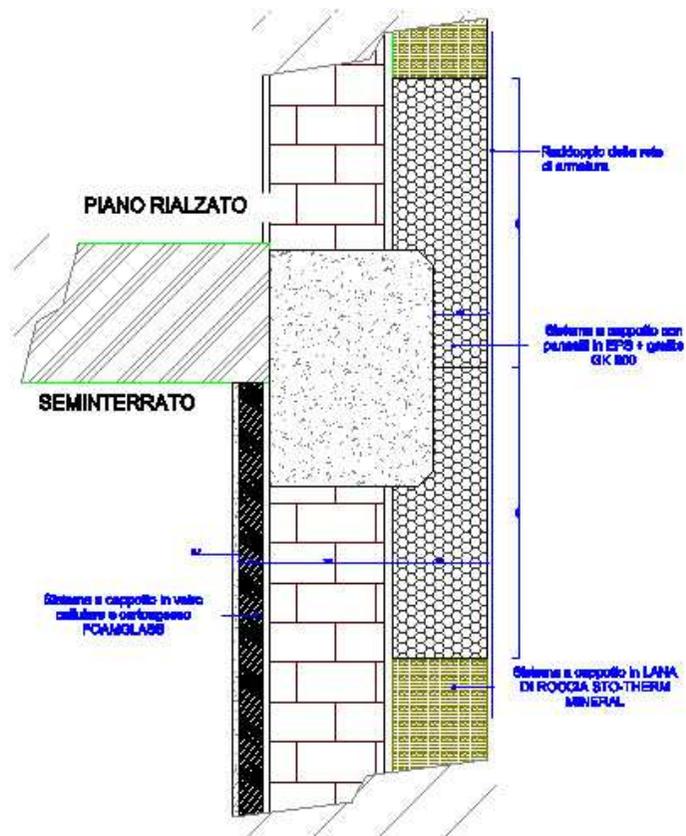
Parete esterna



Parete esterna



Parete esterna



Isolamento esterno in corrispondenza del cordolo del piano intermedio, che è sporgente rispetto al filo dei muri superiore ed inferiore: il dettaglio è stato eseguito con particolare cura della sovrapposizione dell'armatura in fibra di vetro, al fine di scongiurare fessurazioni nella zona di discontinuità.

Parete esterna



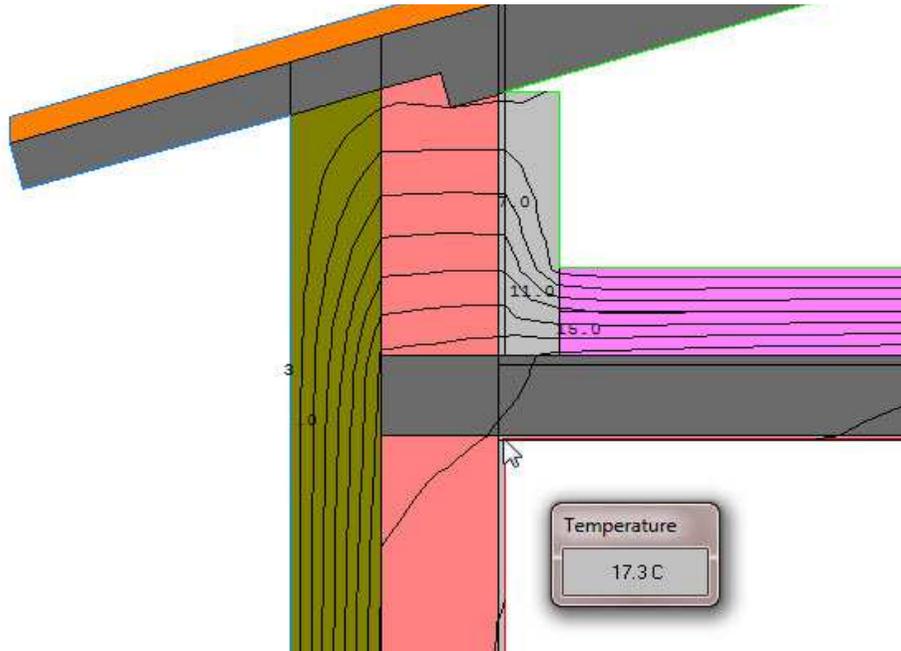
Balcone e terrazzo



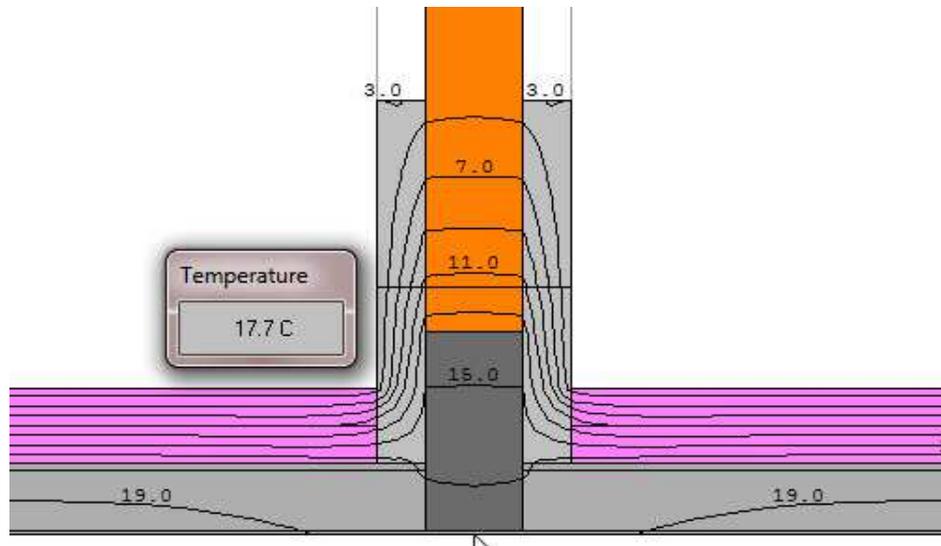
Balcone e terrazzo



Raccordo tetto - parete



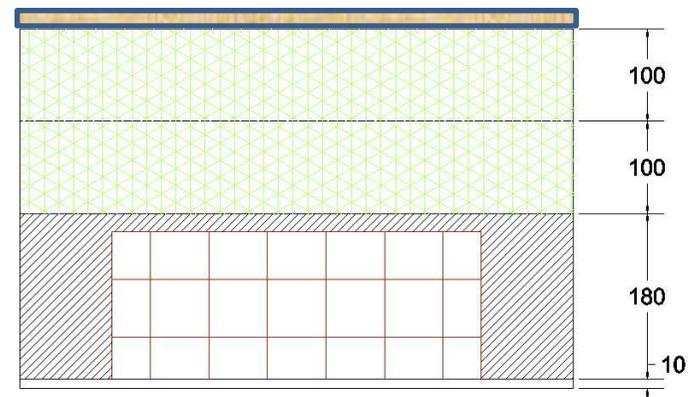
Pilastro C.A. nel sottotetto



Esempio: Ristrutturazione, CasaClima A



Solaio sottotetto



Impianti

Impianti



Impianto VMC collocato nel sottotetto, con distribuzione che arriva anche al piano seminterrato



Esempio: Ristrutturazione, CasaClima A



Impianti

Impianto radiante a parete, distribuzione fal soffitto al piano rialzato e dal pavimento a I piano seminterrato

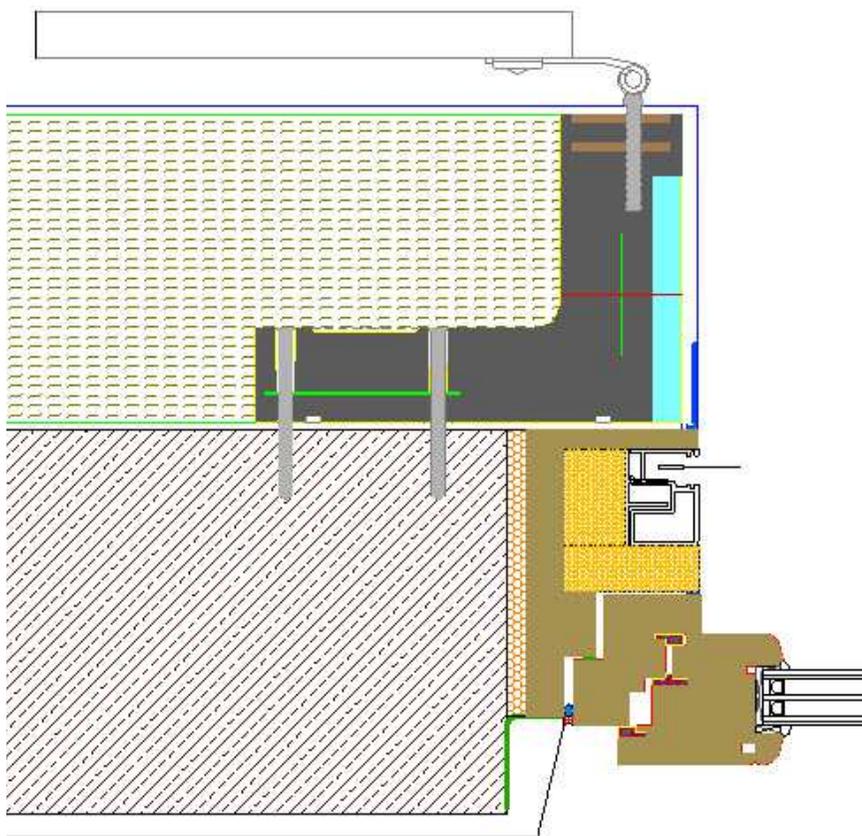
Piano Rialzato



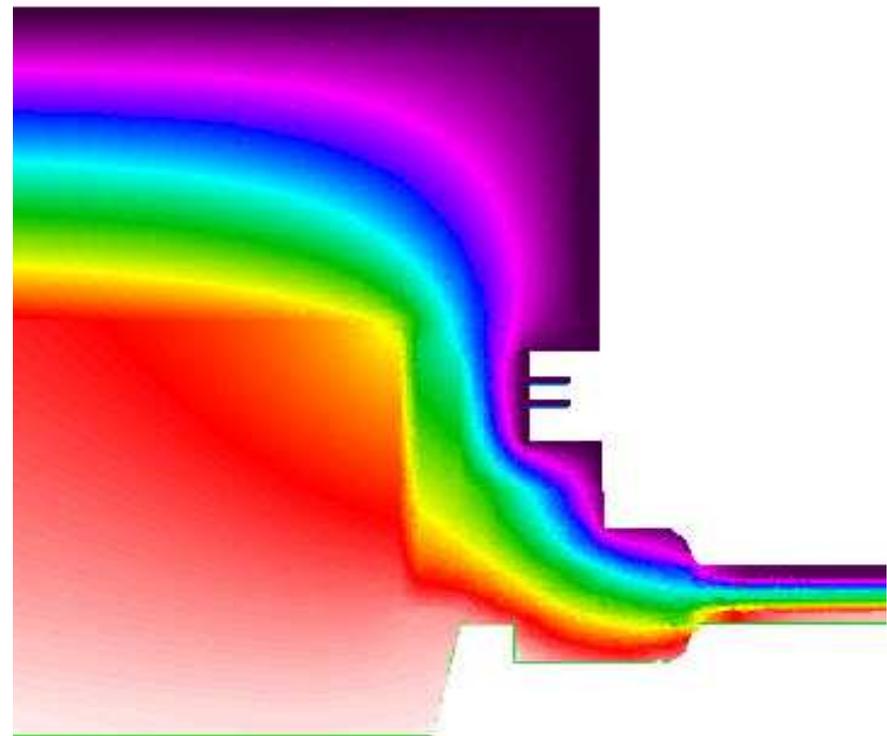
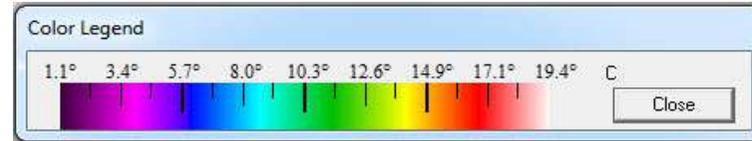
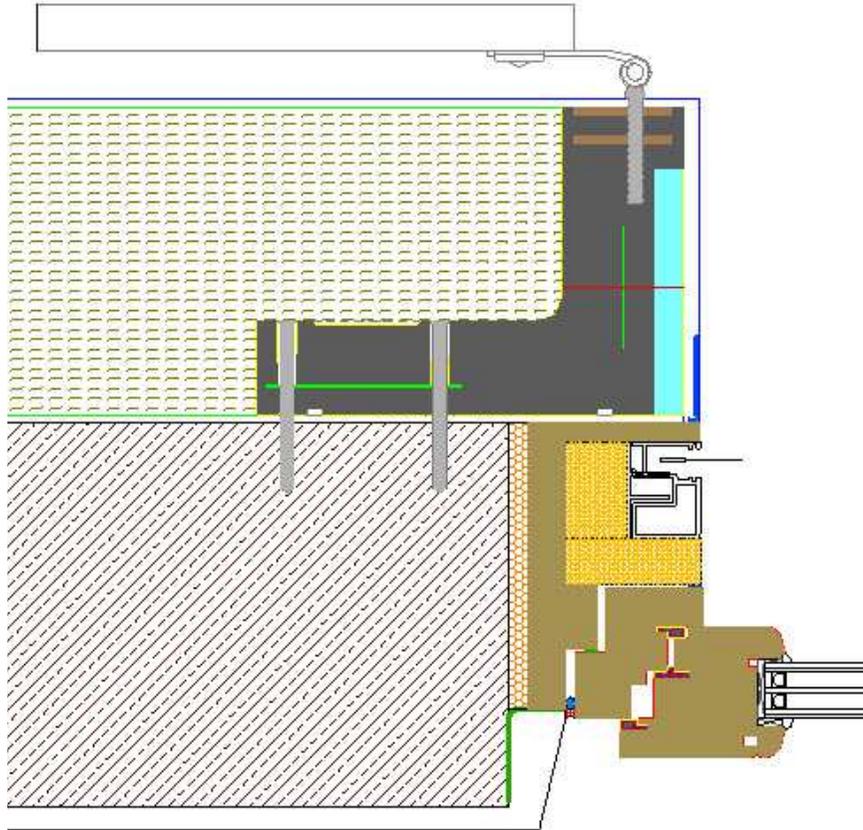
Piano Seminterrato

Finestre

Uf 1,4 W/m²K (71/80 mm abete)
Ug 0,7 W/m²K (3 strati, low-e., argon, warm-edge)



Finestre



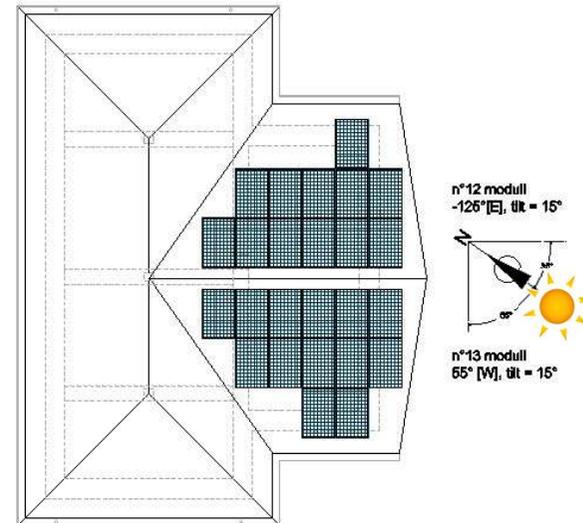
Finestre



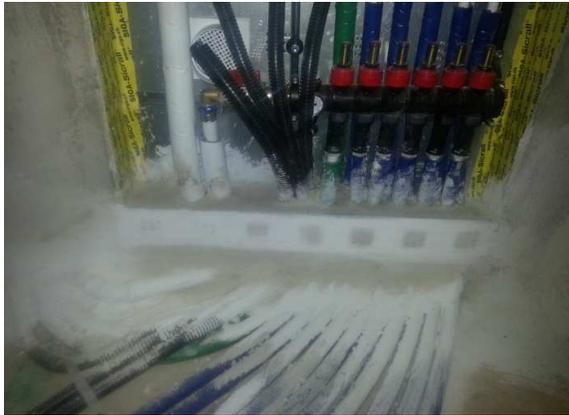
Impianti



Impianti



BlowerDoor Test



$$n_{50} = 0,52 \text{ h}^{-1}$$



Esempio: Ristrutturazione, CasaClima A



I costi complessivi per l'energia sono risultati praticamente nulli...

IMPORTO LAVORI GENERALE

Lavori edili:	€ 135.000,00 +
Impiantistica (elettrico, FV, idrico-sanitario, PDC, VMC):	€ 48.000,00 +
Serramenti (esterni, interni):	€ 46.500,00 =

€ 229.500,00

Somme a disposizione (IVA, spese tecniche, Certificazione CasaClima):	€ 57.500,00
--	--------------------

TOTALE € 287.000,00
(IVA inclusa, VAT- included)

Esempio: Ristrutturazione, CasaClima A

CALCOLO DEL COSTO PARAMETRICO DELL'INTERVENTO

TOTALE (tutto incluso: spese tecniche, iva, ...) = € 287.000,00

SUPERFICI

Superficie lorda totale dei due piani dell'edificio:	mq. 235,00
Superficie netta calpestabile dei due piani dell'edificio:	mq. 178,00
Superficie calpestabile di terrazza e balcone:	mq. 26,67

Superficie lorda parametrata complessiva:

(tot. Sup. lorda + sup. balconi da computarsi al 30%) = mq. 243,00

Costo dell'intervento riferito alla superficie **lorda** parametrata:

$(€ 287.000,00 : mq. 243,00) = € / mq. 1.181,07$

Superficie netta parametrata complessiva:

(tot. Sup. netta + sup. balconi da computarsi al 30%) = mq. 186,00

Costo dell'intervento riferito alla superficie **netta** parametrata:

$(€ 287.000,00 : mq. 186,00) = € / mq. 1.543,01$

Esempio: SOSTITUZIONE FINESTRE + CAPPOTTO



il Committente è imprenditore agricolo e la casa ha un utilizzo abbastanza intenso, essendo abitata da tre generazioni della famiglia e contenendo anche un piccolo laboratorio di maglieria.

Progetto e D.L.

Arch. Gabriele Ferri, Castelnuovo né Monti (RE)

Ing. Gian Carlo Benassi, Reggio Emilia

Esempio: SOSTITUZIONE FINESTRE + CAPPOTTO

La richiesta del Committente è orientata alla semplicità ed economia dell'operazione.
Sono presenti fenomeni di muffa e di discomfort, oltre ai costi energetici per riscaldamento e acs, relativi ad un consumo che supera anche i 5000 mc di metano all'anno.
Risolvere le problematiche esistenti da muffa ed infiltrazione.

L'obiettivo di fondo è sempre quello di mantenere il valore della casa, patrimonio di famiglia.



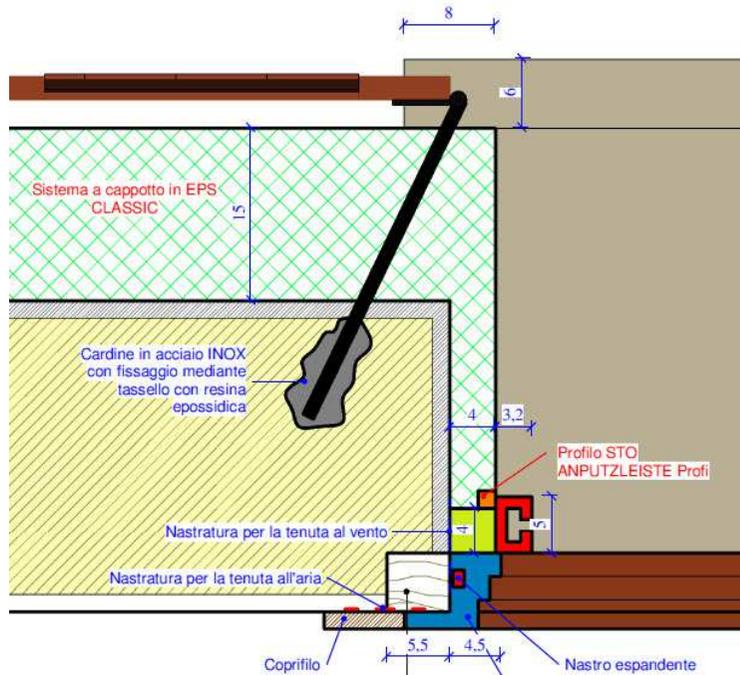
Esempio: SOSTITUZIONE FINESTRE + CAPPOTTO



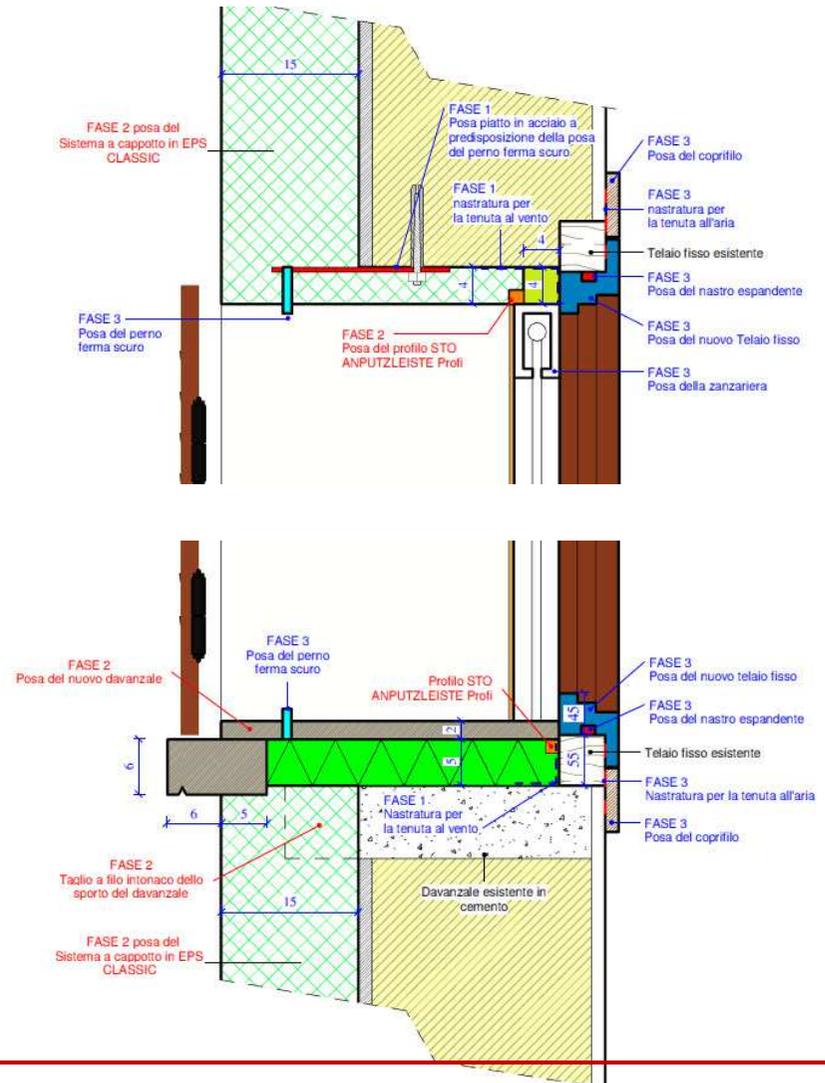
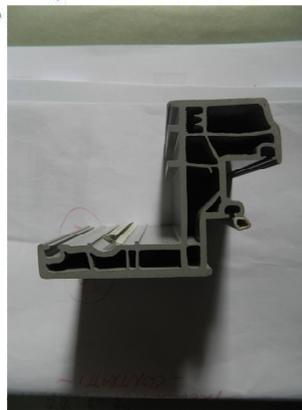
Mettere ordine alle facciate, che presentavano sia persiane che avvolgibili.

Per gli infissi sono state utilizzate tecniche e materiali piuttosto semplici, ma perseguendo una posa il più possibile corretta sotto il profilo delle tenute funzionali.

Esempio: SOSTITUZIONE FINESTRE + CAPPOTTO



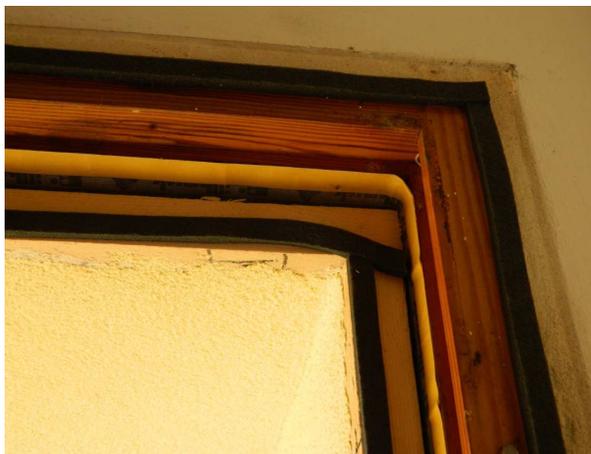
Uf 1,4 W/m²K (pvc)
Ug 1,1 W/m²K
(2 strati, low-e., argon, warm-edge)

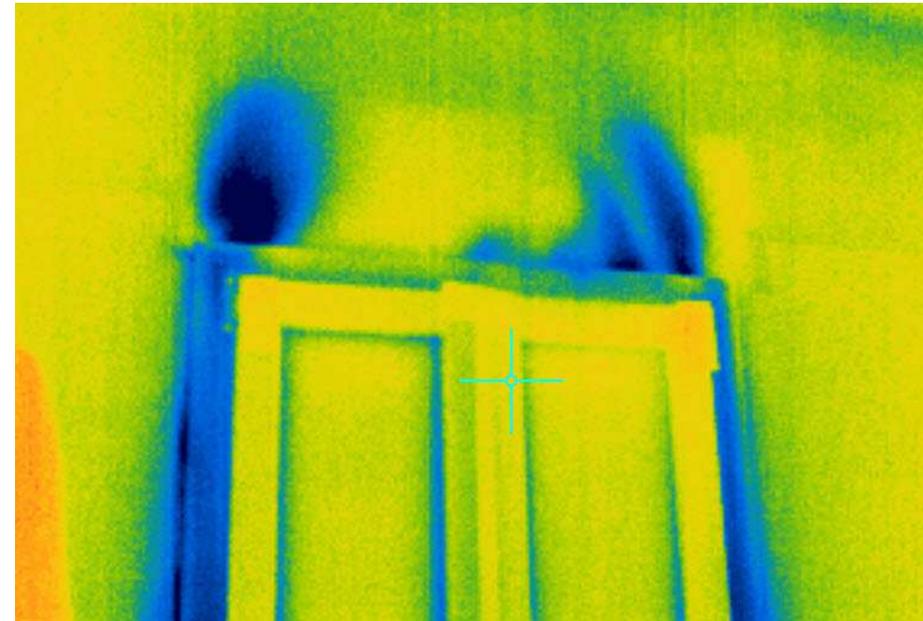


Esempio: SOSTITUZIONE FINESTRE + CAPPOTTO



Esempio: SOSTITUZIONE FINESTRE + CAPPOTTO





Qualche problema da correggere: lo si scova col blowerdoor...

Esempio: SOSTITUZIONE FINESTRE + CAPPOTTO



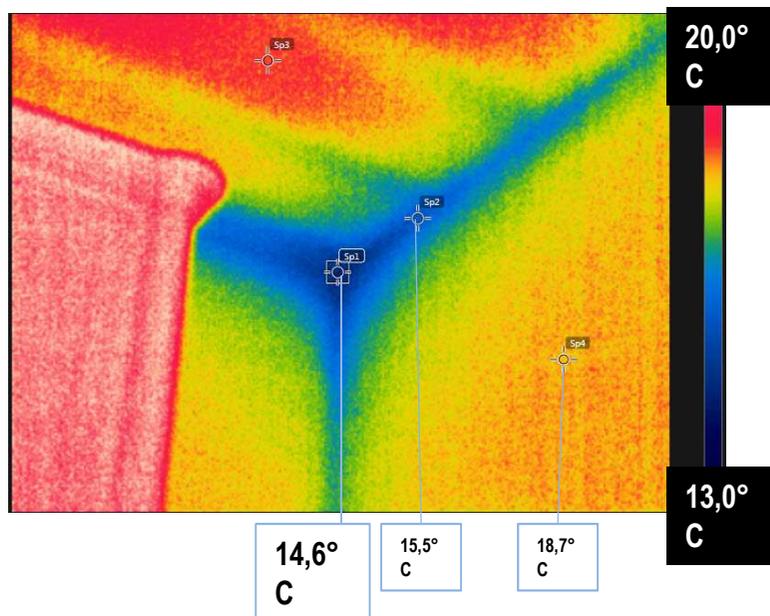
Il sottotetto era già stato precedentemente isolato con 8 cm di poliuretano, quindi si è fatto realizzare solo un bordo di correzione dei ponti termici



Esempio: SOSTITUZIONE FINESTRE + CAPPOTTO

Una volta ripuliti a fondo i muri interni, la muffa non si è ripresentata. Tuttavia dai rilievi ambientali effettuati si osserva una certa difficoltà a mantenere un'arieggiatura sufficiente e un tasso di umidità meno pericoloso per i punti deboli dell'isolamento.

La soddisfazione è comunque molto elevata per il comfort ed il risparmio (3300-3400 mc in meno di metano, e senza interventi –necessari- sulla regolazione))

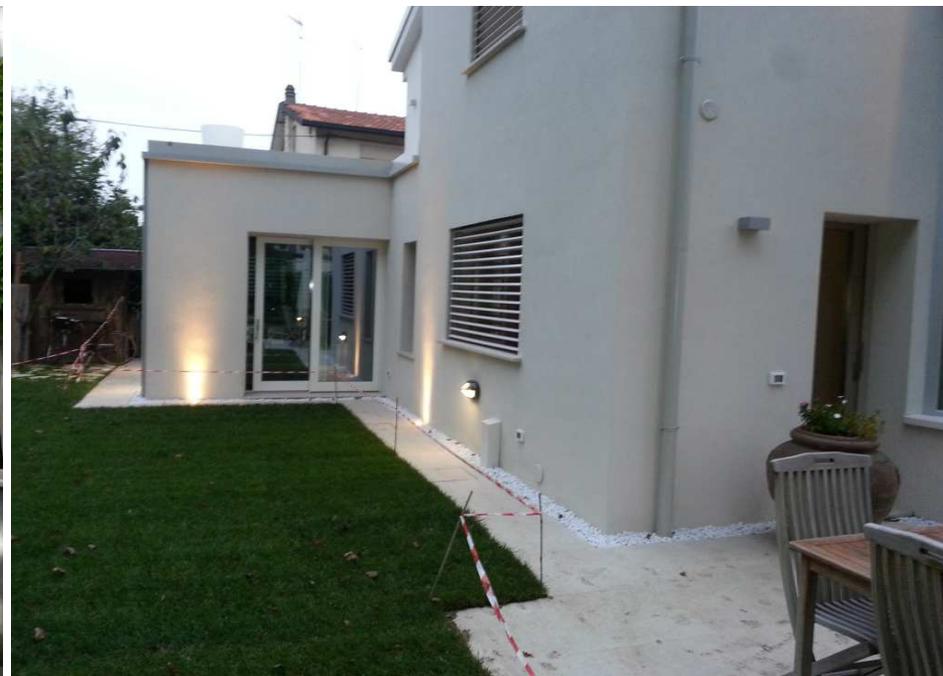
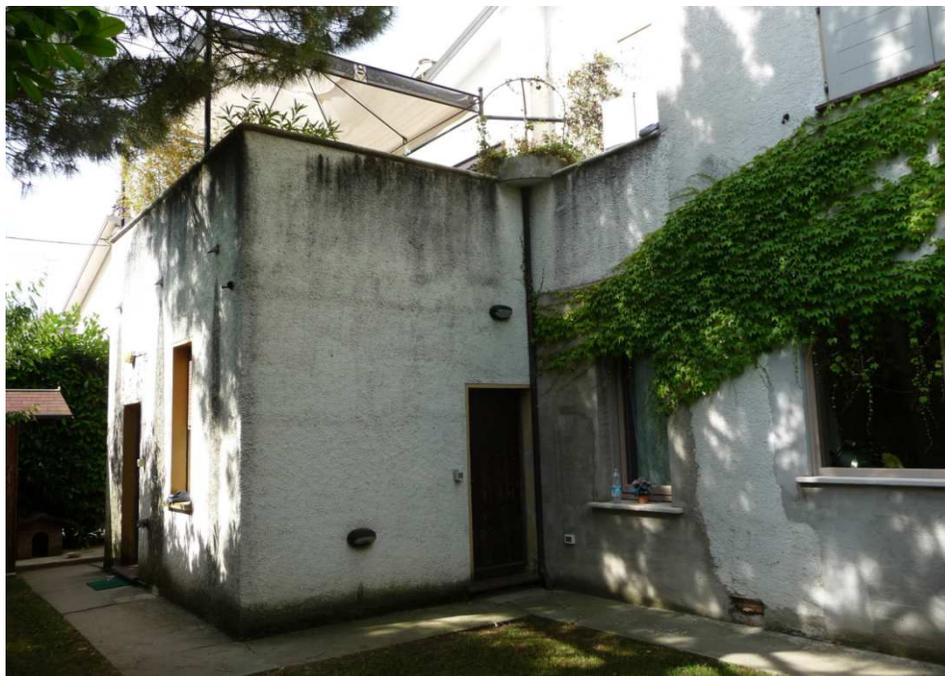




Progetto e DL:
Arch. Antonio Medici, Suzzara (MN)

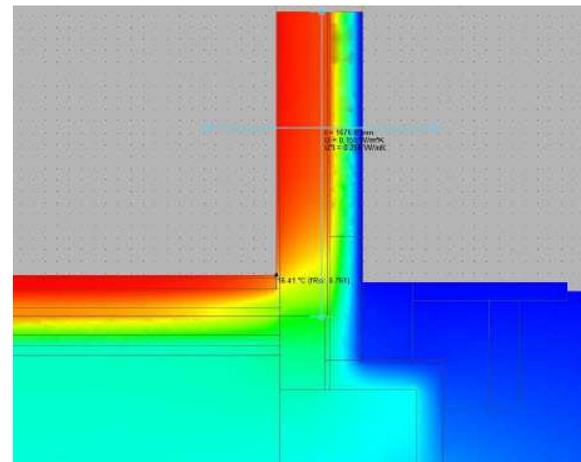
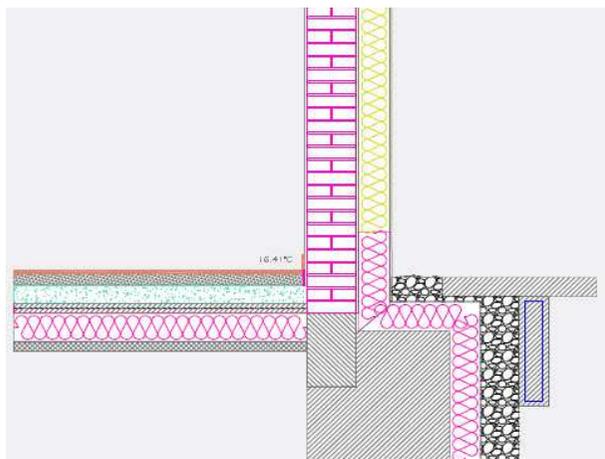


Consulenza alla DL, controllo qualità esecuzione:
Ing. Gian Carlo Benassi, Reggio Emilia



La casa è abitata. L'intervento prevede l'isolamento a cappotto delle pareti e del tetto, oltre alla sistemazione di tutti gli oscuranti. Il proprietario è un produttore di serramenti...

Esempio: RISTRUTTURAZIONE di casa mono/bifamiliare



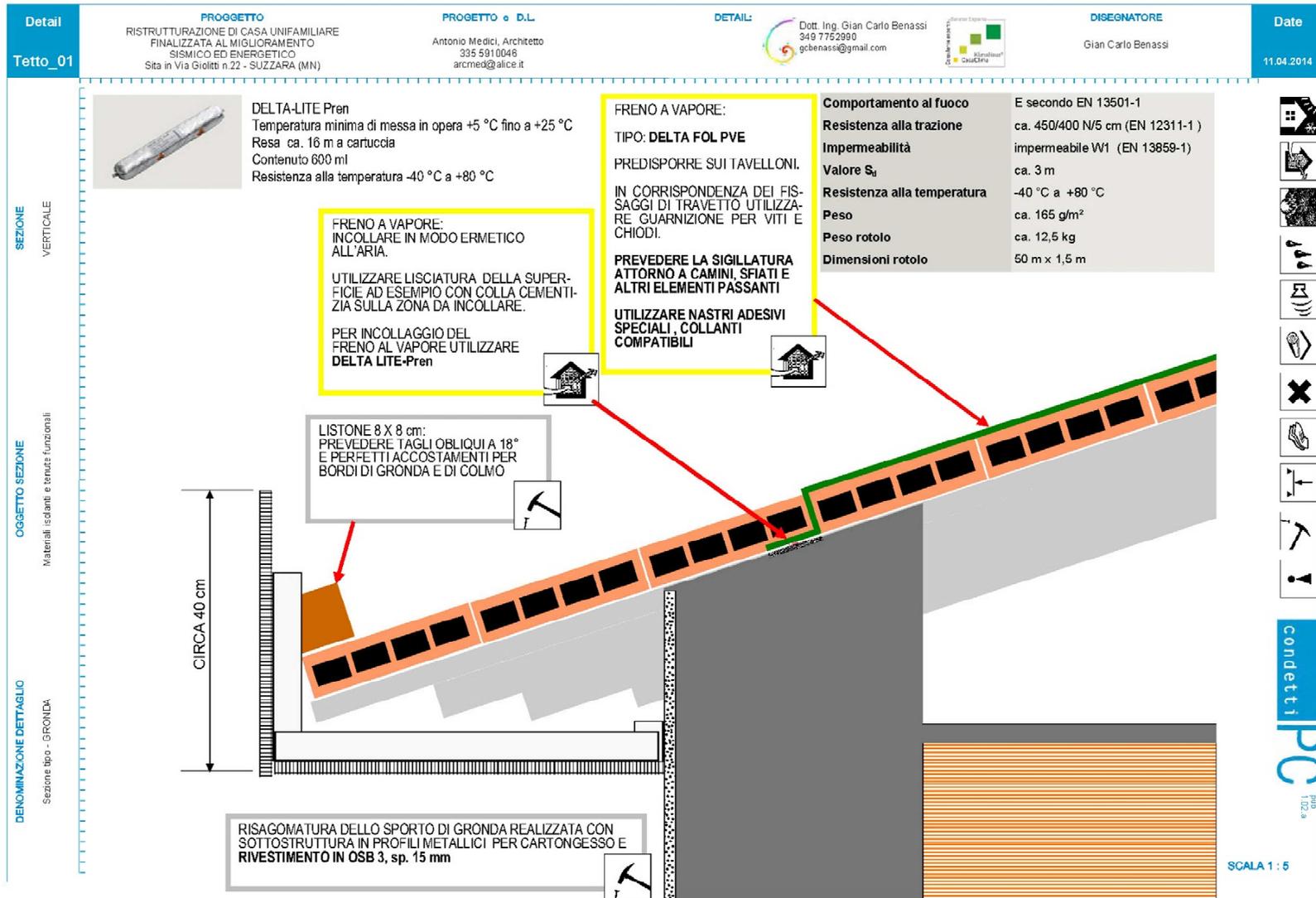


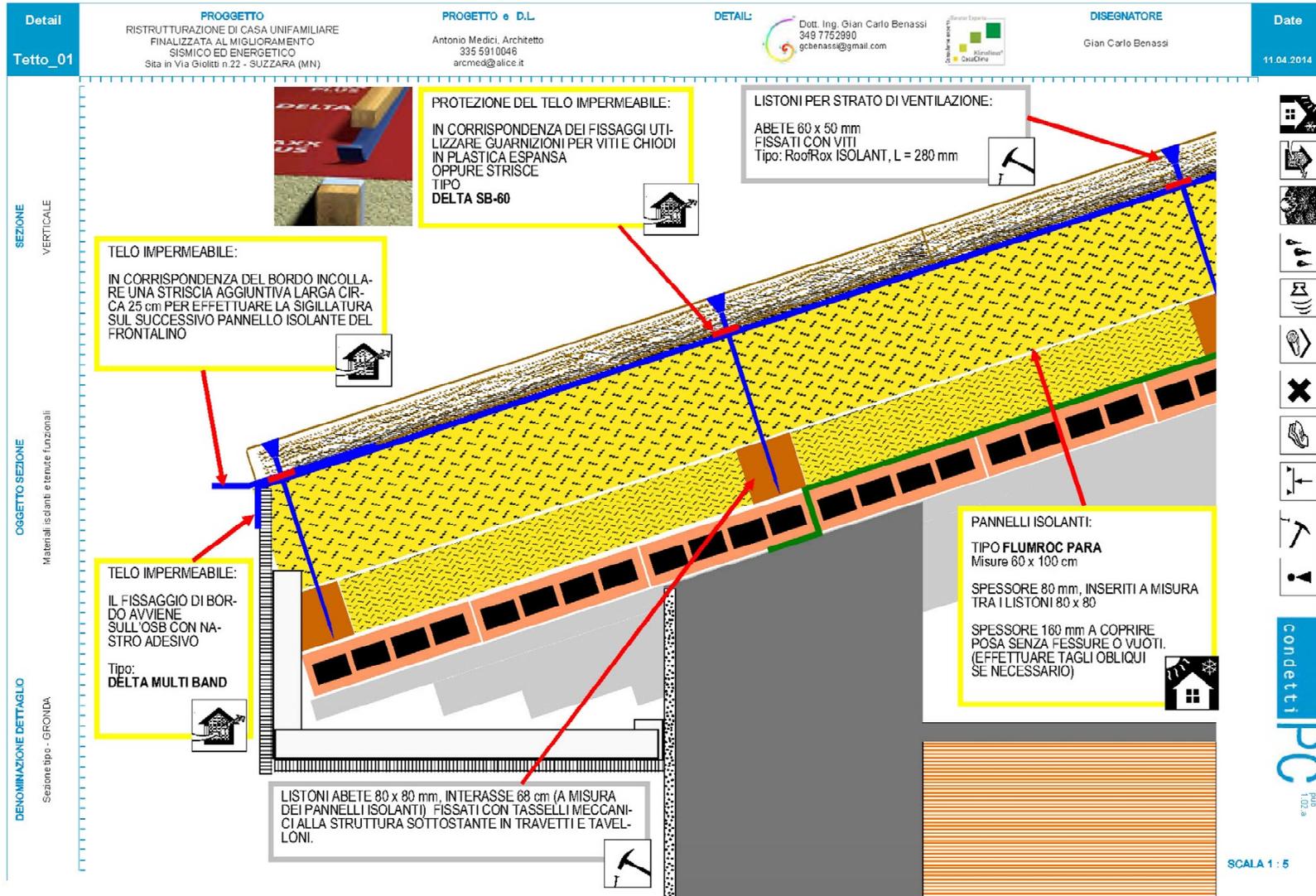
Esempio: RISTRUTTURAZIONE di casa mono/bifamiliare

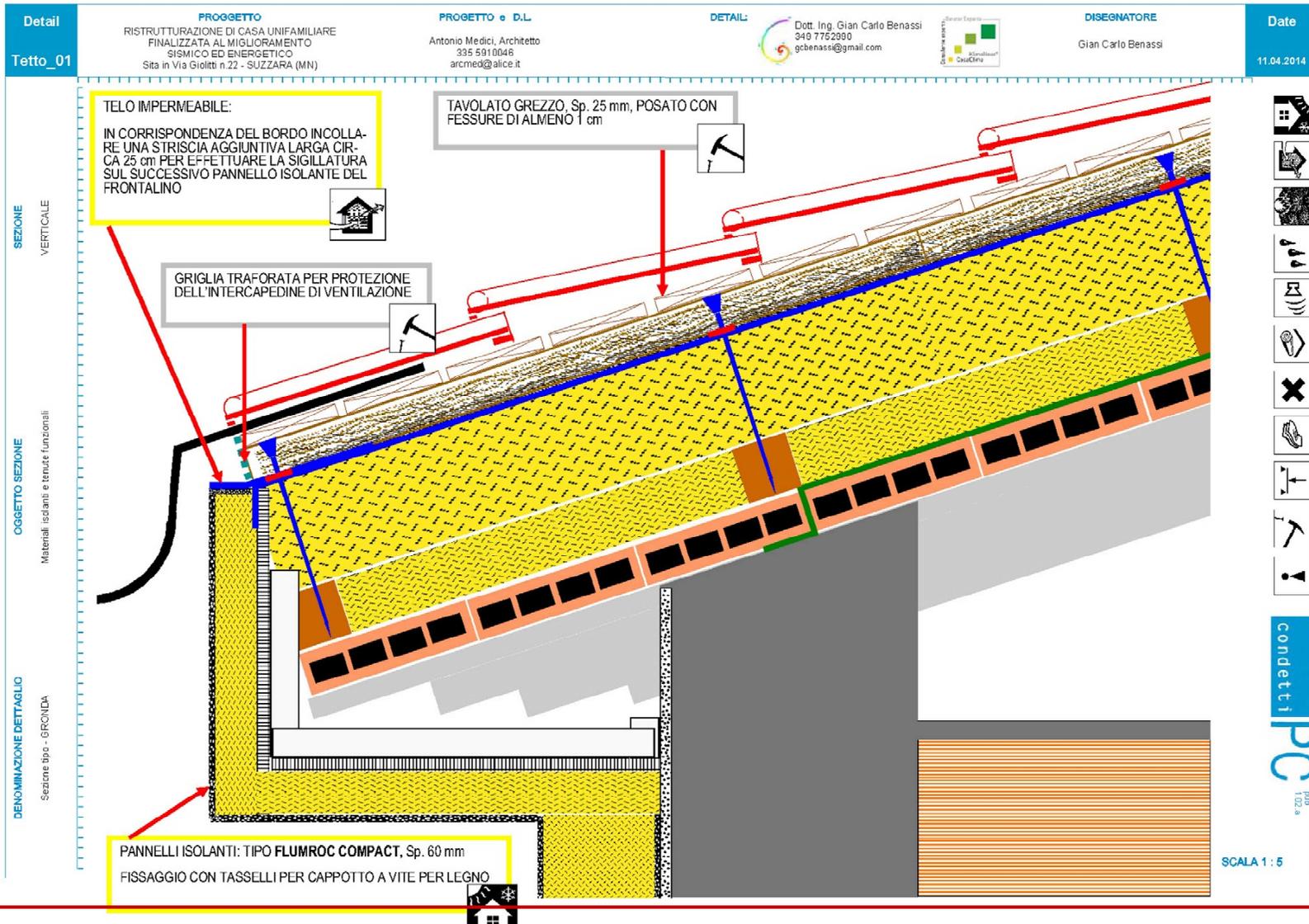


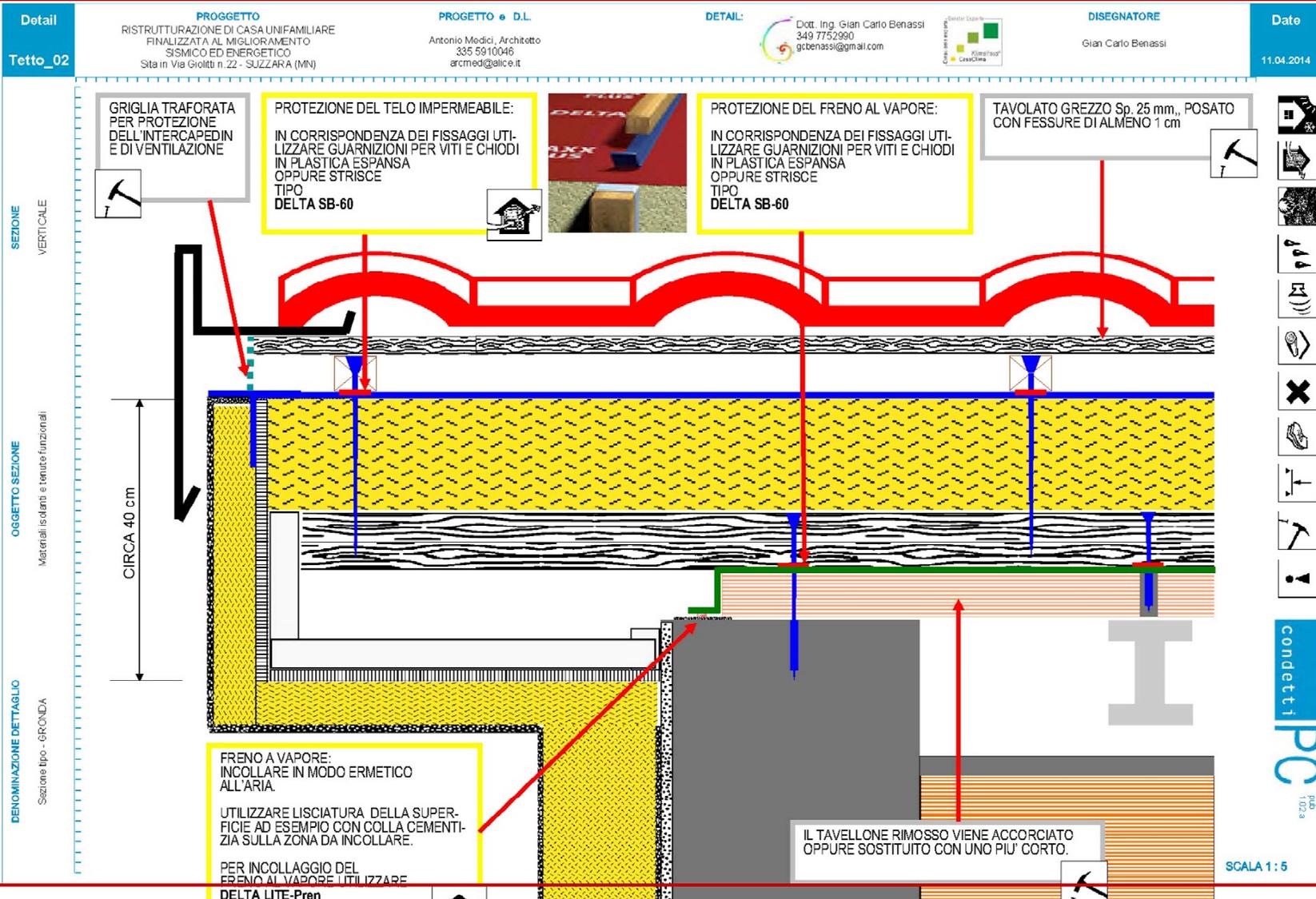
Esempio: RISTRUTTURAZIONE di casa mono/bifamiliare











Esempio: RISTRUTTURAZIONE di casa mono/bifamiliare

PROGETTO
RISTRUTTURAZIONE DI CASA UNIFAMILIARE
FINALIZZATA AL MIGLIORAMENTO
SISMICO ED ENERGETICO

PROGETTO
Antonio Medici, Architetto
335 5910048
www.medici.it

DESIGNER
Dott. Ing. Gian Carlo Benassi
349 7752990
gcbenassi@gmail.com

Gian Carlo Benassi

Date

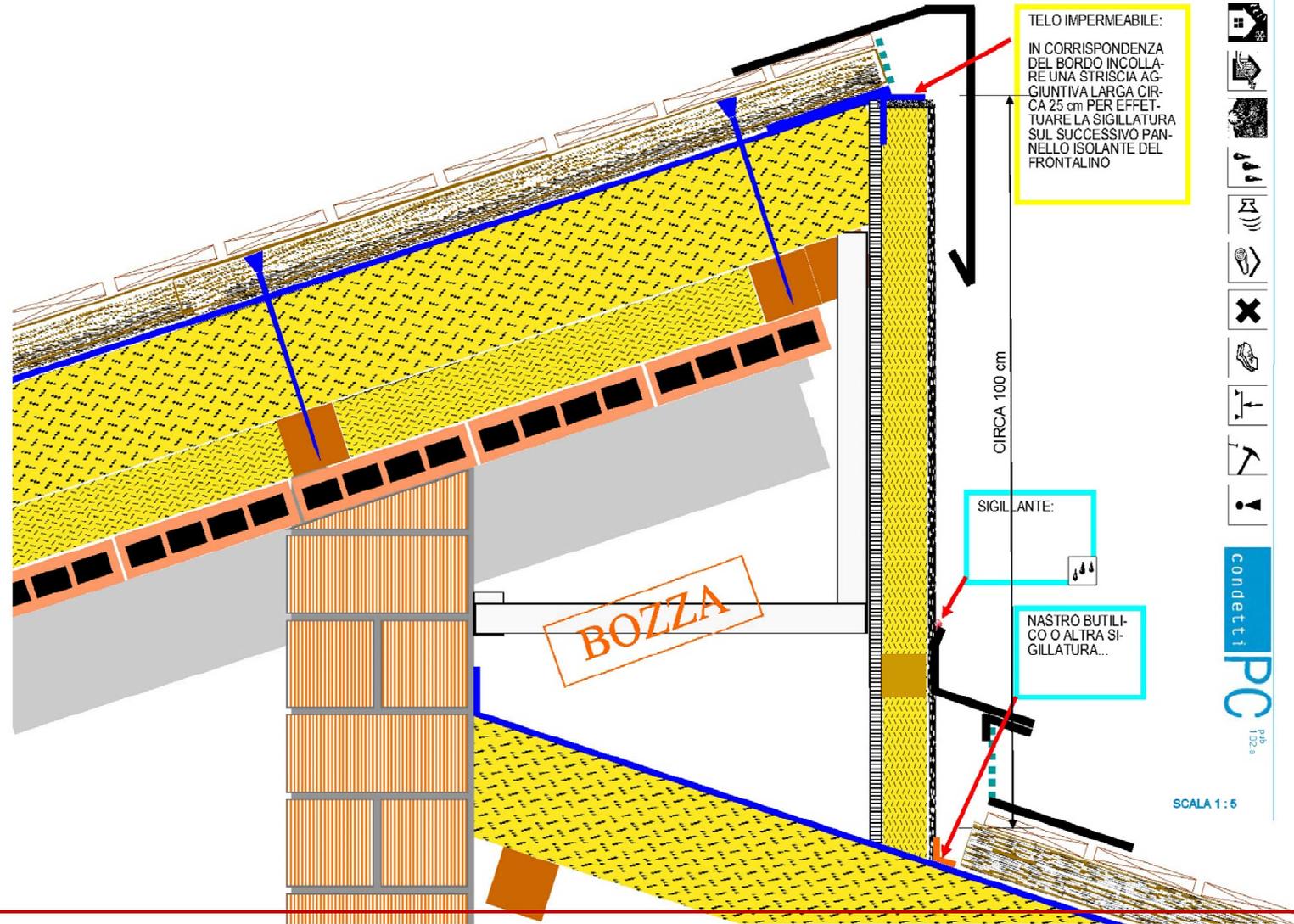
11.04.2014

Tetto_03

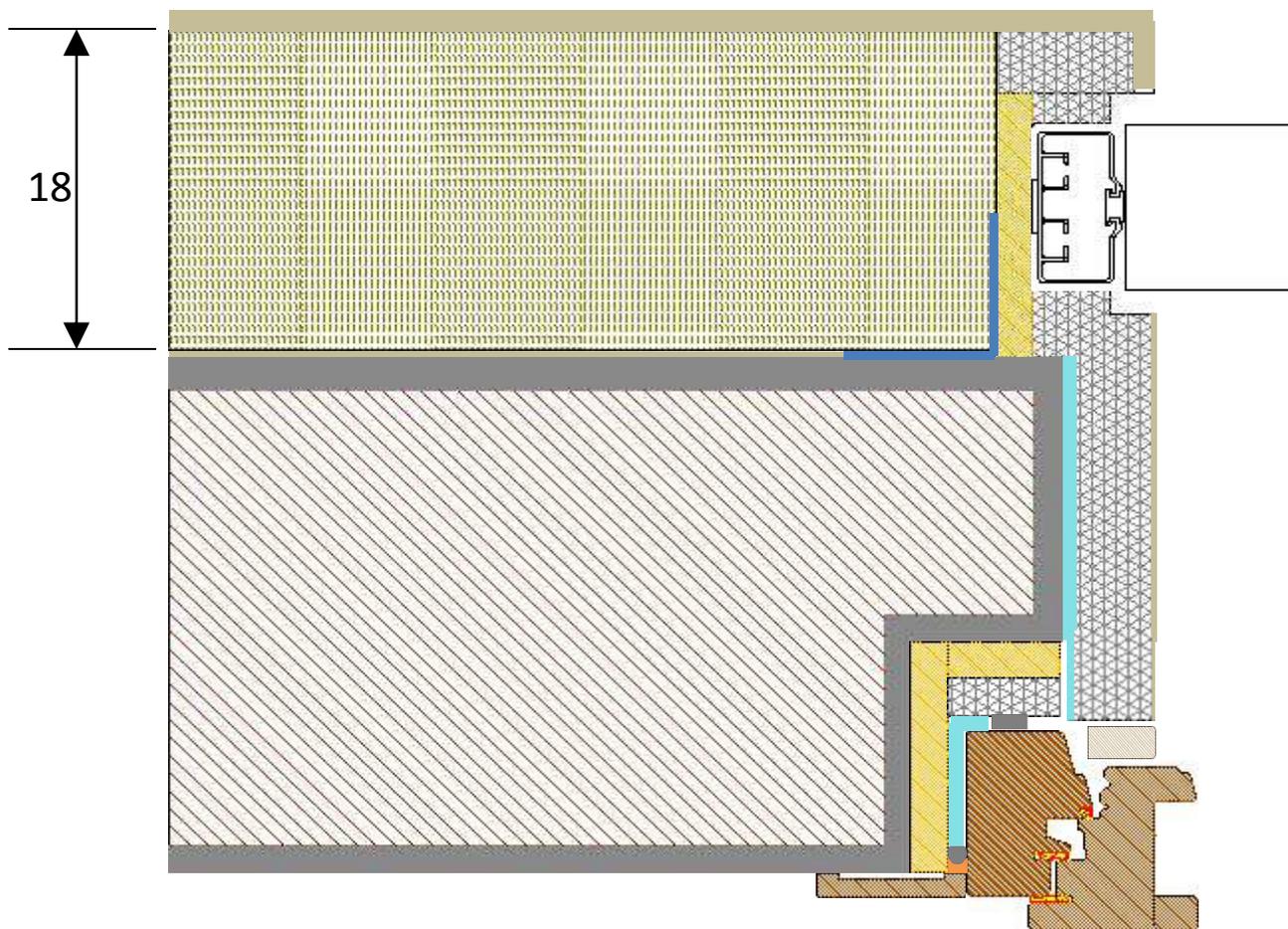
SEZIONE
VERTICALE

OGGETTO SEZIONE
Materiali isolanti e tenuta funzionali

DENOMINAZIONE DETTAGLIO
Sezione tipo - COLMC



condetti
PC
pub 102a







Esempio: RISTRUTTURAZIONE di casa mono/bifamiliare





Grazie per l'attenzione!