

LA FISICA TECNICA DEGLI EDIFICI IN LEGNO

«“ACQUA: L'IMPORTANZA DI
UNA CORRETTA CONCEZIONE DEI NODI STRUTTURALI””».»



conlegno
consorzio servizi legno sughero



INTRO

- 
- **Da dove può prevenire l'acqua?**
 - **Come viene trasportata l'acqua all'interno dell'edificio?**
 - **Come può essere controllato il "carico di umidità"?**
 - **Come può essere rimosso il "carico di umidità"?**

INTRO

Cosa chiediamo ai nostri edifici?

Prestazioni

Durabilità

Efficienza
energetica

Comfort

Courtesy @Studio TAAUT VENTURA – Passivhaus Pichler

PUNTI DI FORZA

Prestazioni
Termiche

Prestazioni
meccaniche

«Tecnologia antica
ed innovativa»

...e gli edifici in legno?

Courtesy @IF_DO Architect

PUNTI DI «DEBOLEZZA»

Materiale
igroscopico

Composto
organico

Combustibilità'

...e gli edifici in legno?

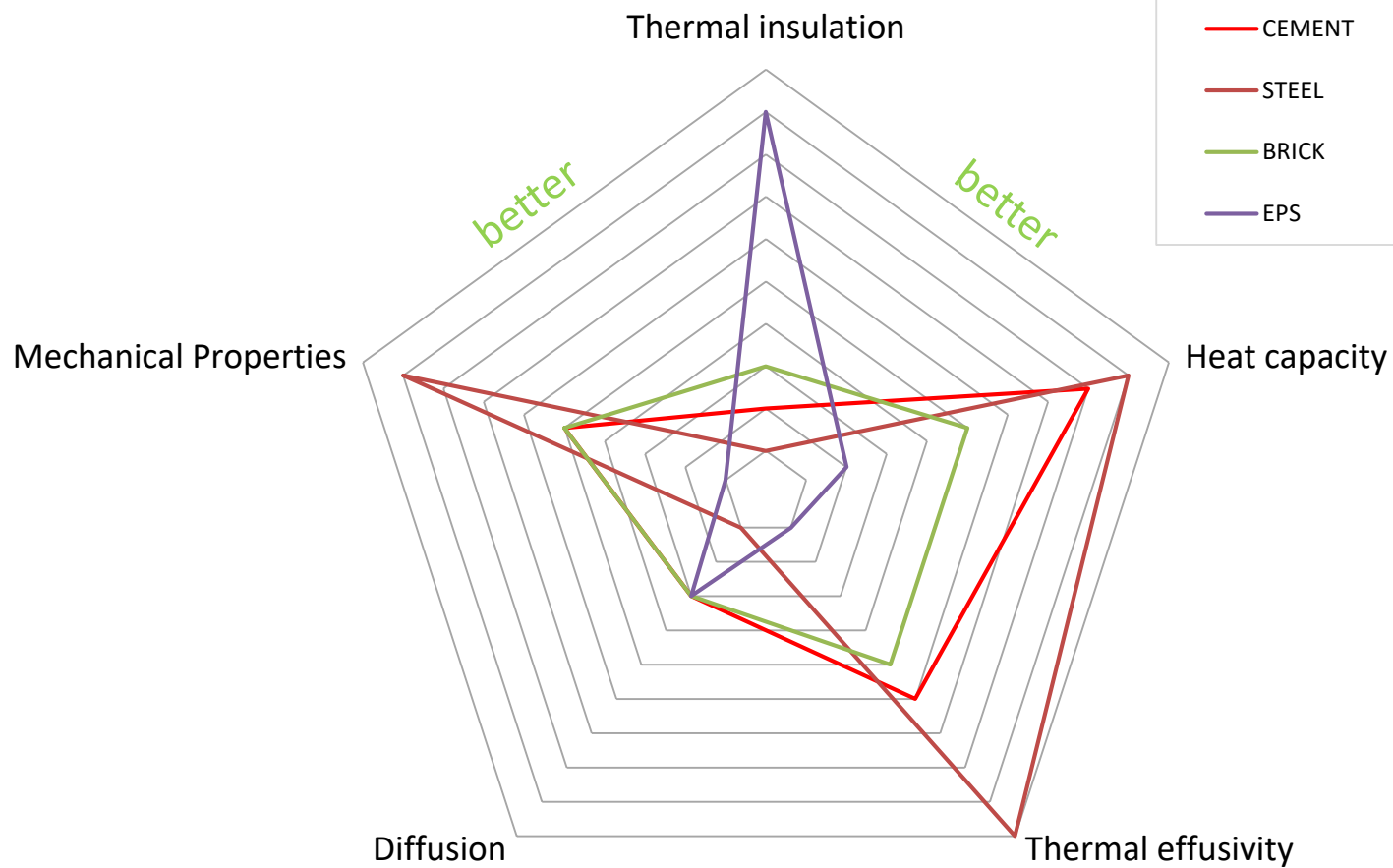
A photograph of a modern building with a light-colored wooden facade. The building features a central courtyard with a green lawn. The structure is composed of vertical wooden columns and horizontal wooden beams, creating a grid-like pattern. Large windows are visible on the upper floors. The sky is clear and blue. The text "THERMAL DESIGN" is overlaid in large white letters.

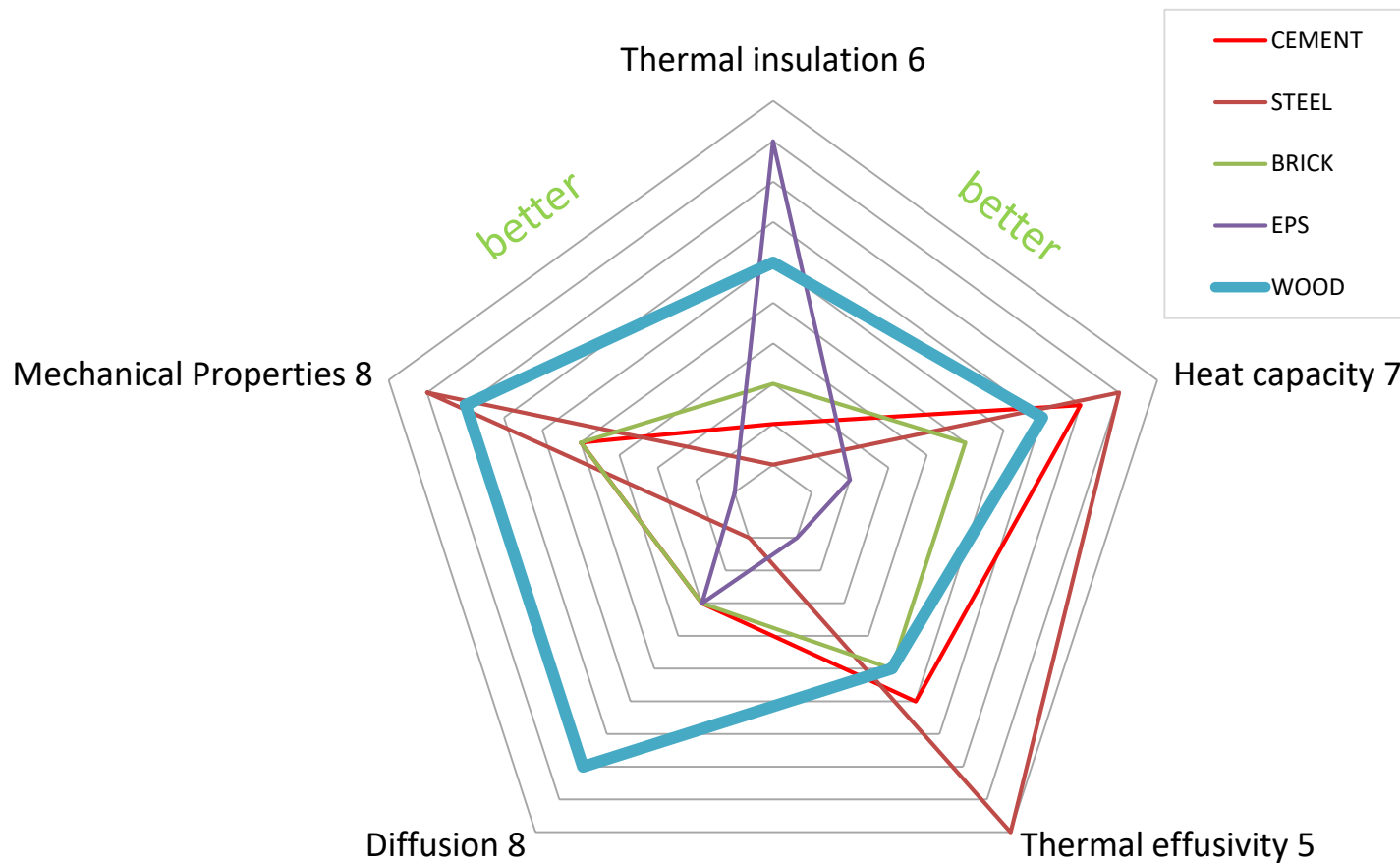
"THERMAL DESIGN"

Courtesy ©IF_DO Architect



“MOISTURE DESIGN”







INTRO

Structural design

Thermal insulation

airtightness

Fire protection

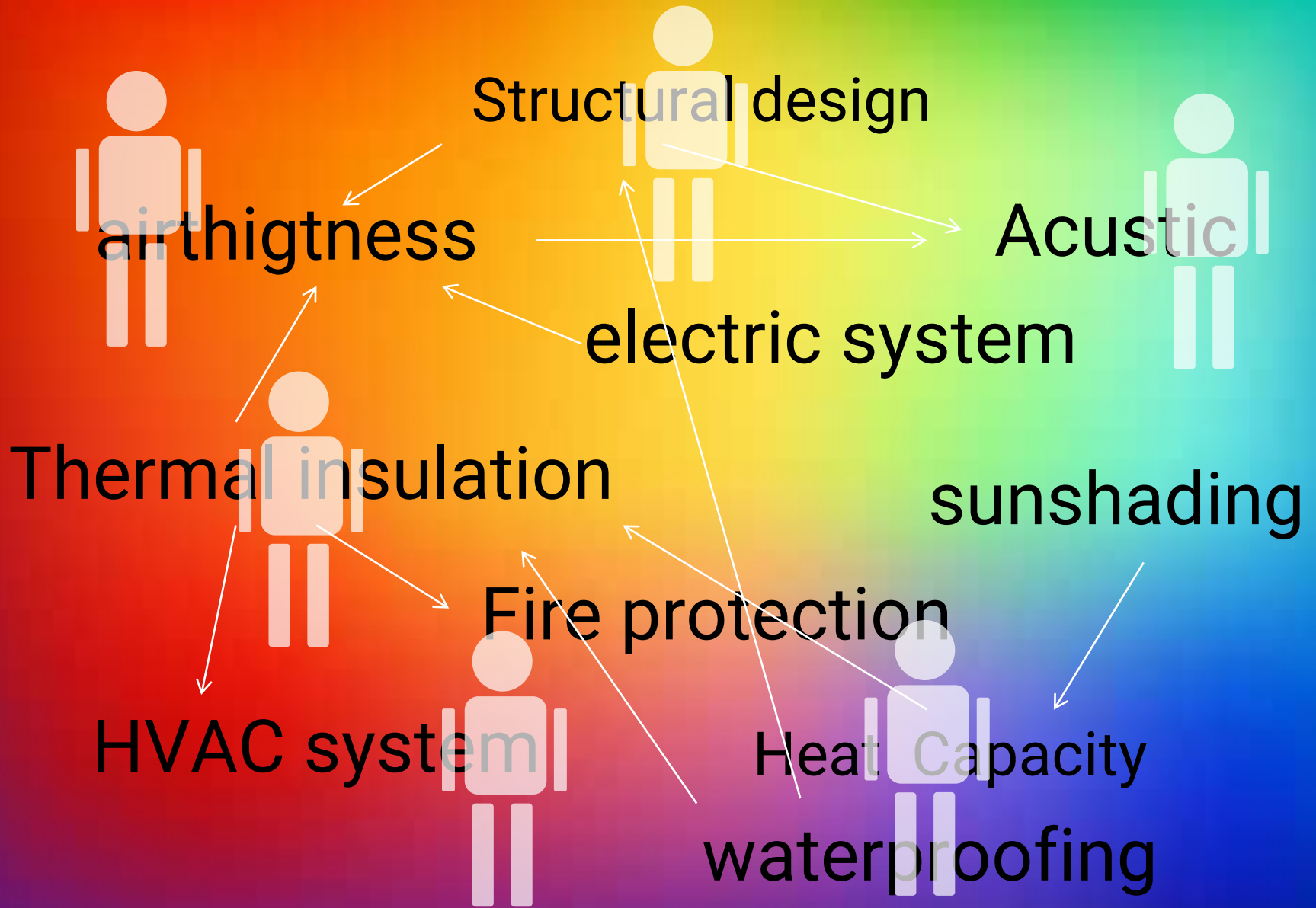
waterproofing

HVAC system

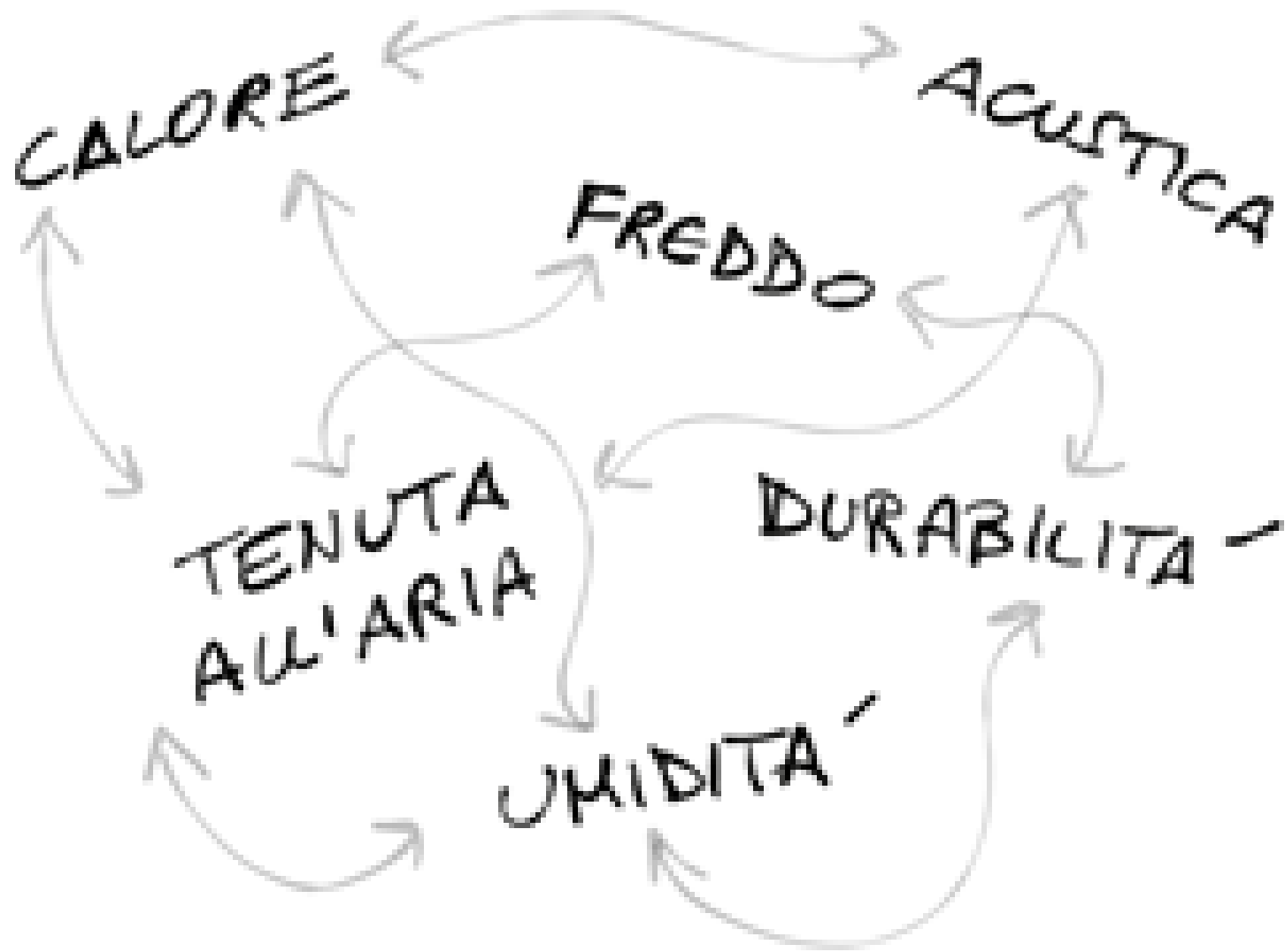
electric system

Acoustic

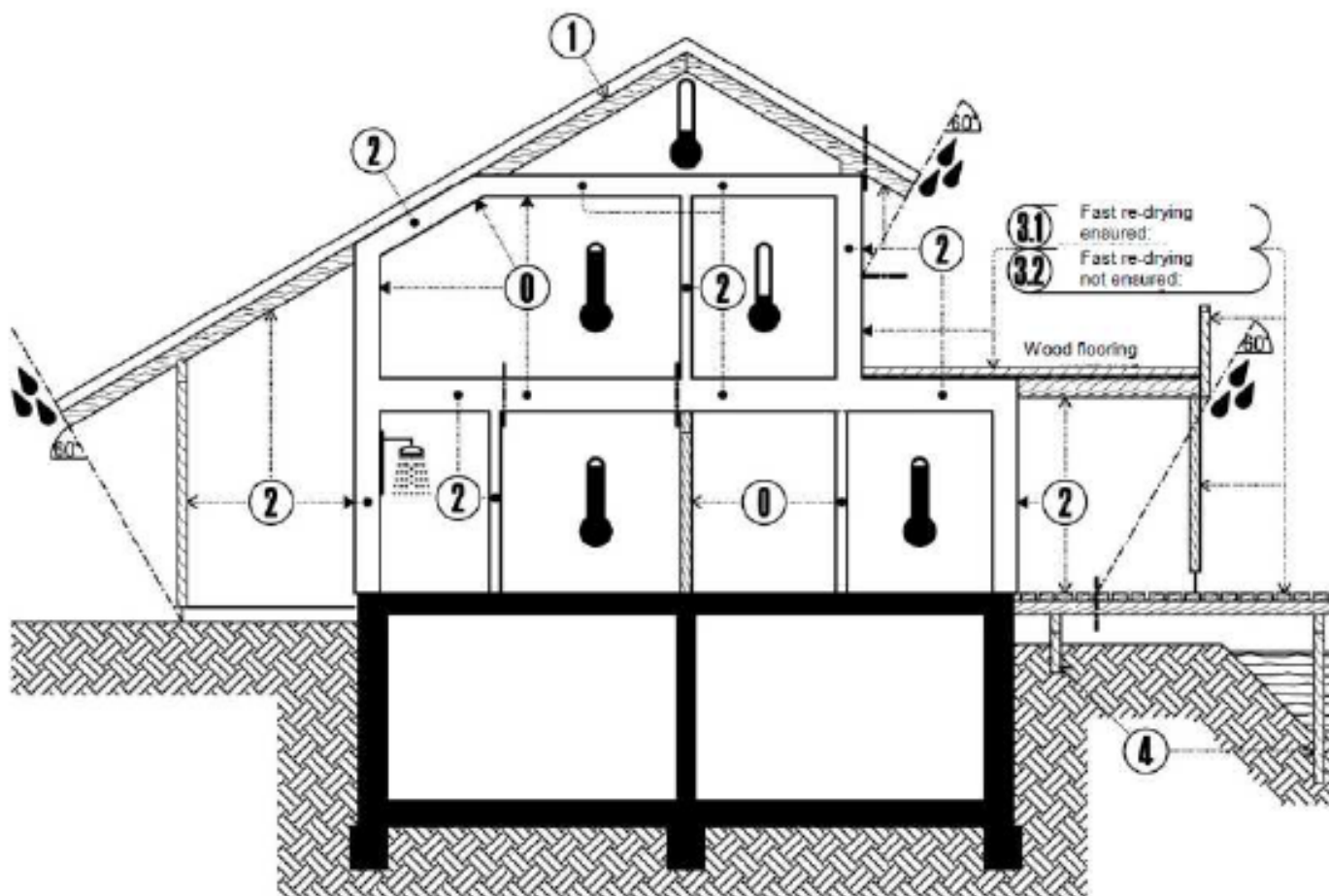
sunshading







INTRO



I COMPONENTI/CLASSI DI UTILIZZO SECONDO UNI EN 355

controllo progettuale evitando contestualmente zone di accumulo preferenziale di acqua liquida o umidità che possono fungere da innesco per lo sviluppo di organismi di degrado



I COMPONENTI/CLASSI DI UTILIZZO

La migrazione di umidità all'interno dell'edificio solitamente avviene attraverso quattro meccanismi di seguito descritti brevemente:

- **Acqua liquida**: è il movimento dell'acqua sotto l'azione di forze quali ad esempio la gravità o la differenza di pressione tra ambienti diversi;
- **Capillarità**: è il movimento dell'acqua liquida all'interno di materiali porosi, risultante da quelle che vengono comunemente chiamate "tensioni superficiali";
- **Movimento d'aria**: si riferisce al movimento del vapor d'acqua risultante movimenti d'aria non nello spazio ma anche all'interno dei medesimi materiali da costruzione;
- **Diffusione**: è il movimento del vapor d'acqua risultante una differenza di pressione tra ambienti confinanti.

- **“Sorgente” di umidità esterna all’edificio: ossia umidità causata da precipitazioni, sistemi di irrigazione e acqua dal sottosuolo**



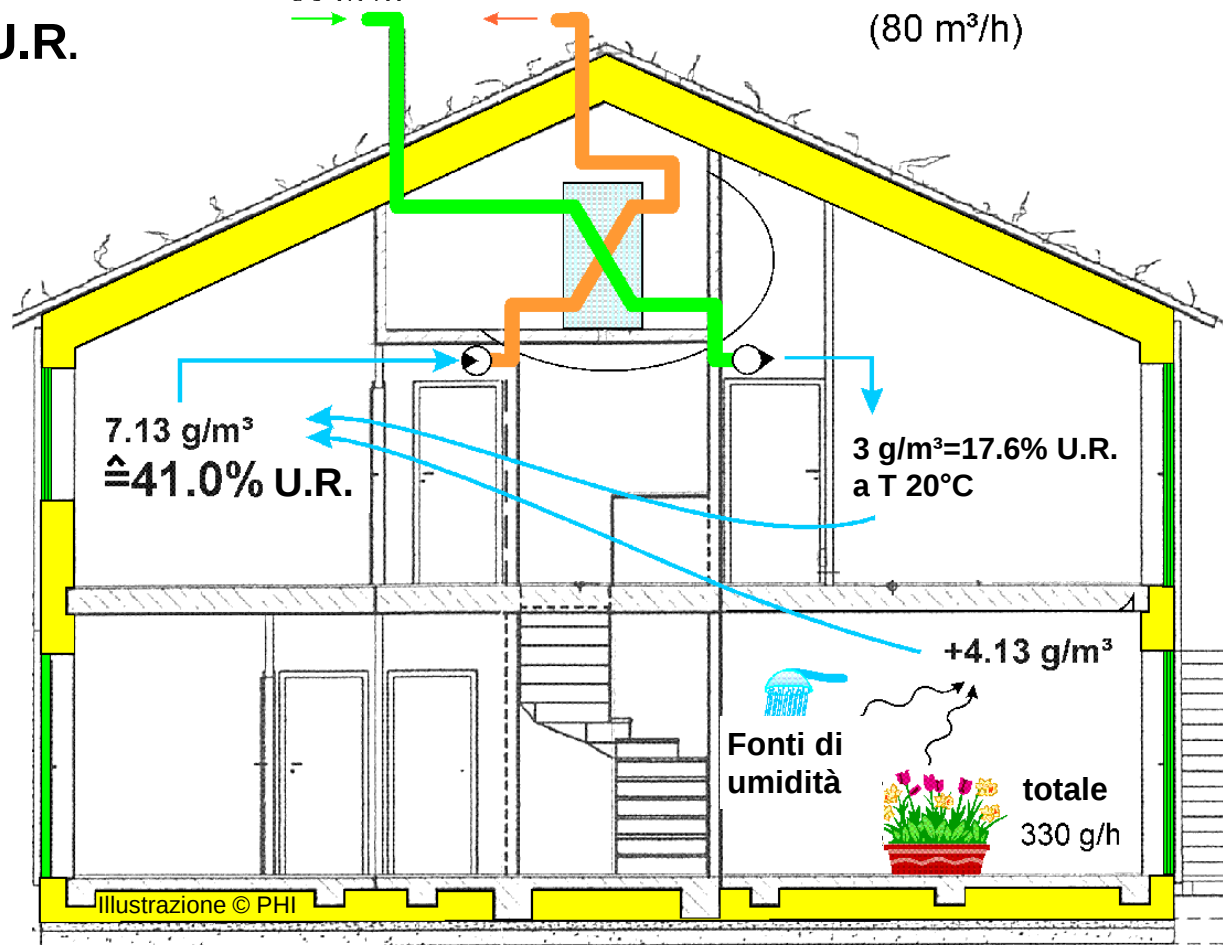
**“Sorgente” di umidità interna all’edificio: ossia l’umidità
derivante dalla presenza di persone all’interno dell’edificio e
dalla loro attività;**



-5°C: 3 g/m³
≅ 90 % U.R.

Aria esterna 80 m³/h
 Aria esausta 80 m³/h

reduced air flow rate
 (80 m³/h)



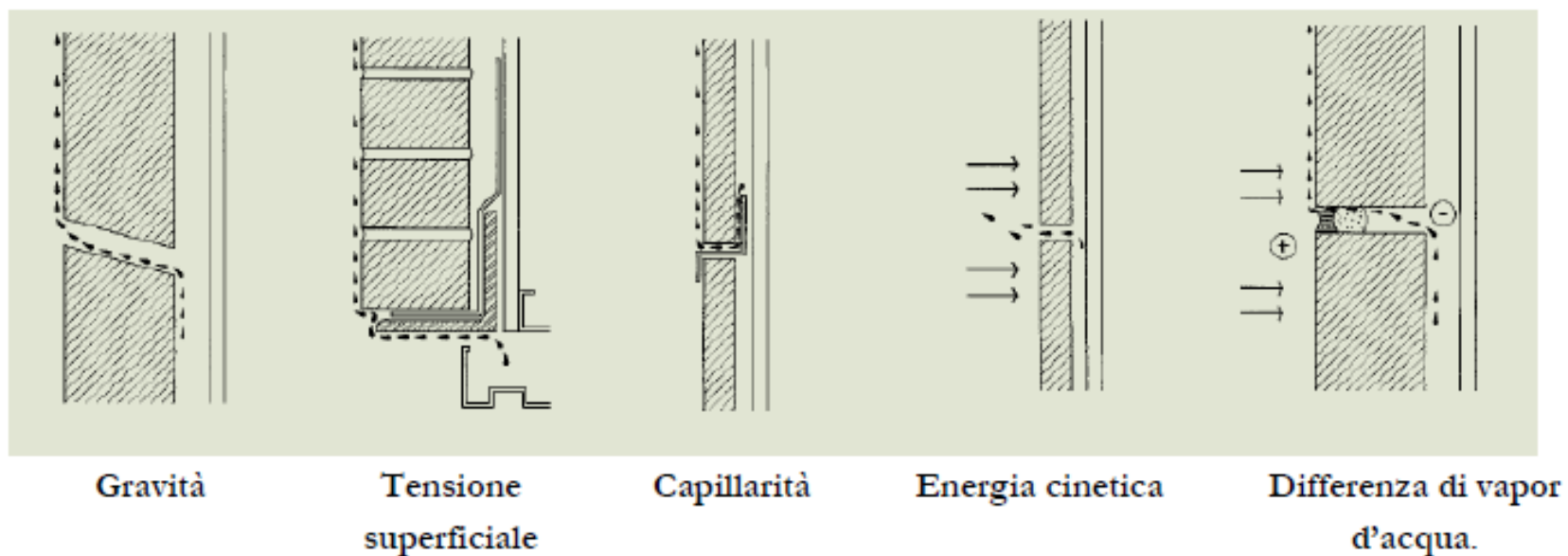


Fig. 3.5 – I quattro principali vettori causa di penetrazione d'acqua.
(Fonte: Designing for Durability – American Wood Council)

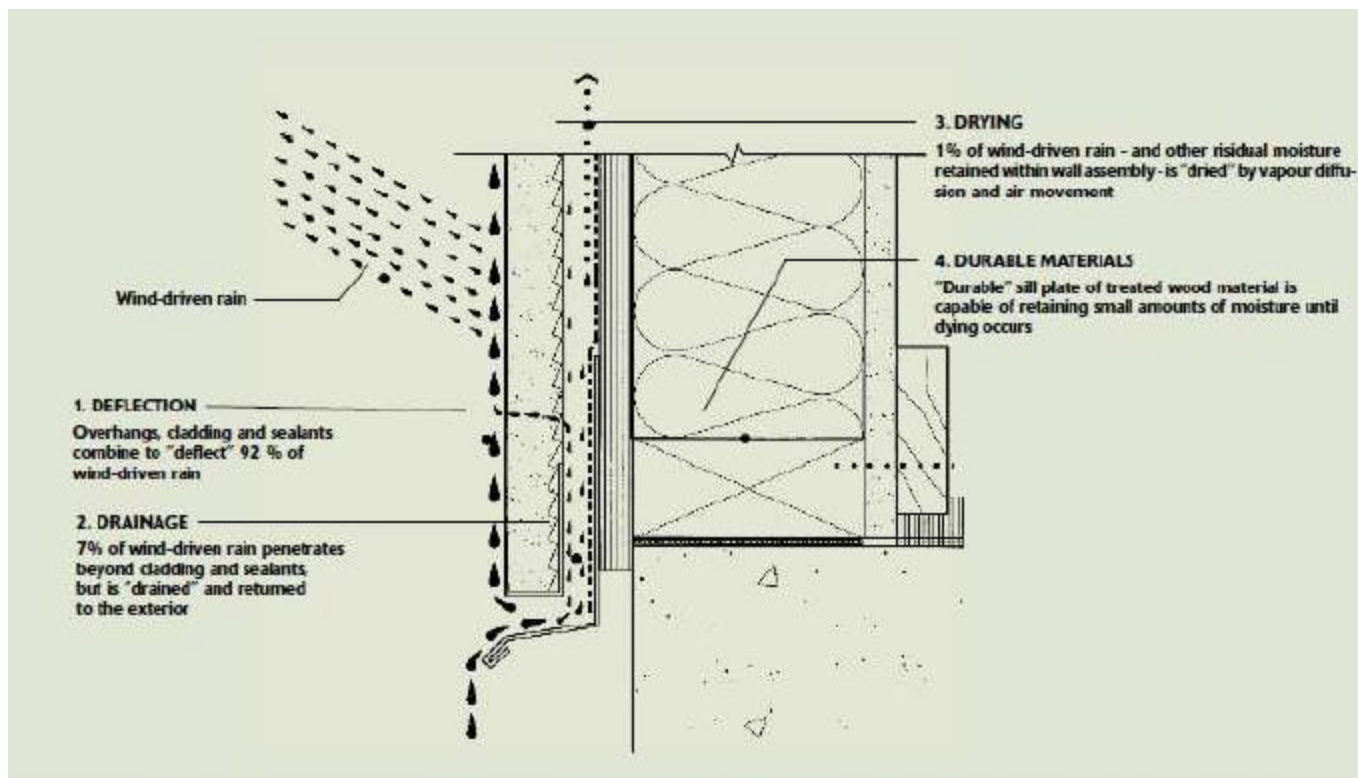
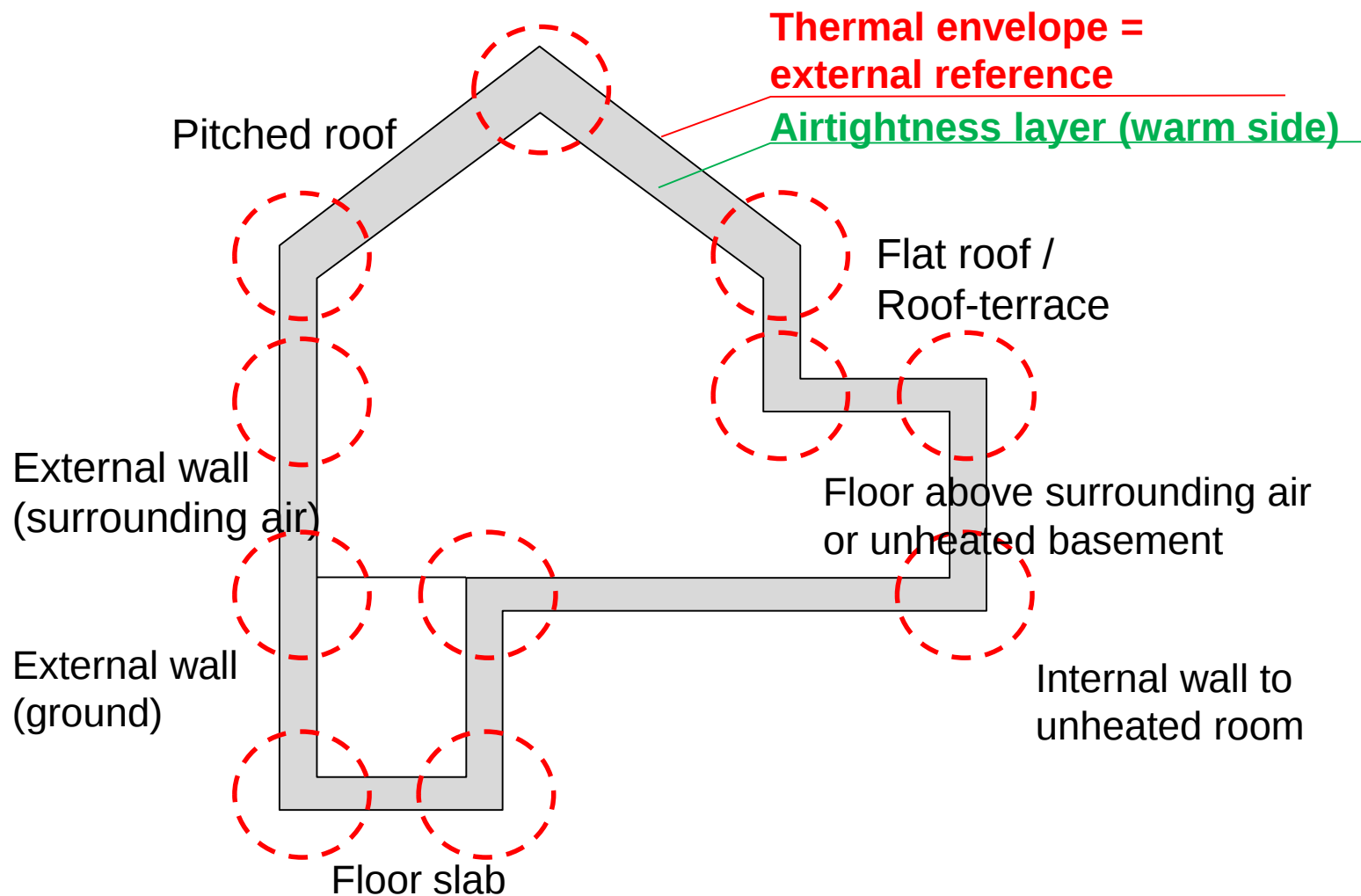


Fig. 3.6 – I quattro principi "4Ds" per la difesa dell'edificio (*Deflection; Drainage; Drying; Durable materials*)

(Fonte: Designing for Durability – American Wood Council)





ERRORE PROGETTUALE O DI REALIZZAZIONE?



ERRORE PROGETTUALE O DI REALIZZAZIONE?

DEFLECTION (allontanamento)



MATERIALE/RADIAZIONE SOLARE

**Minimizzare la quantità d'acqua piovana a
contatto con la superficie dell'edificio!!**

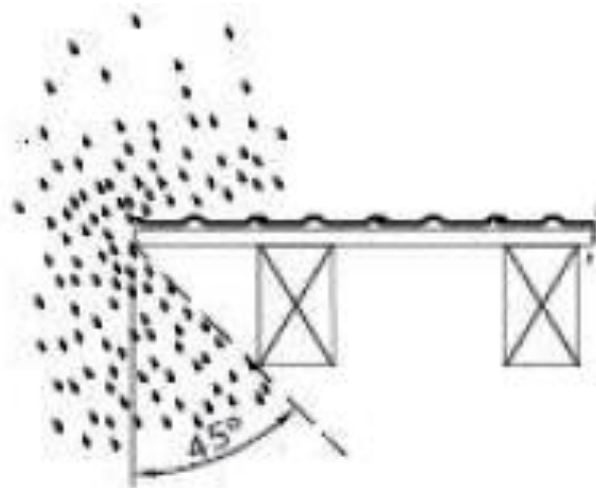
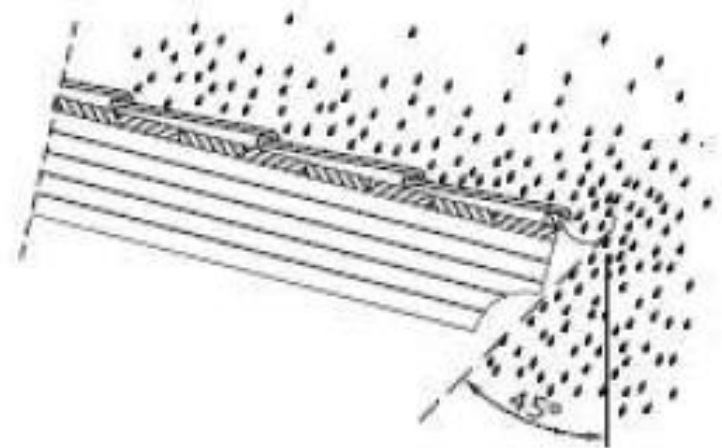
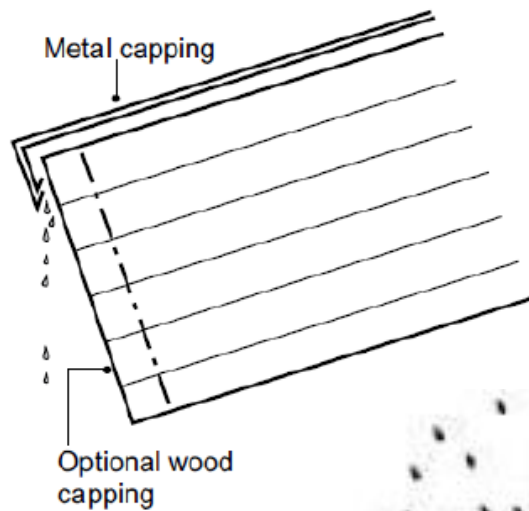


DEFLECTION (allontanamento)



MATERIALE/RADIAZIONE SOLARE

DEFLECTION (allontanamento)







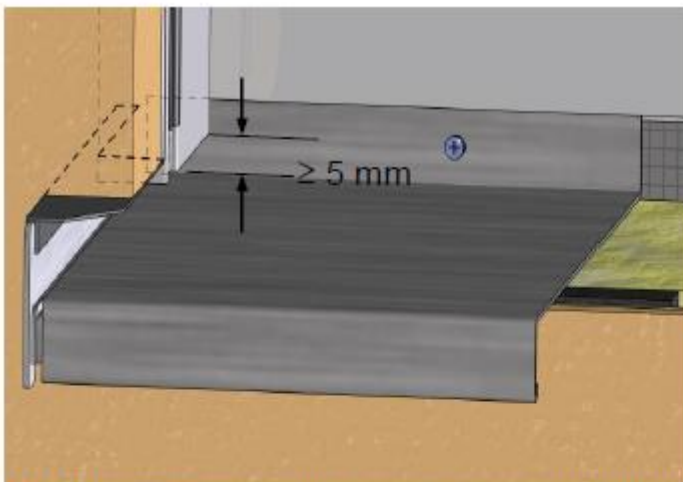


Abbildung 23: eingeputzte Sonnenschutzführungsschiene mit ausgeklinktem Endprofil. Zwischen Endprofil und Sonnenschutzführungsschiene ist eine Abdichtung z.B. mit Butyldichtbändern erforderlich.

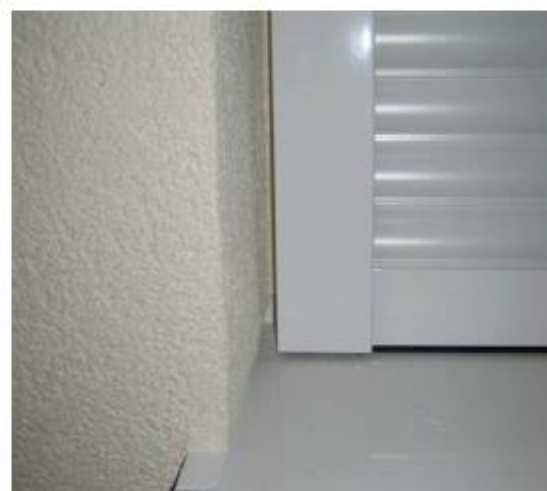
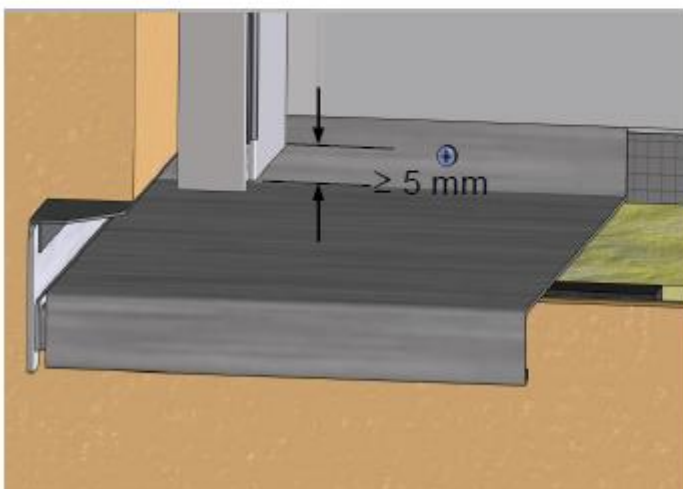
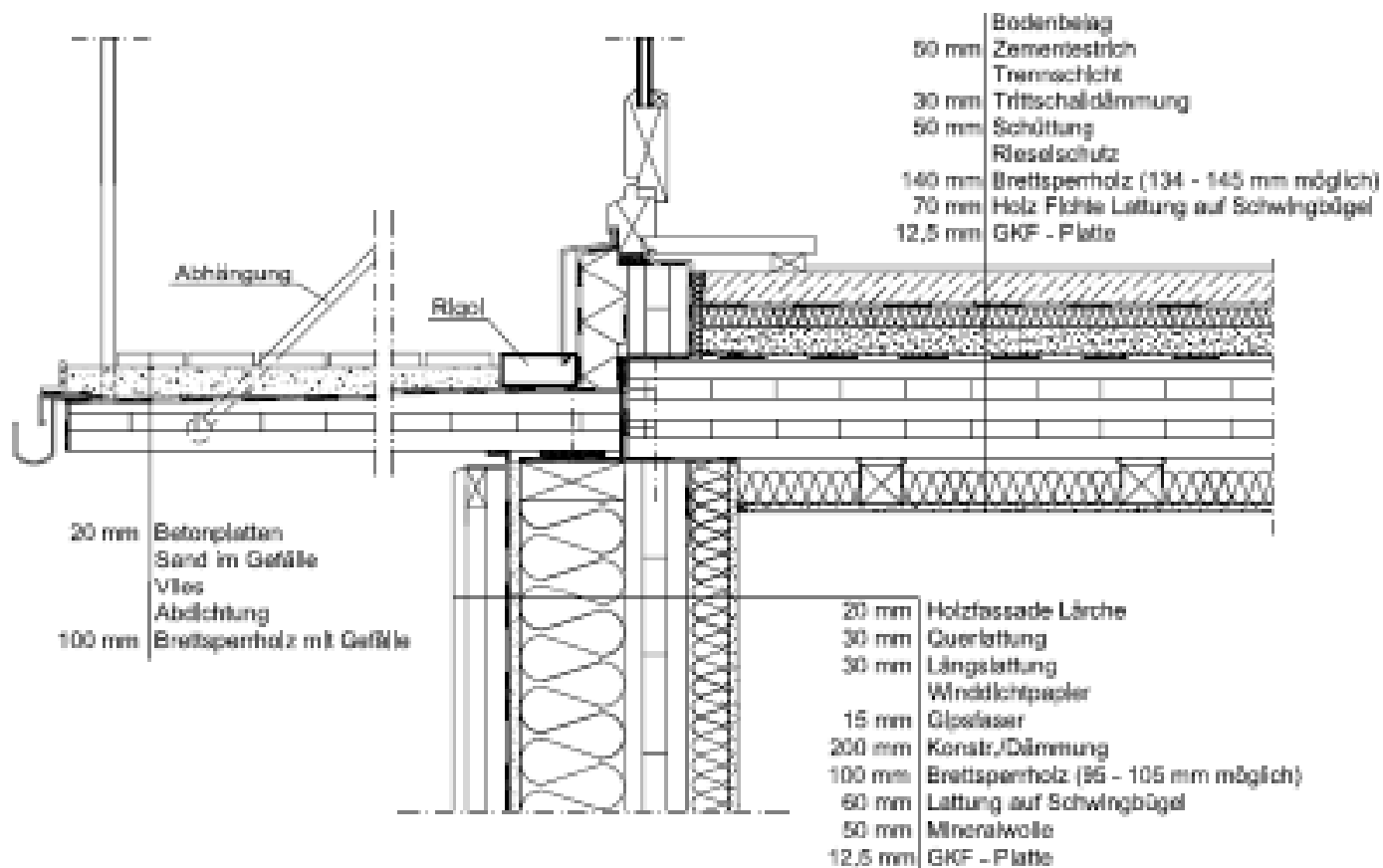
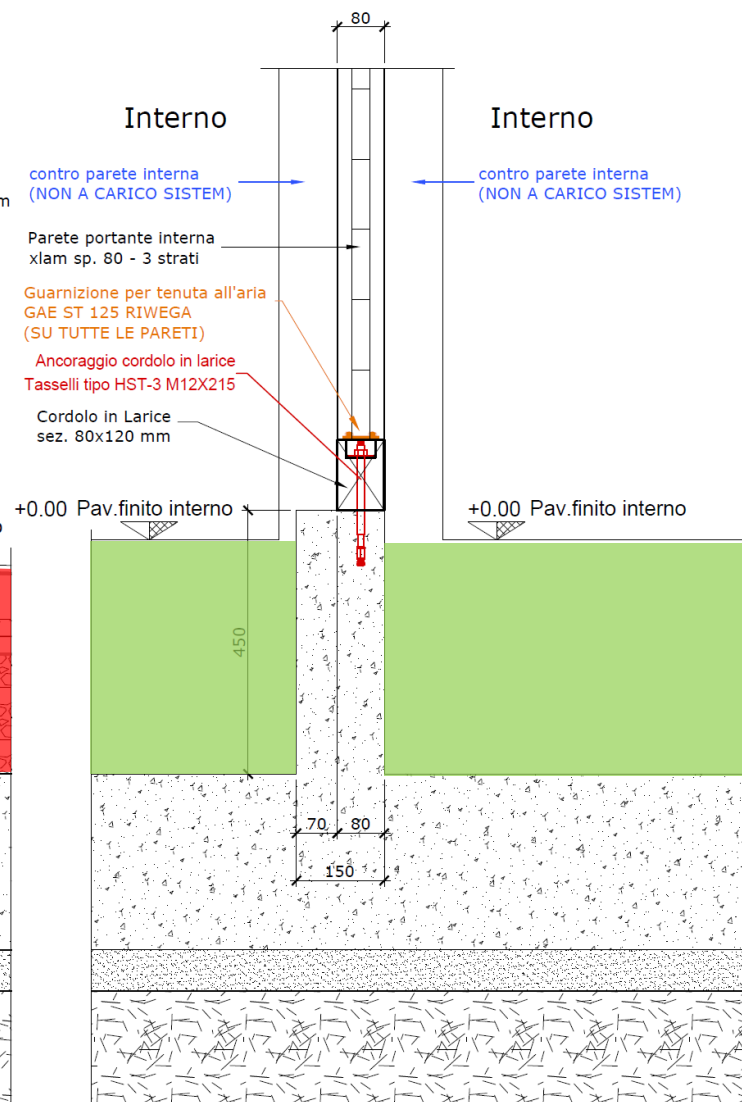
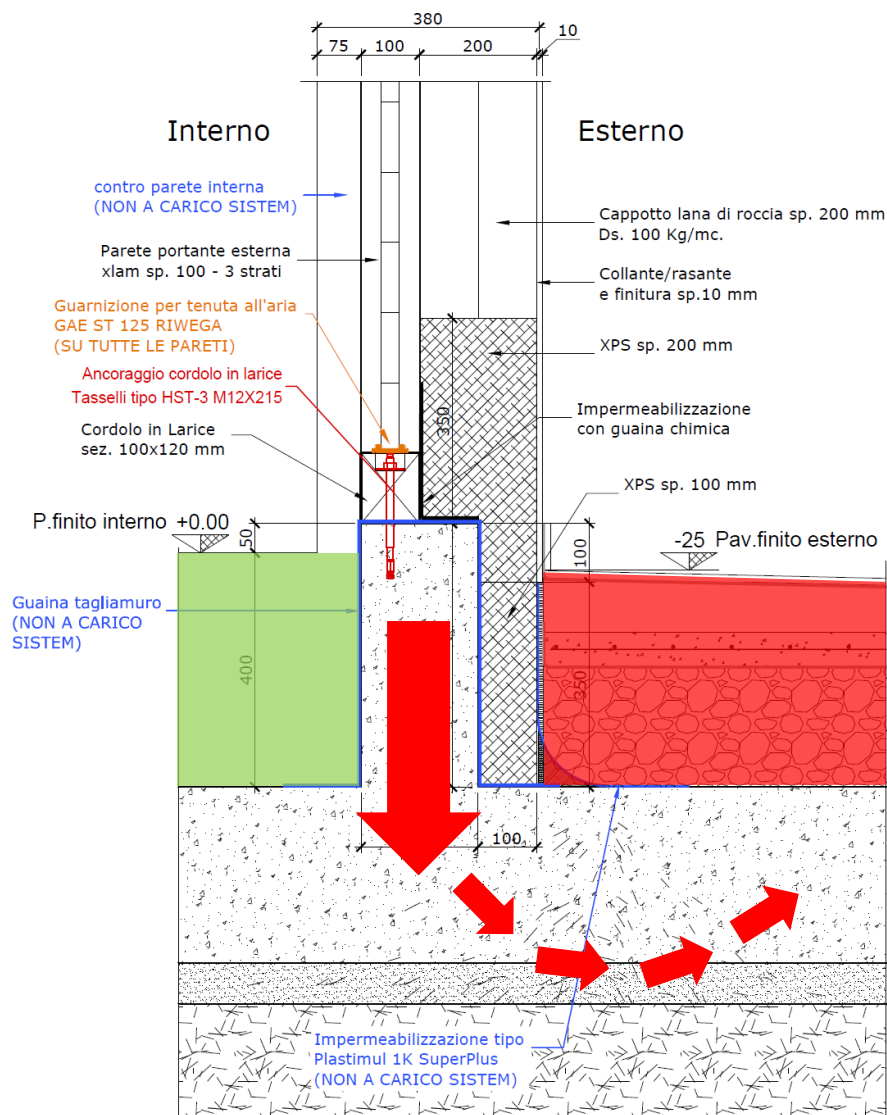


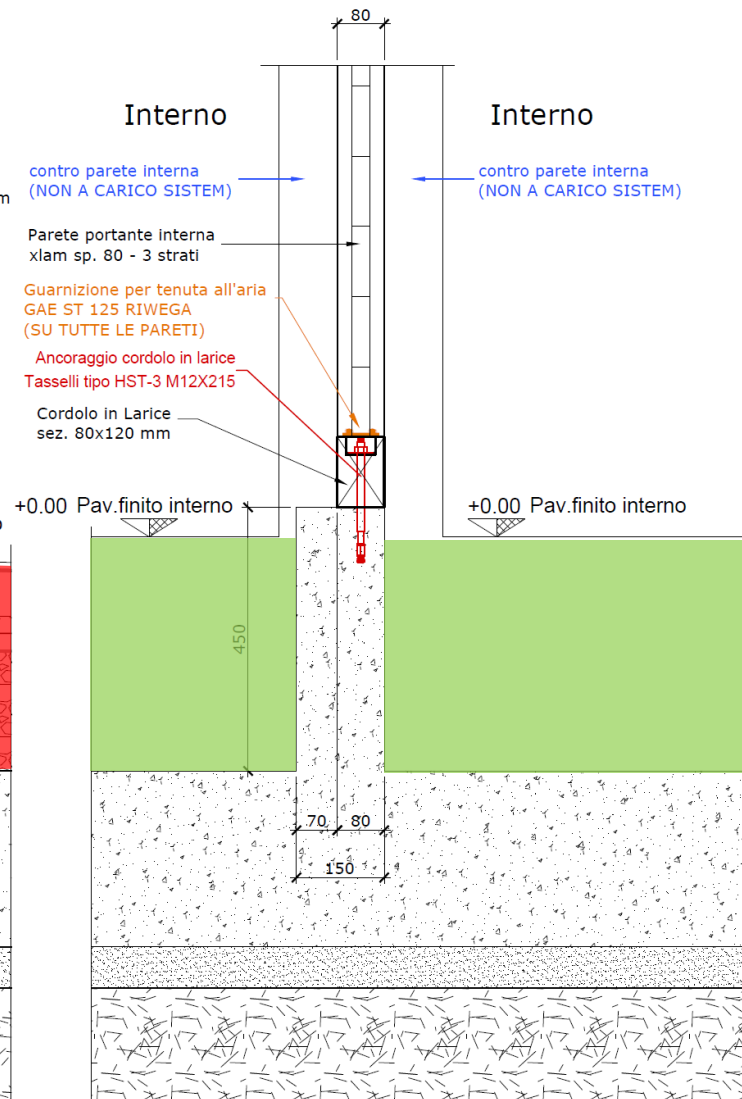
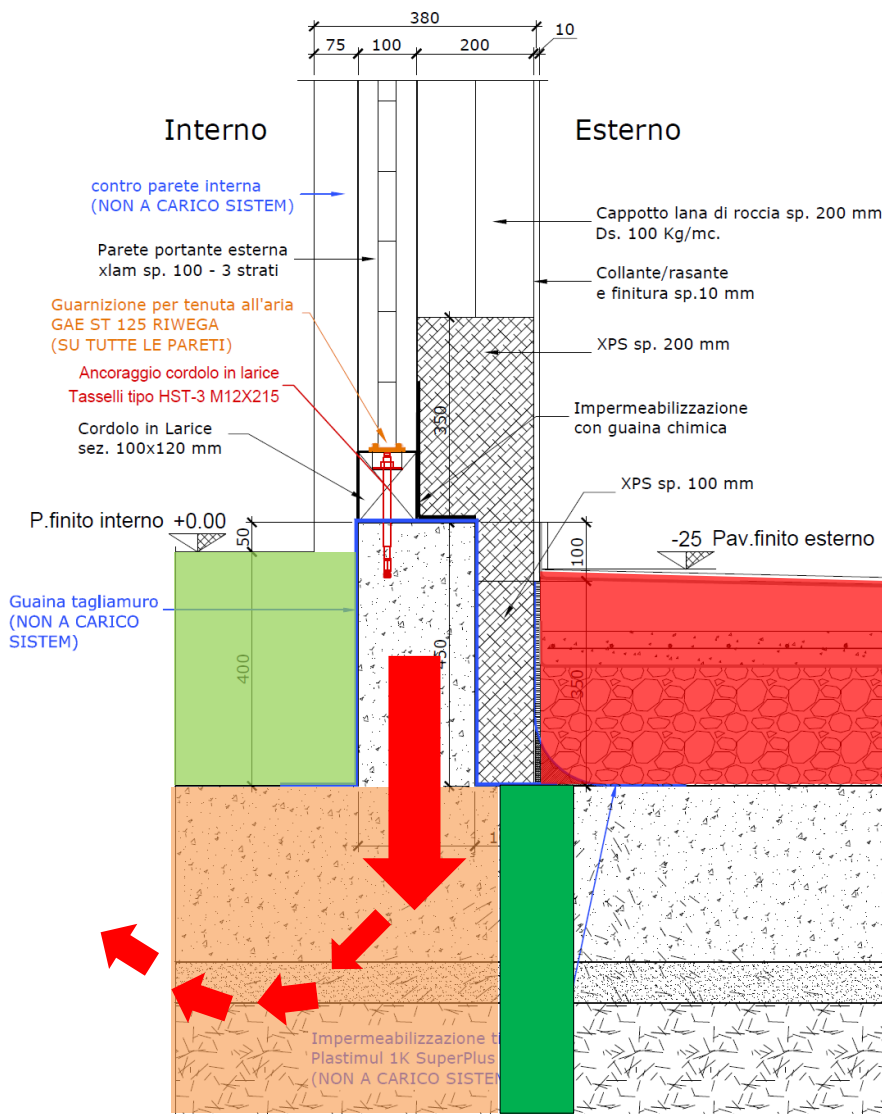
Abbildung 24: nachträglich montierte vorgesetzte Sonnenschutzschiene













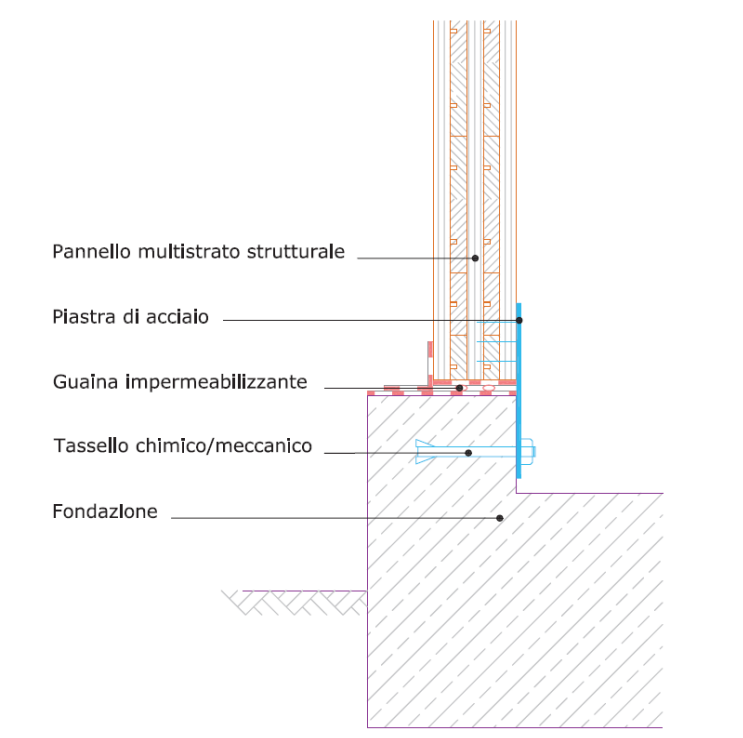
Pannello multistrato strutturale

Piastra di acciaio

Guaina impermeabilizzante

Tassello chimico/meccanico

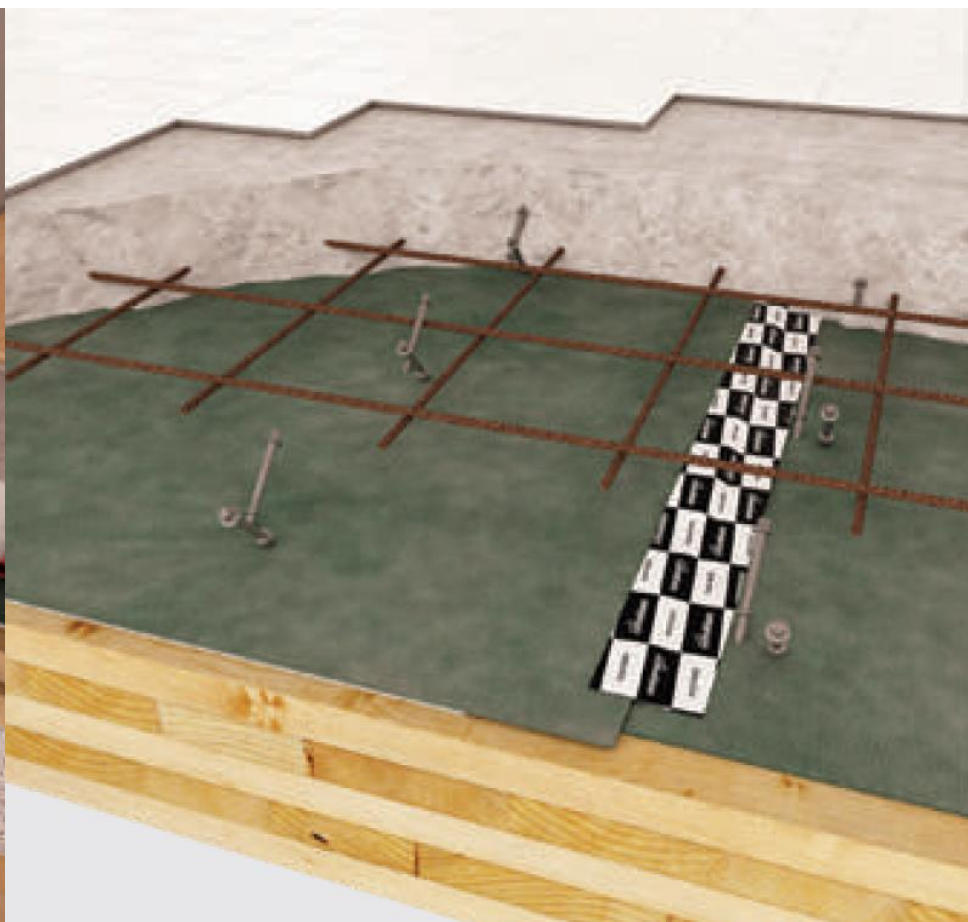
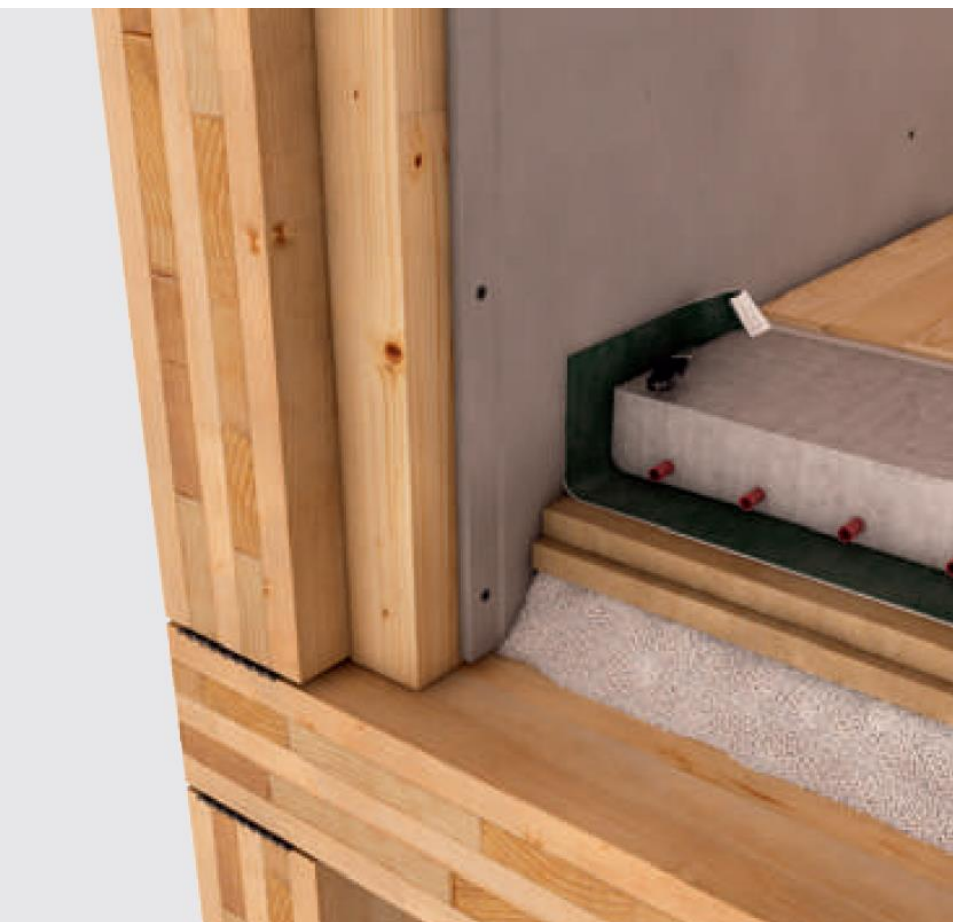
Fondazione





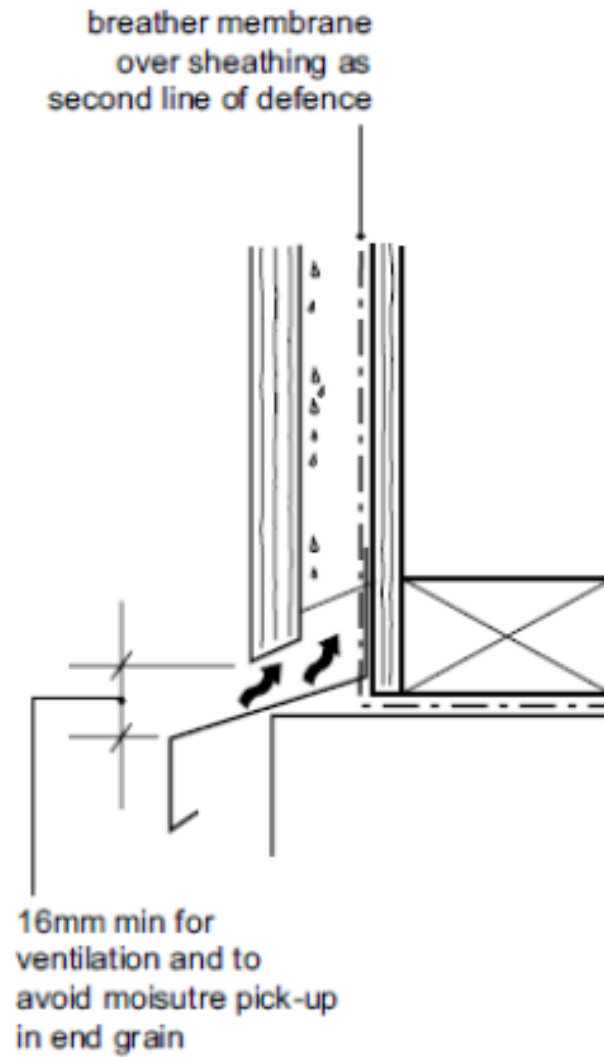
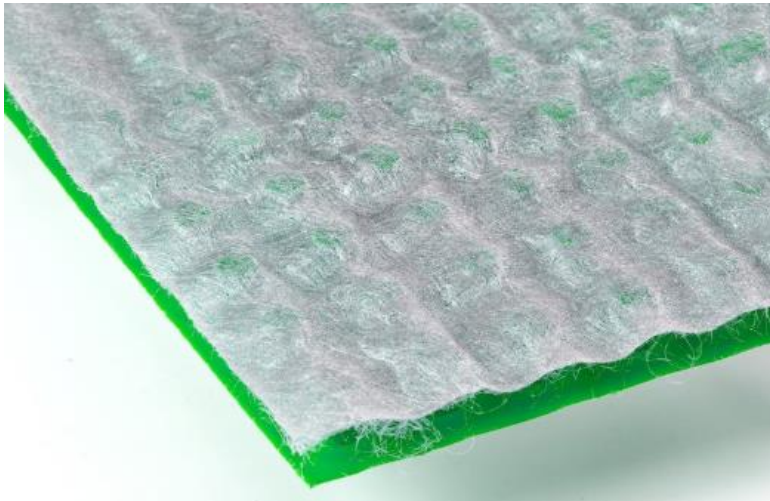


INTRO

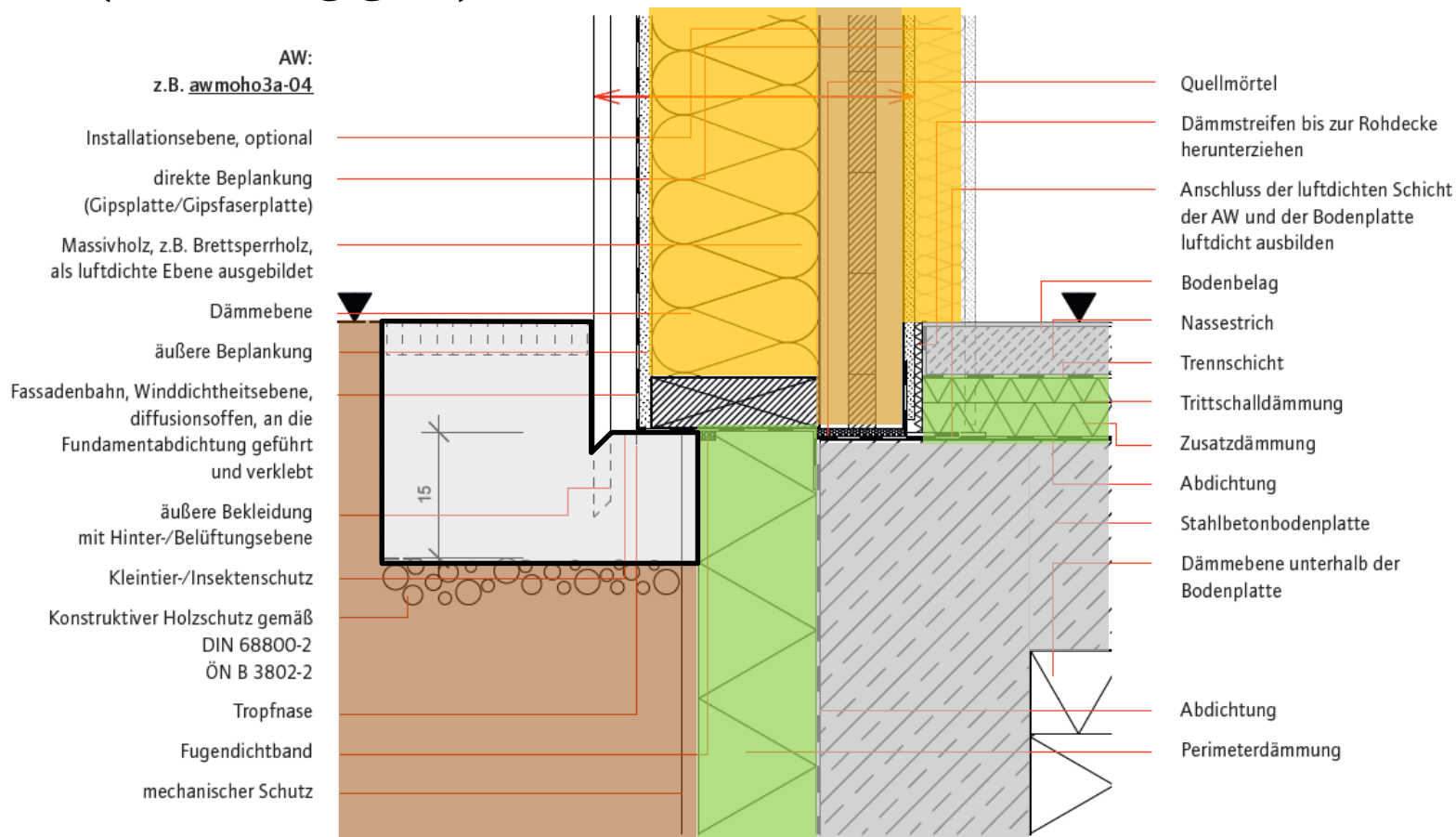




DRYNAGE (Drenaggio)



DRYNAGE (Drenaggio)



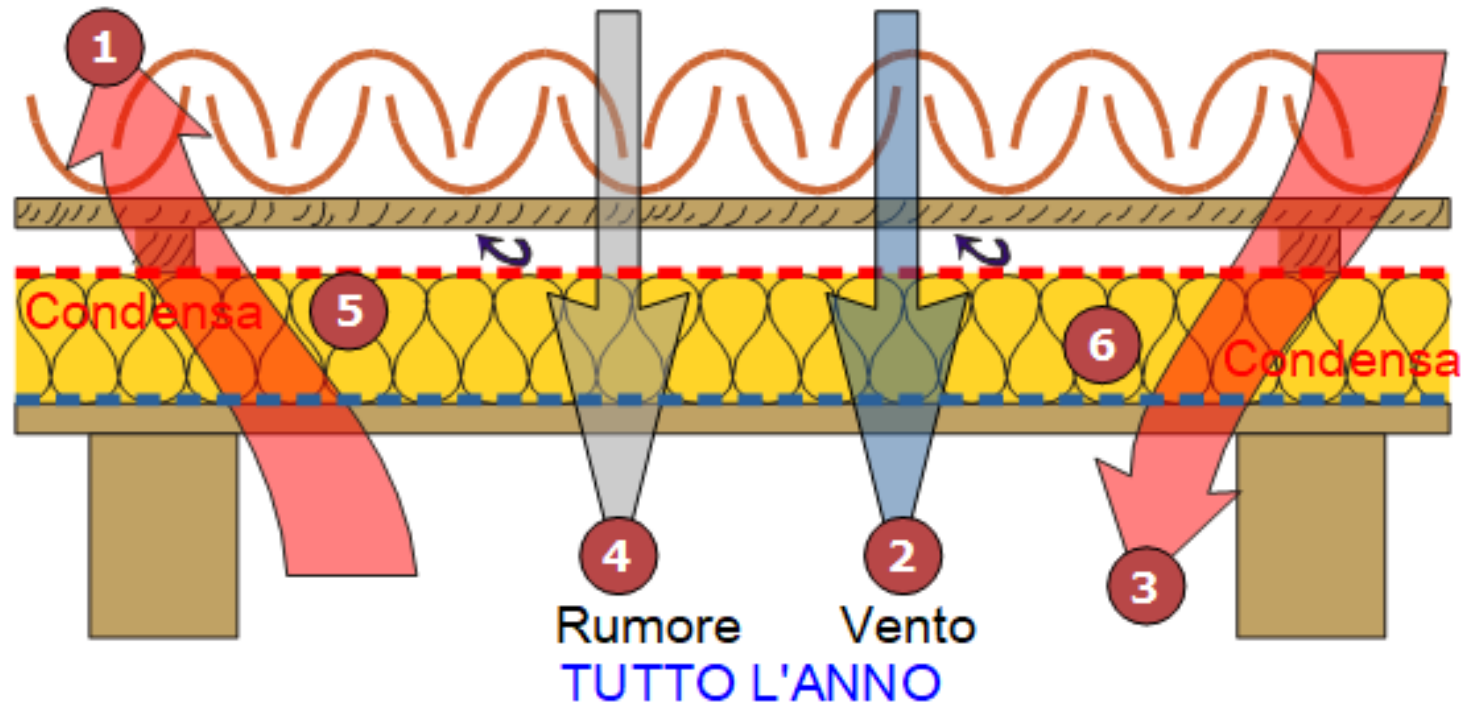
DRYING

(asciugatura)

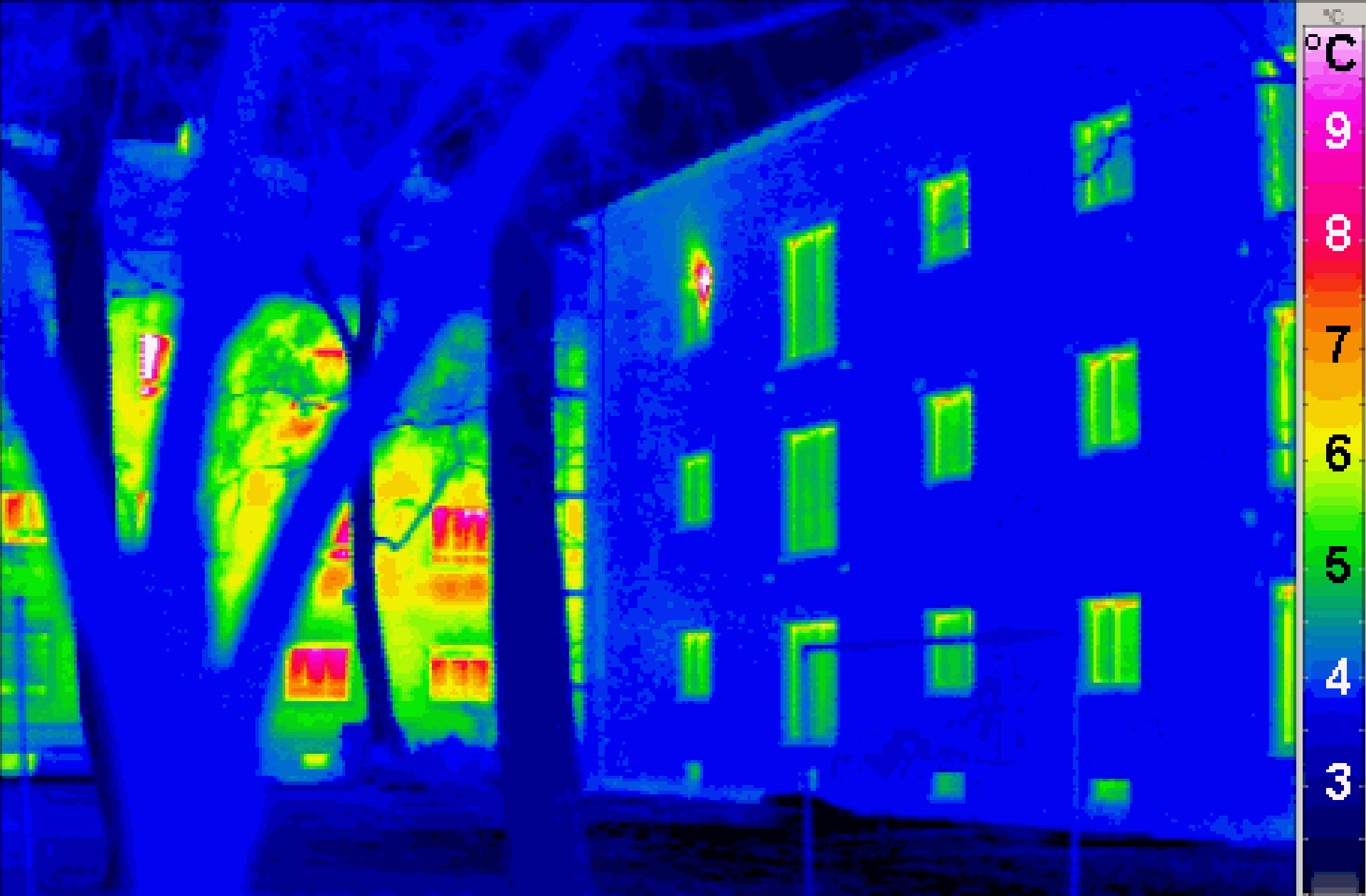


INVERNO
Perdita di calore

ESTATE
Entrata di calore



I COMPONENTI/FLUSSI

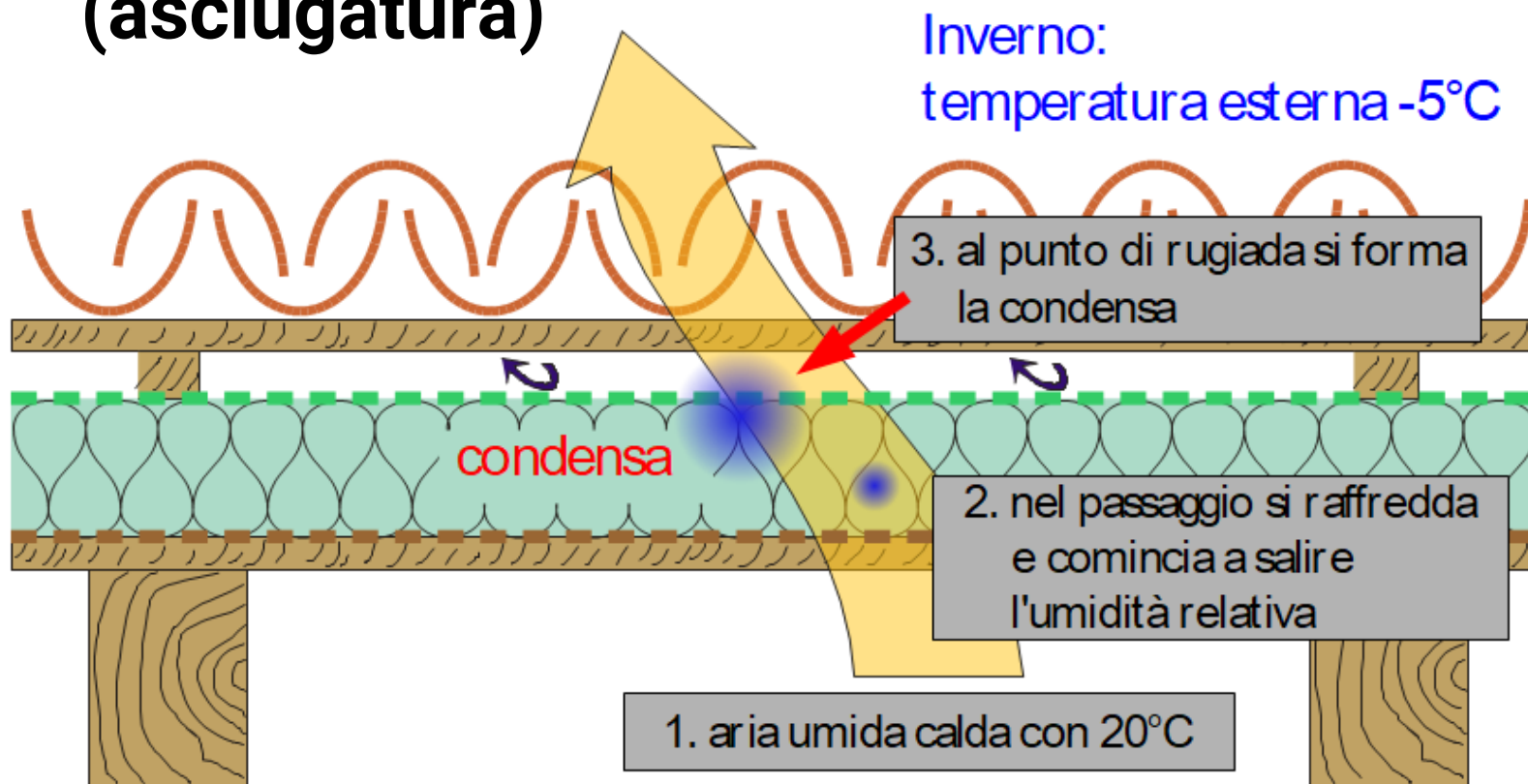


Durabilità

Prestazioni termiche

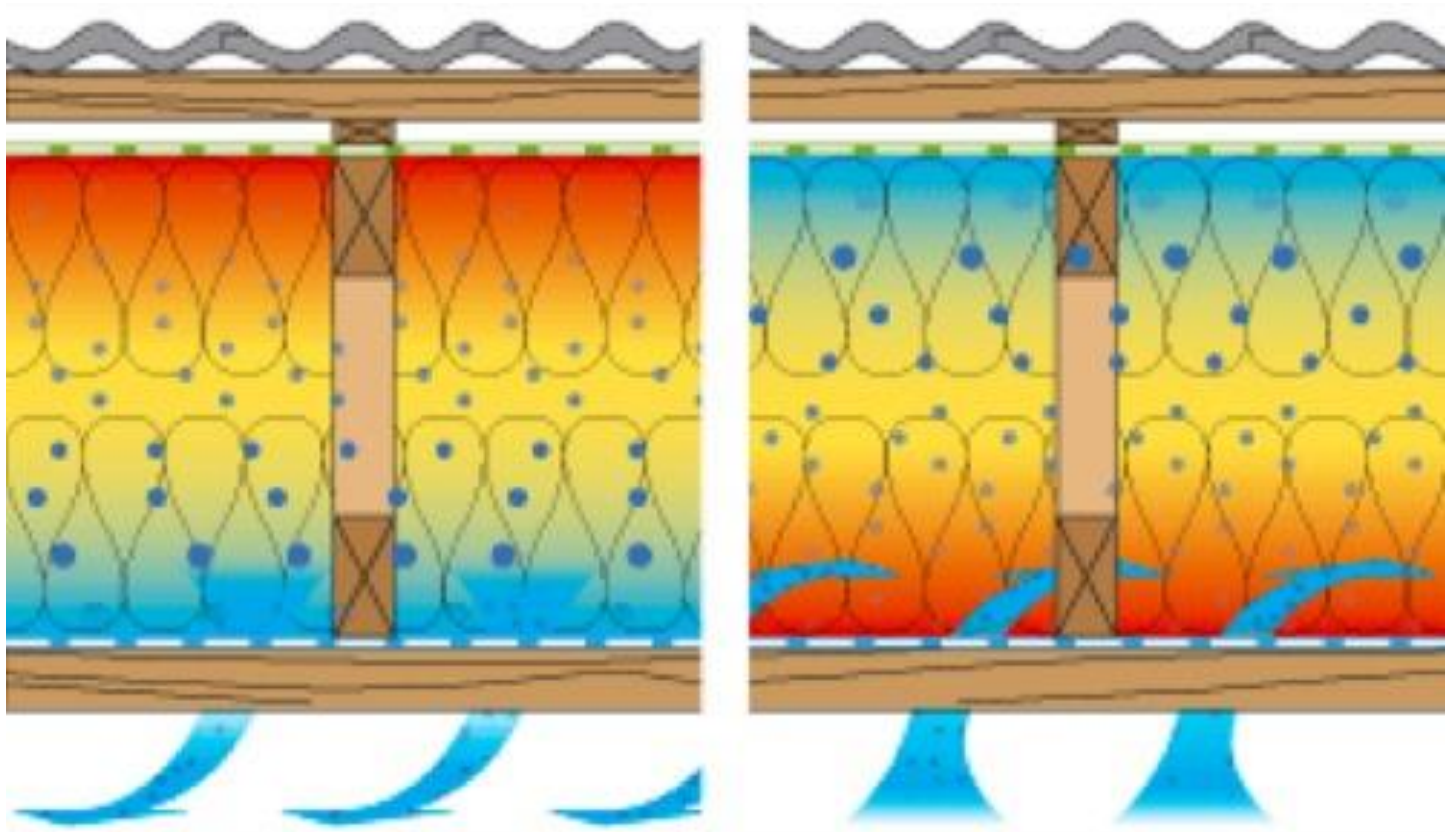
Salubrità

DRYING (asciugatura)



COMPONENTI/ VERIFICA TERMOIGROMETRICA

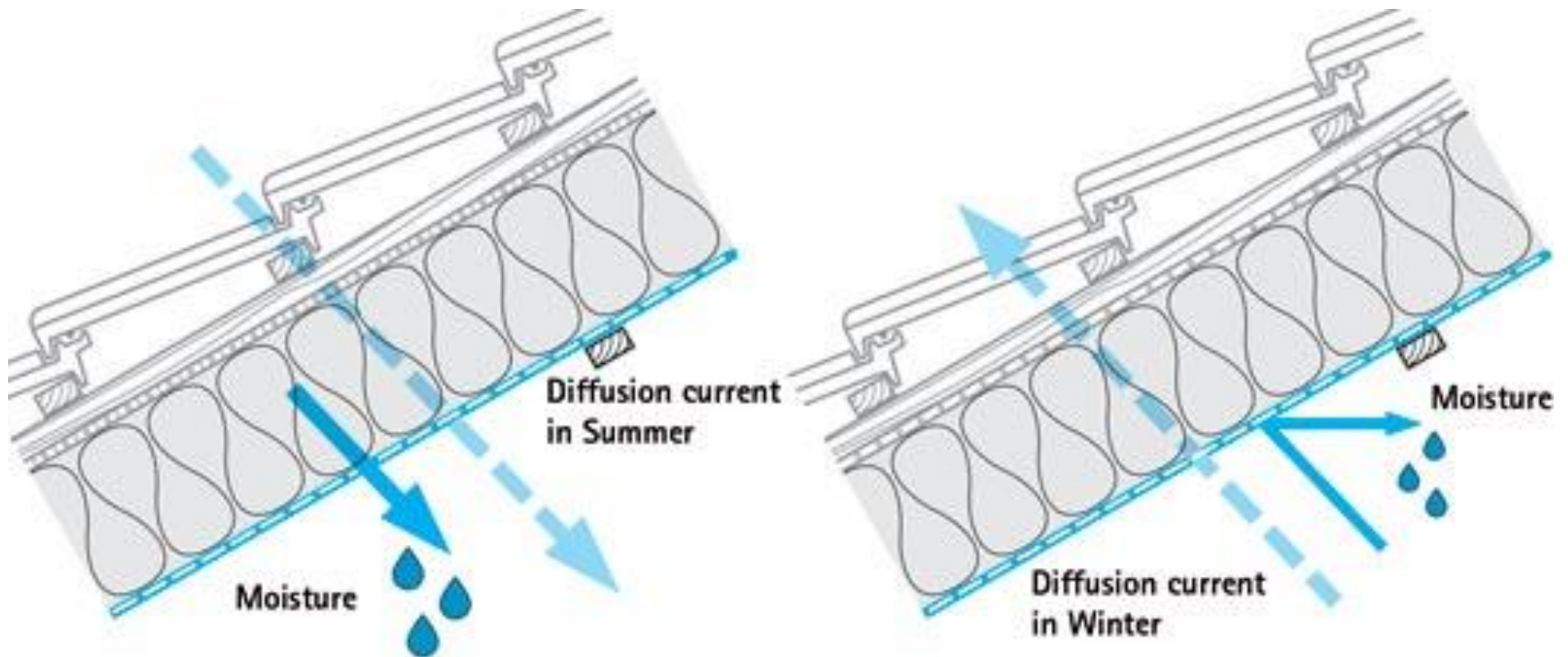
DRYING (asciugatura)



Estate

Inverno

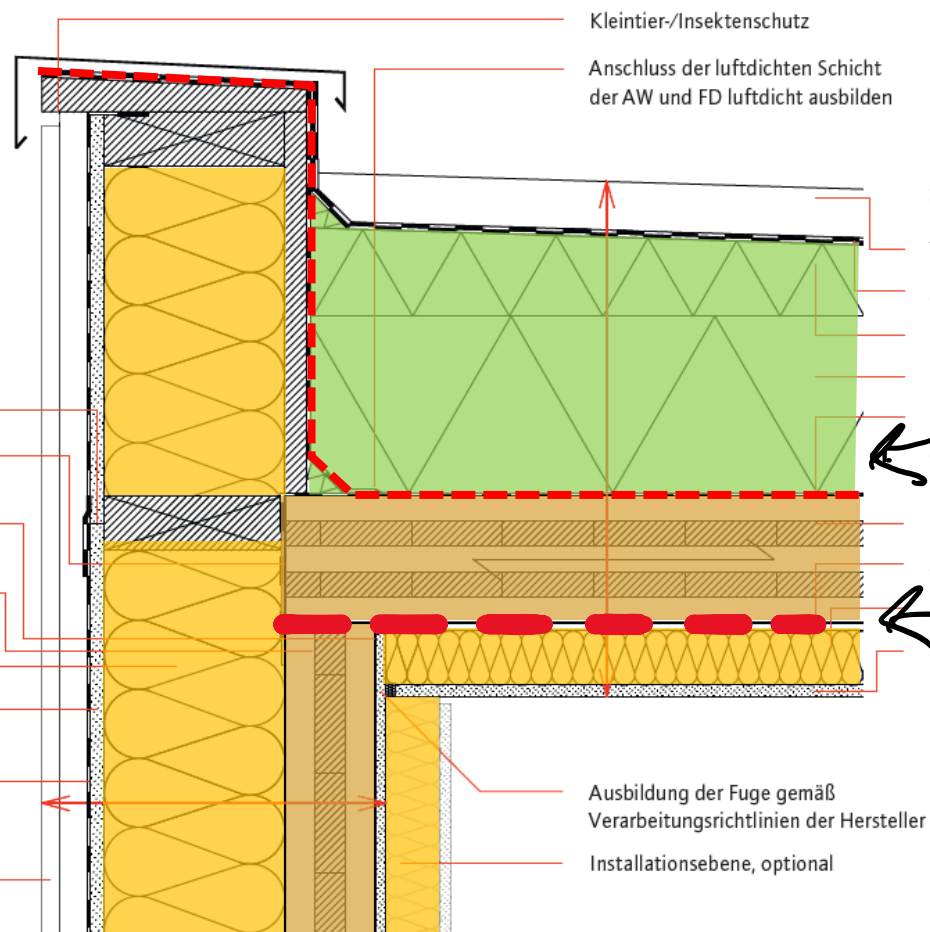
DRYING (asciugatura)





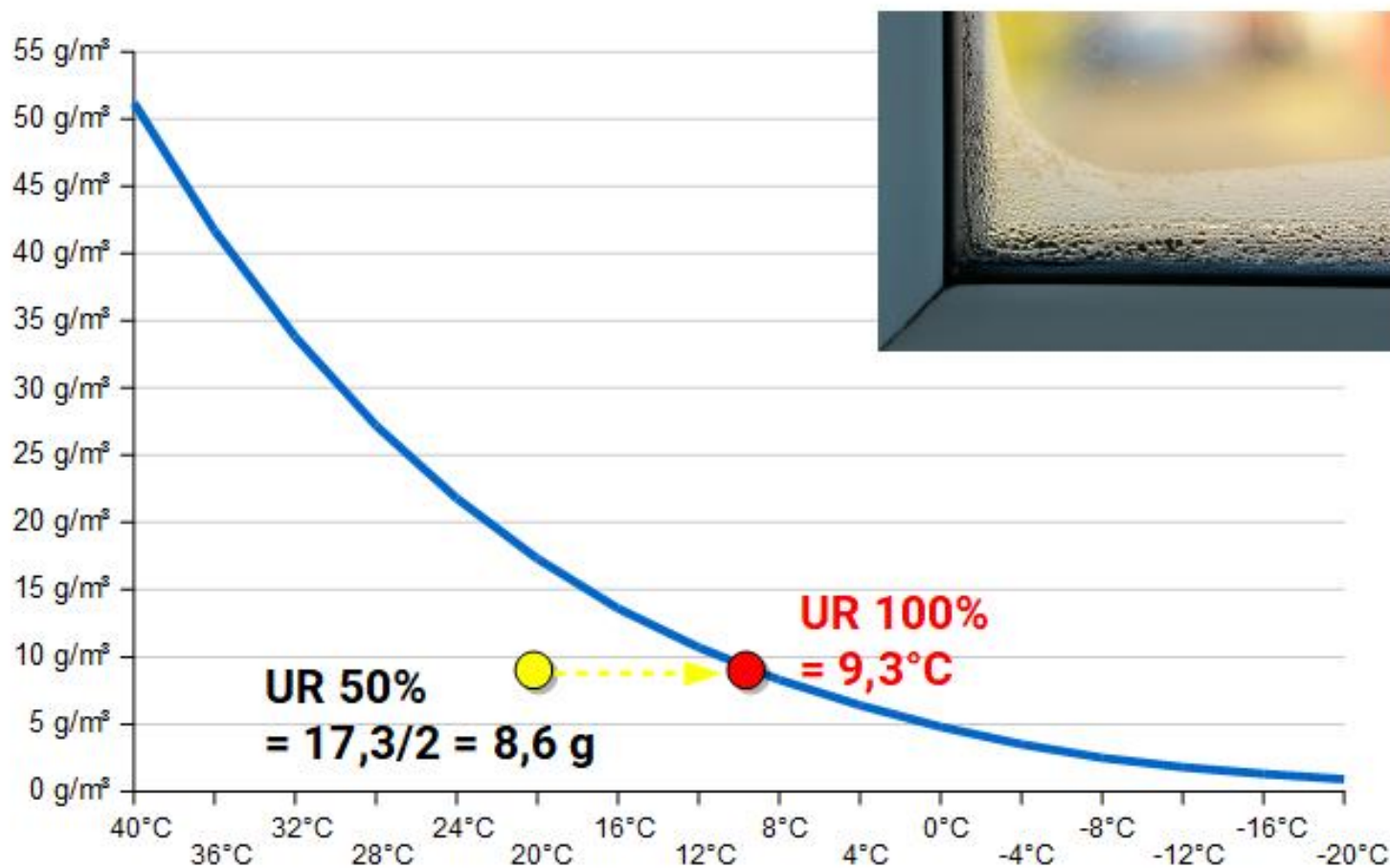
AW:
z.B. awmoho3a-04

- Elementenstoß
- Folie, zur luftdichten Ausbildung der Element- und Bauteilfugen
- direkte Beplankung (Gipsplatte/Gipsfaserplatte)
- Massivholz, z.B. Brettsper Holz, als luftdichte Ebene ausgebildet
- Dämmebene
- äußere Beplankung Gipsplatte/Gipsfaserplatte
- Fassadenbahn, Winddichtheitsebene, diffusionsoffen
- äußere Bekleidung mit Hinter-/Belüftungsebene



A ?

B ?



COMPONENTI/ VERIFICA TERMOIGROMETRICA

DRYING (asciugatura)



COMPONENTI/ VERIFICA TERMOIGROMETRICA

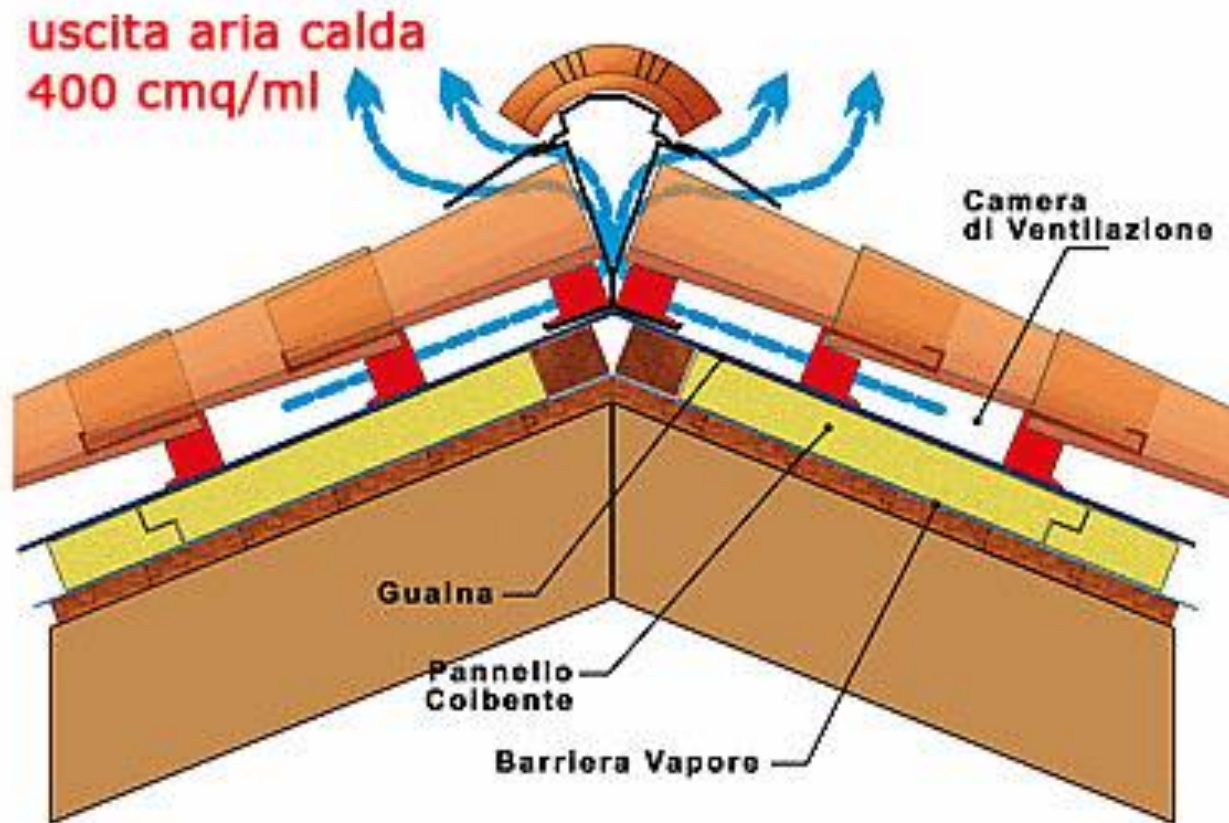
DRYING

(asciugatura)

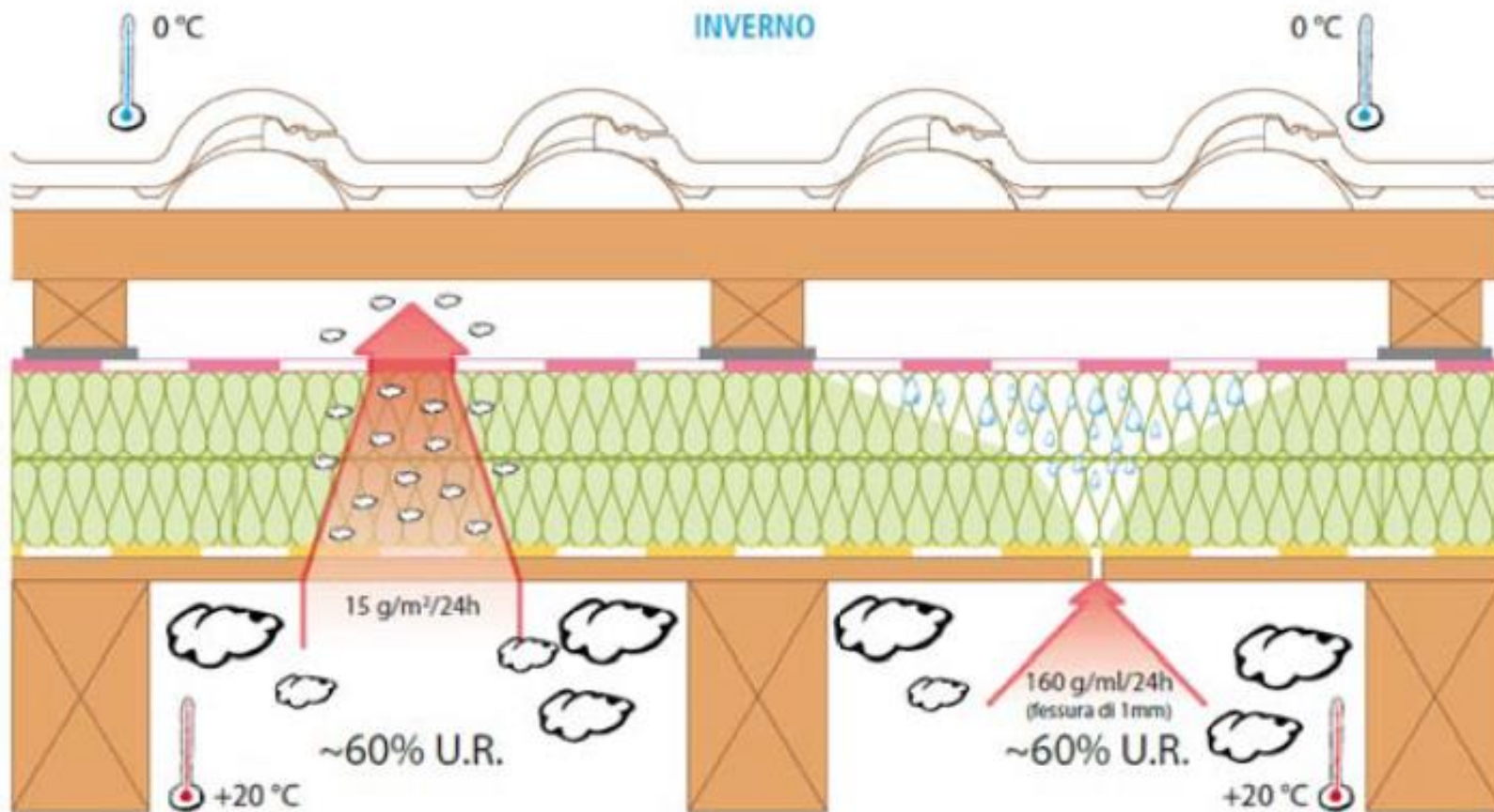


COMPONENTI/ VERIFICA TERMOIGROMETRICA

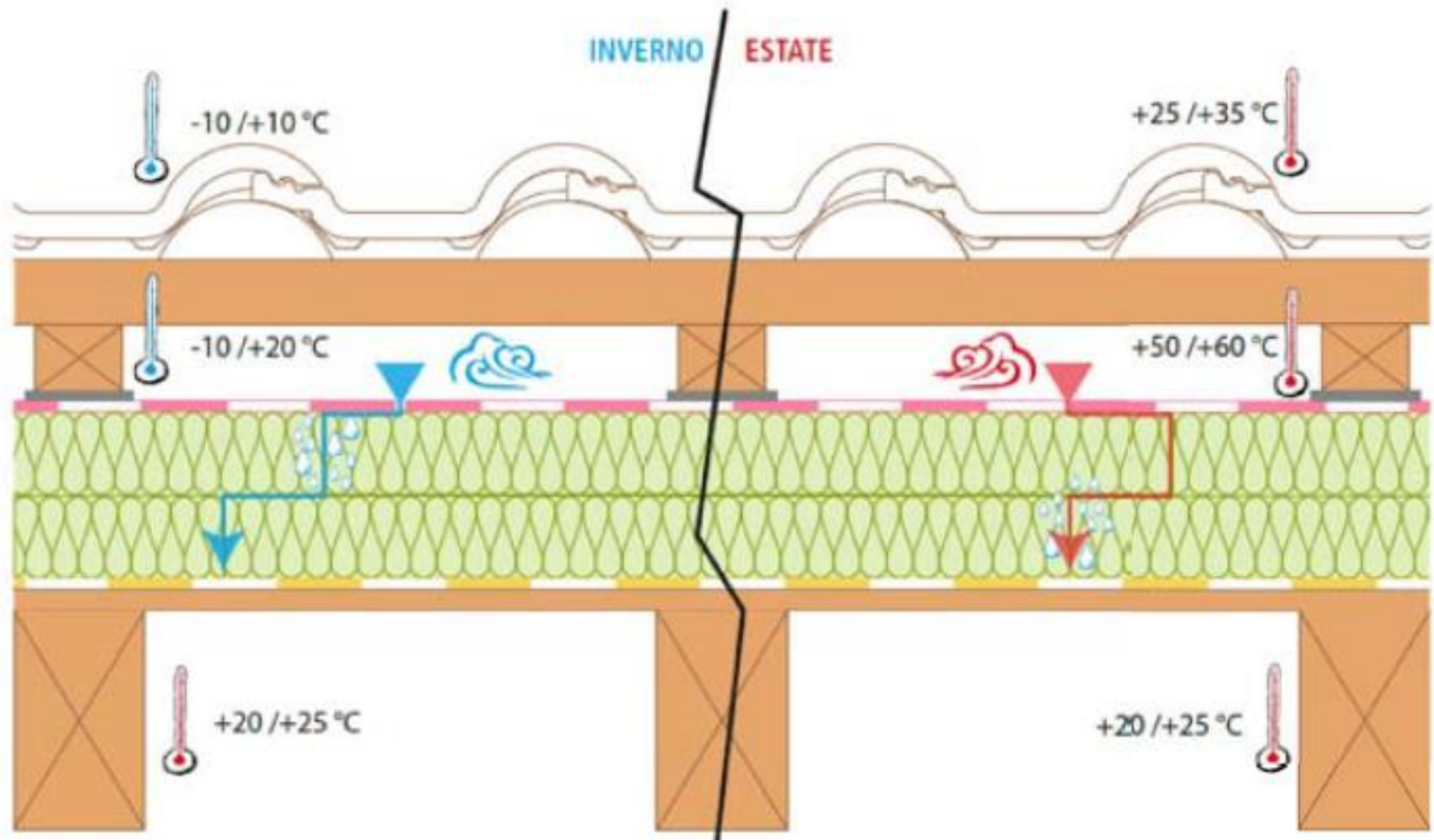
DRYING (asciugatura)



COMPONENTI/ VERIFICA TERMOIGROMETRICA



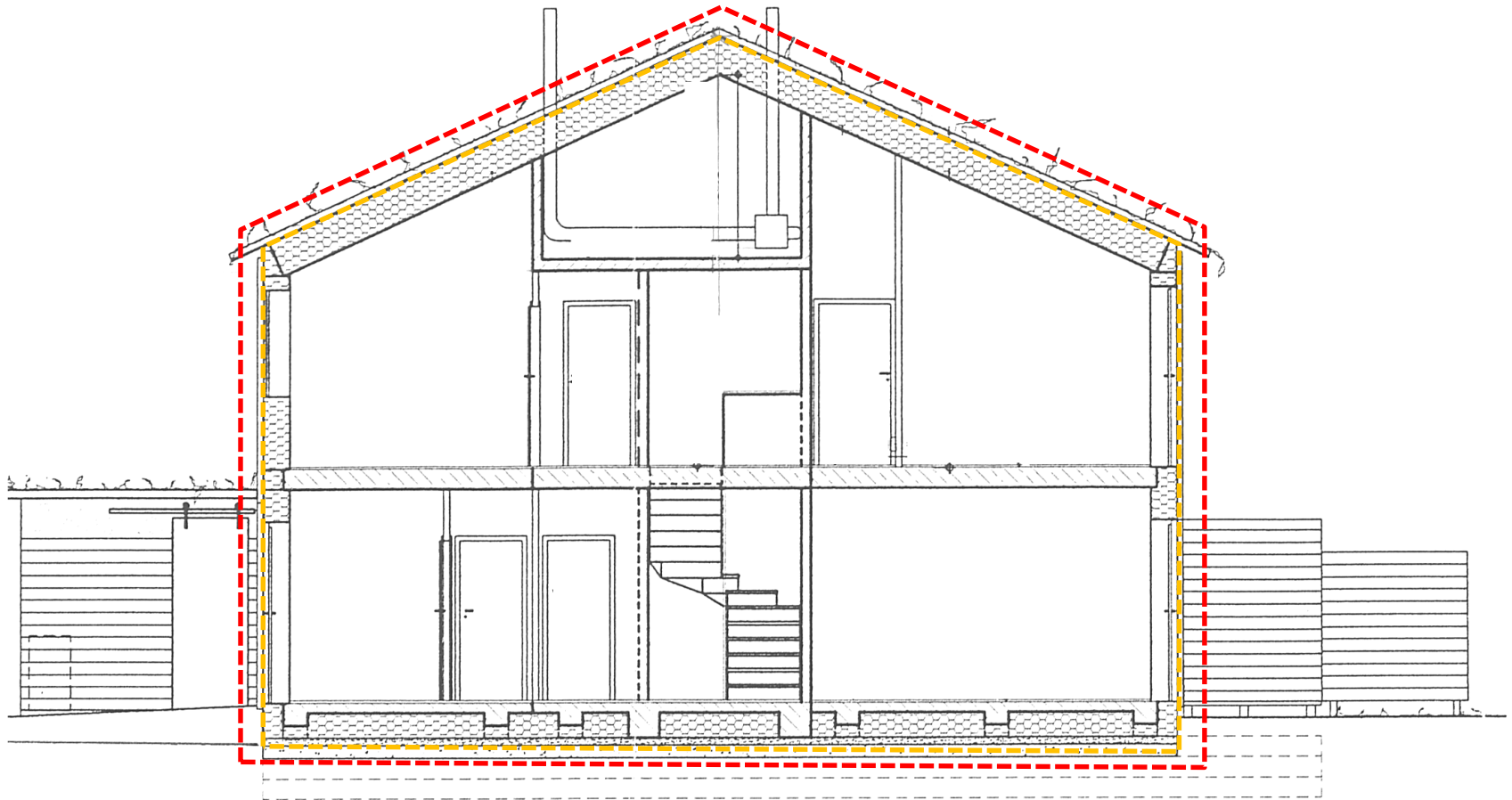
I COMPONENTI/FLUSSI



I COMPONENTI/FLUSSI

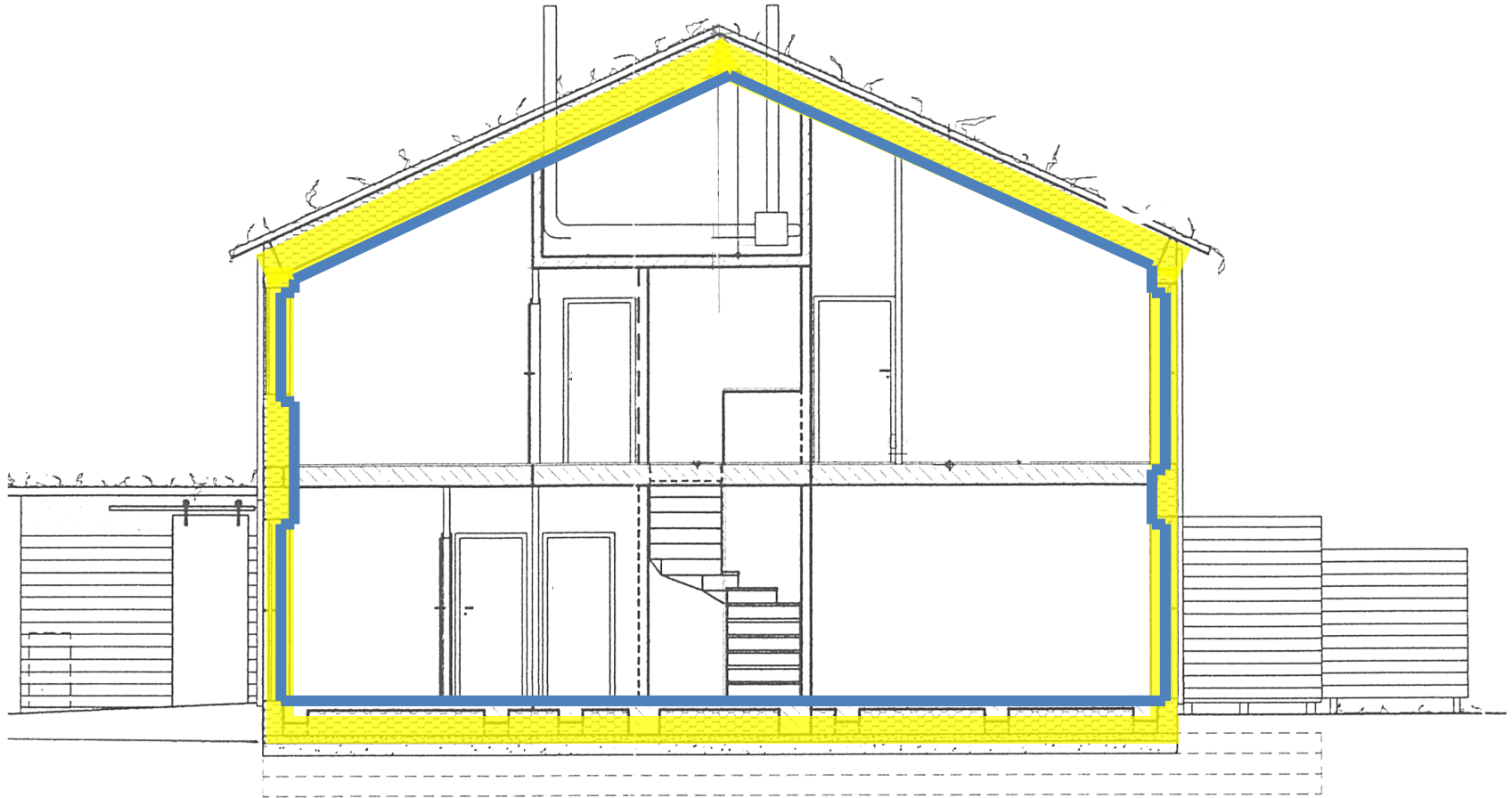
Continuità della tenuta al vento

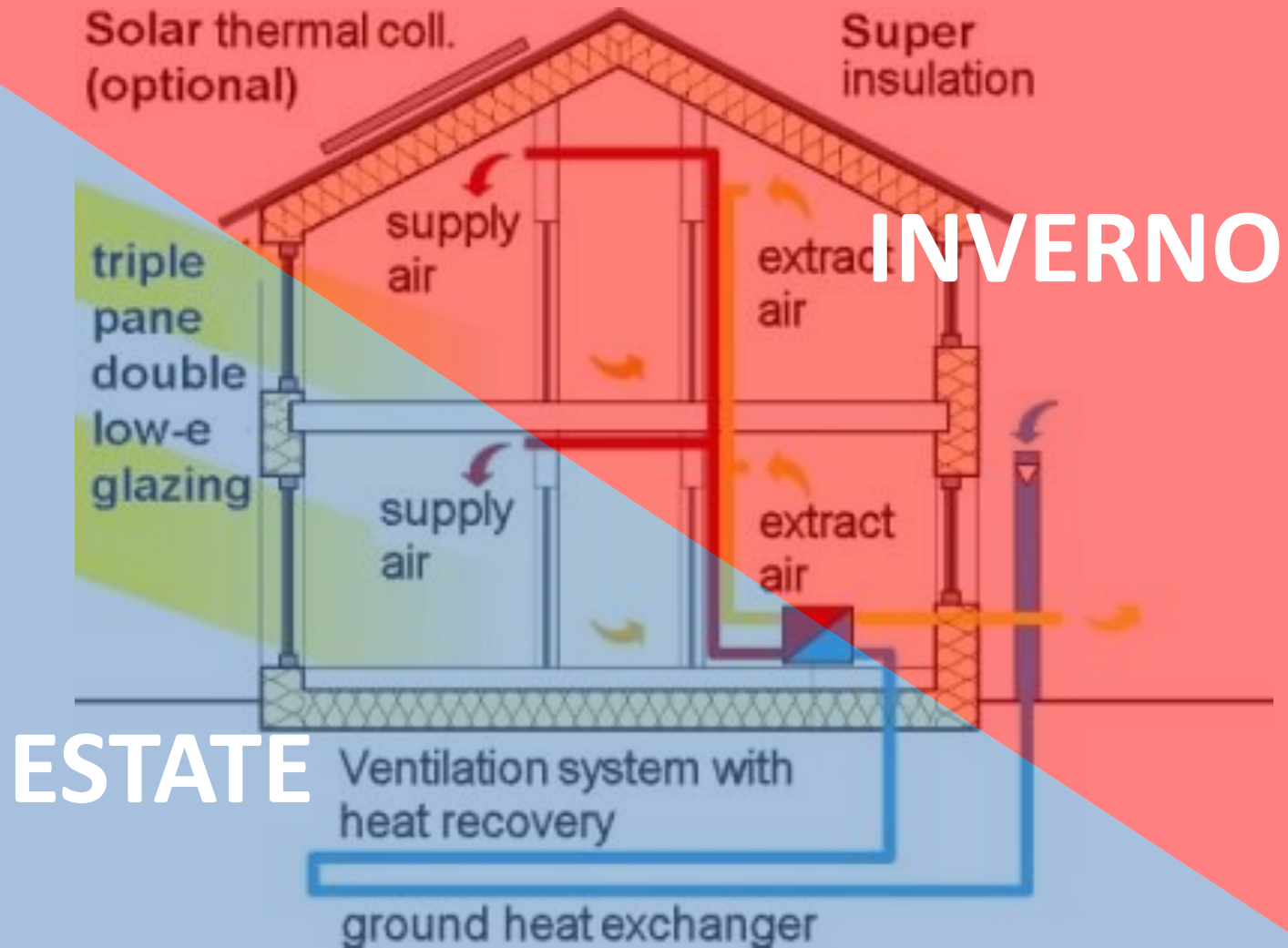
Continuità della tenuta all'acqua



Continuità della coibentazione

Continuità della tenuta all'aria

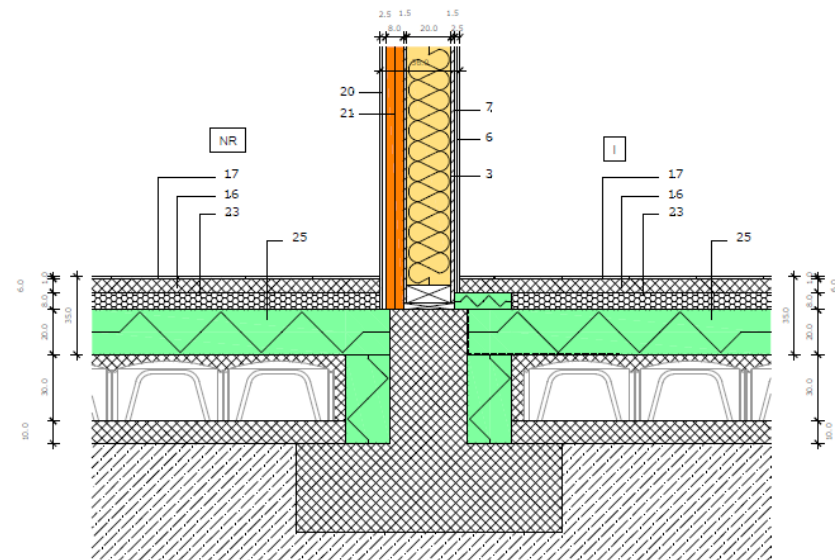
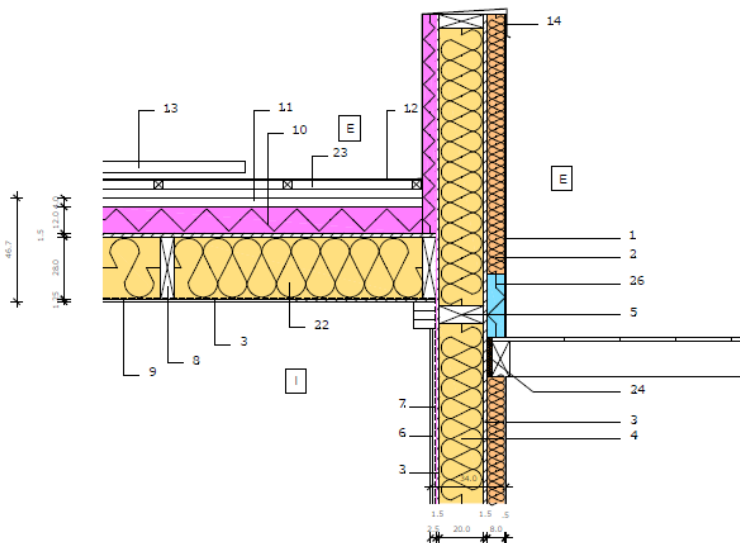
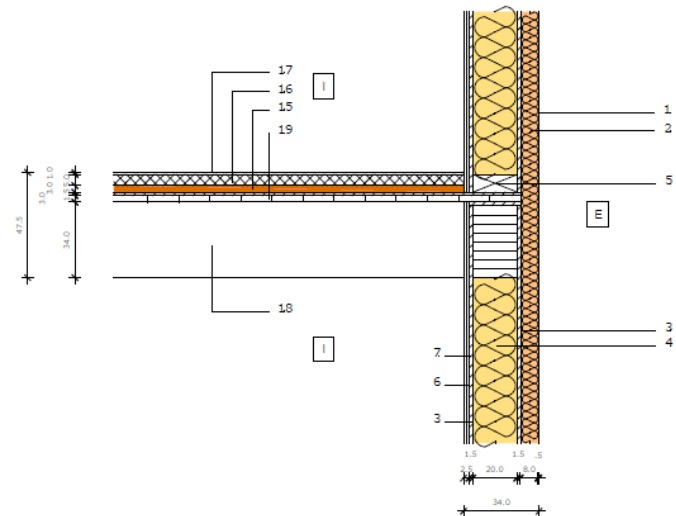
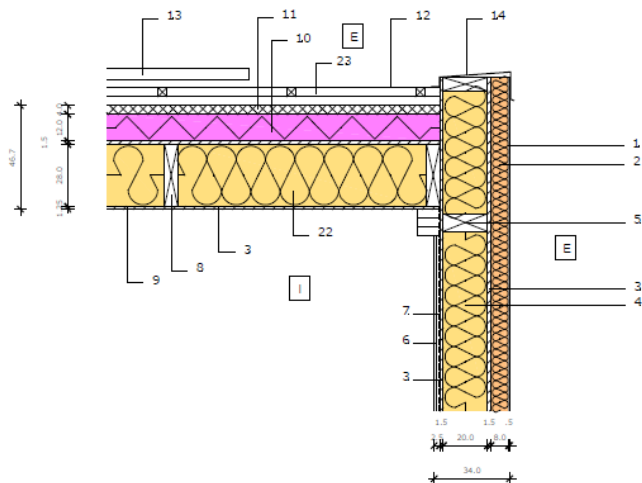




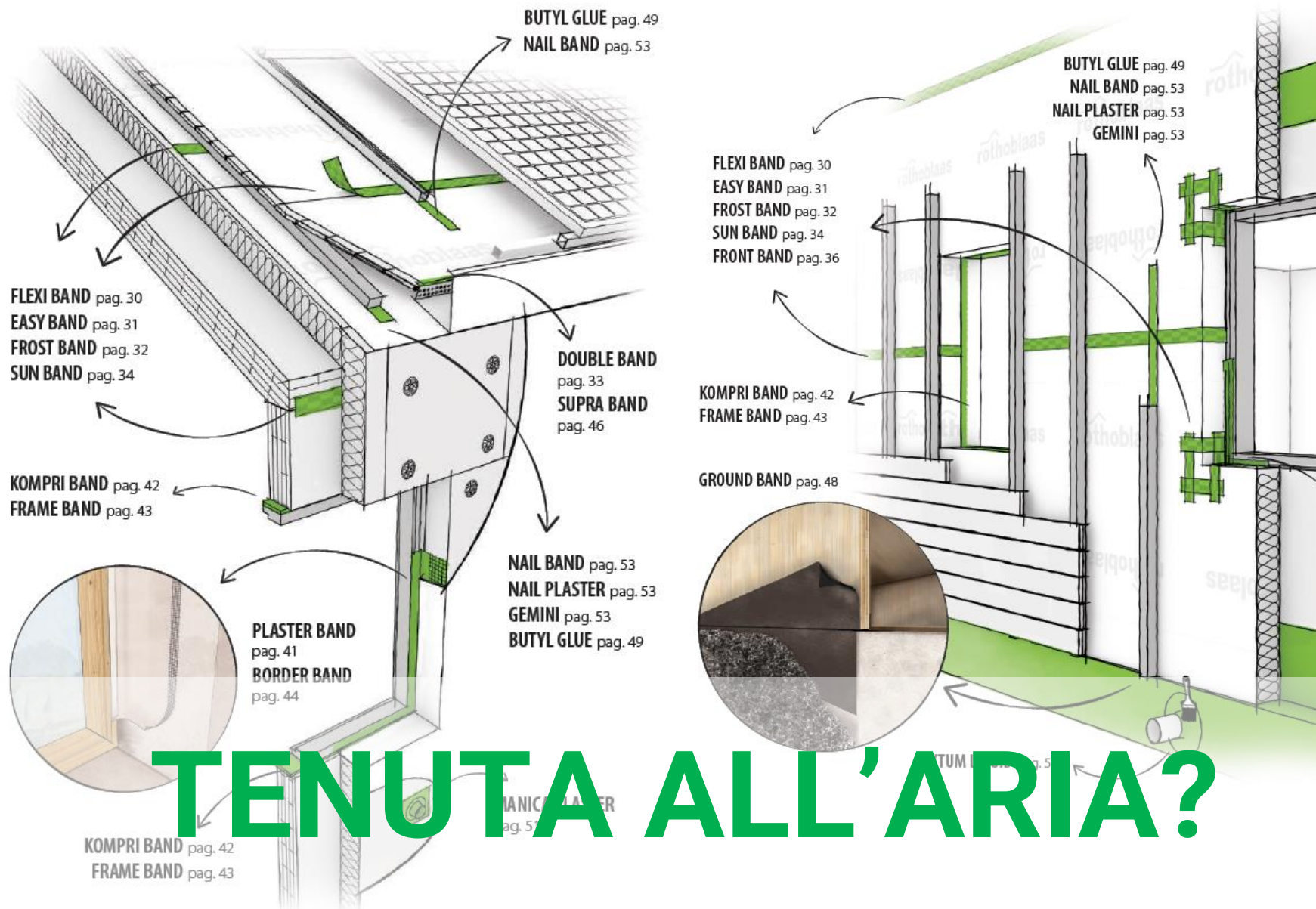
INTRO



TENUTA ALL'ARIA?



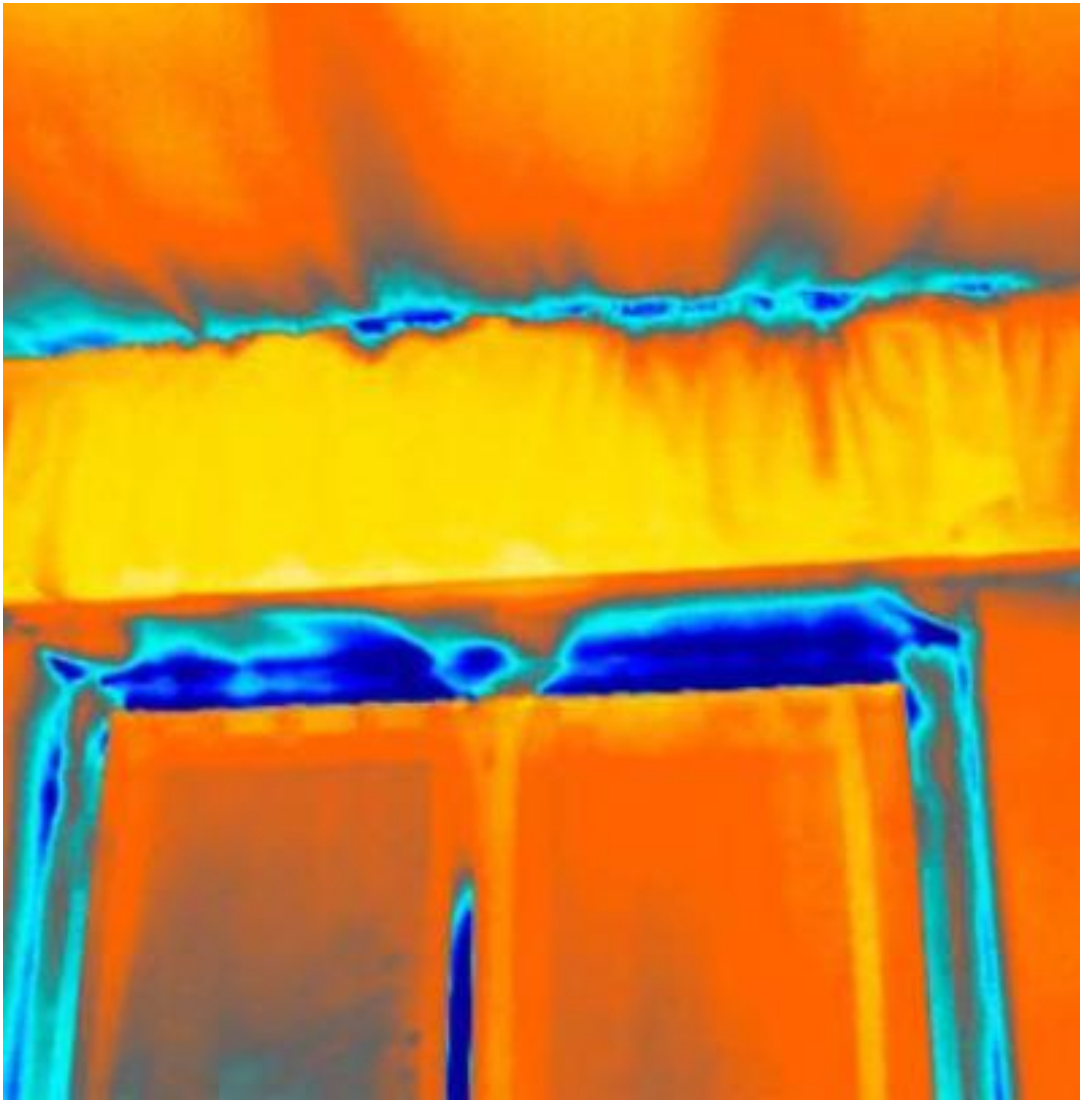
INTRO



TENUTA ALL'ARIA?



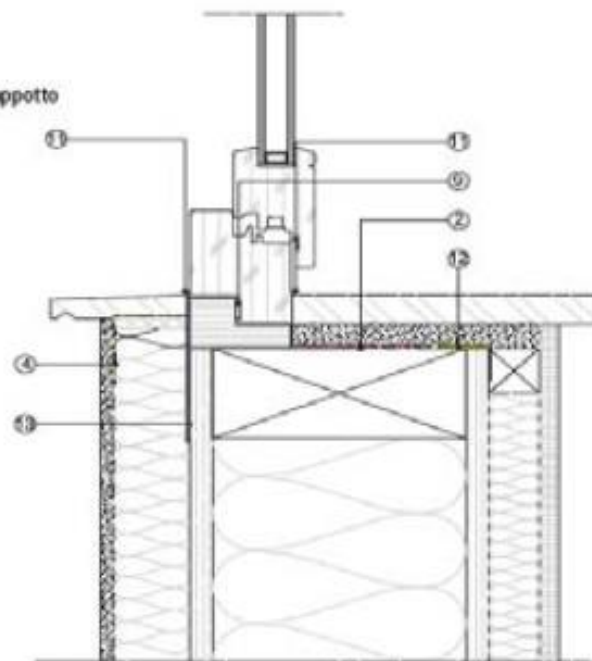
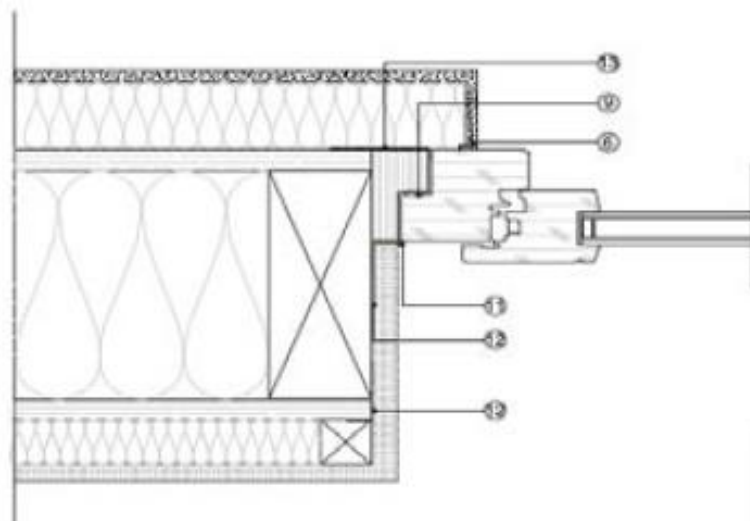
I COMPONENTI/FLUSSI



SERRAMENTI su struttura in legno a telaio

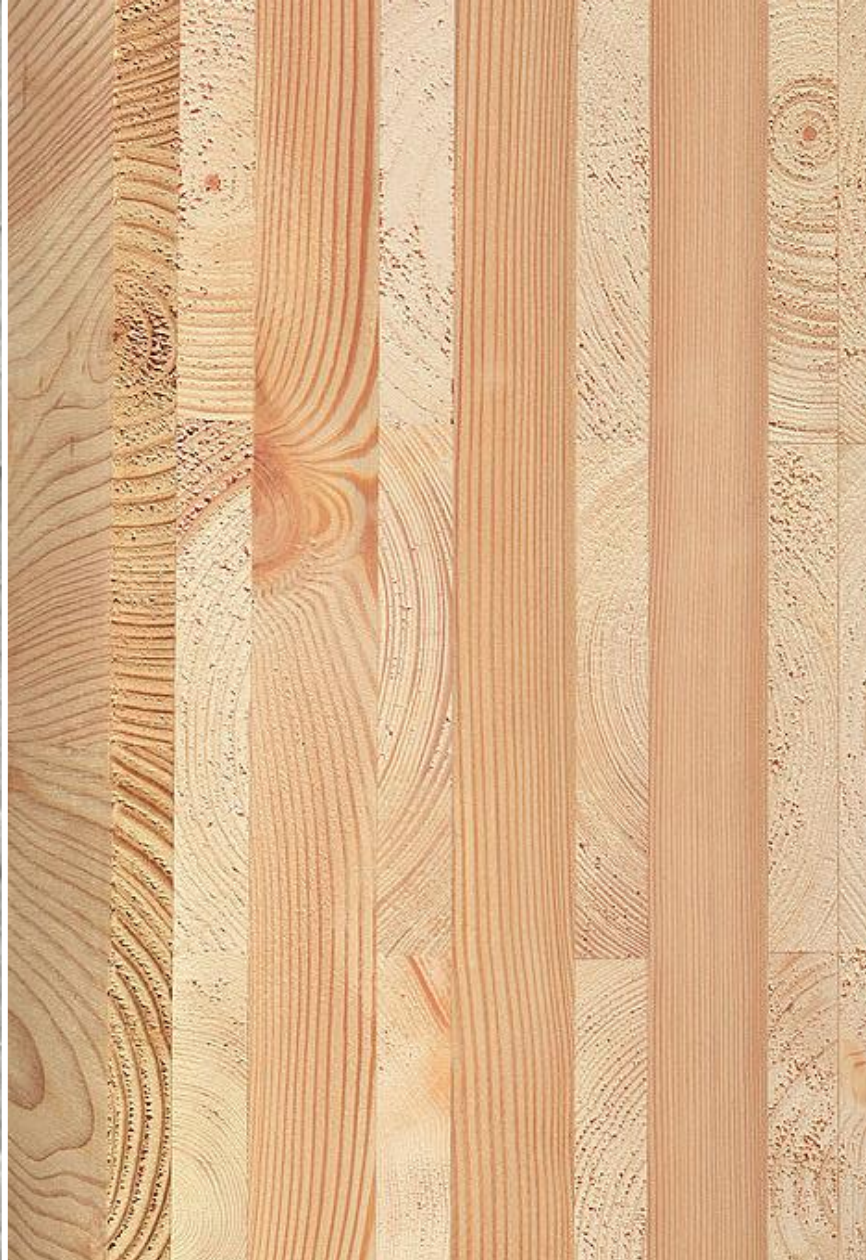
- soluzione costruttiva completa e garantita

Posa con control telaio -
Posa a filo esterno della parete in legno a telaio, con cappotto



- | | | | | | |
|---|-----------------------|----|-----------------------|----|-------------------|
| 1 | USB Foam | 6 | FDB Profile W23 | 11 | USB Sil Power Fix |
| 2 | FDB INT (o FDB Vario) | 7 | FDB Profile W29 Pro | 12 | USB Tape 1 PAP |
| 3 | FDB EXT (o FDB Vario) | 8 | FDB Profile W29 Pro K | 13 | USB Tape 1 PE |
| 4 | AIR Coll 150X | 9 | GAE Universal BG I | | |
| 5 | FDB Profile A11 | 10 | Gae Universal TRIO | | |





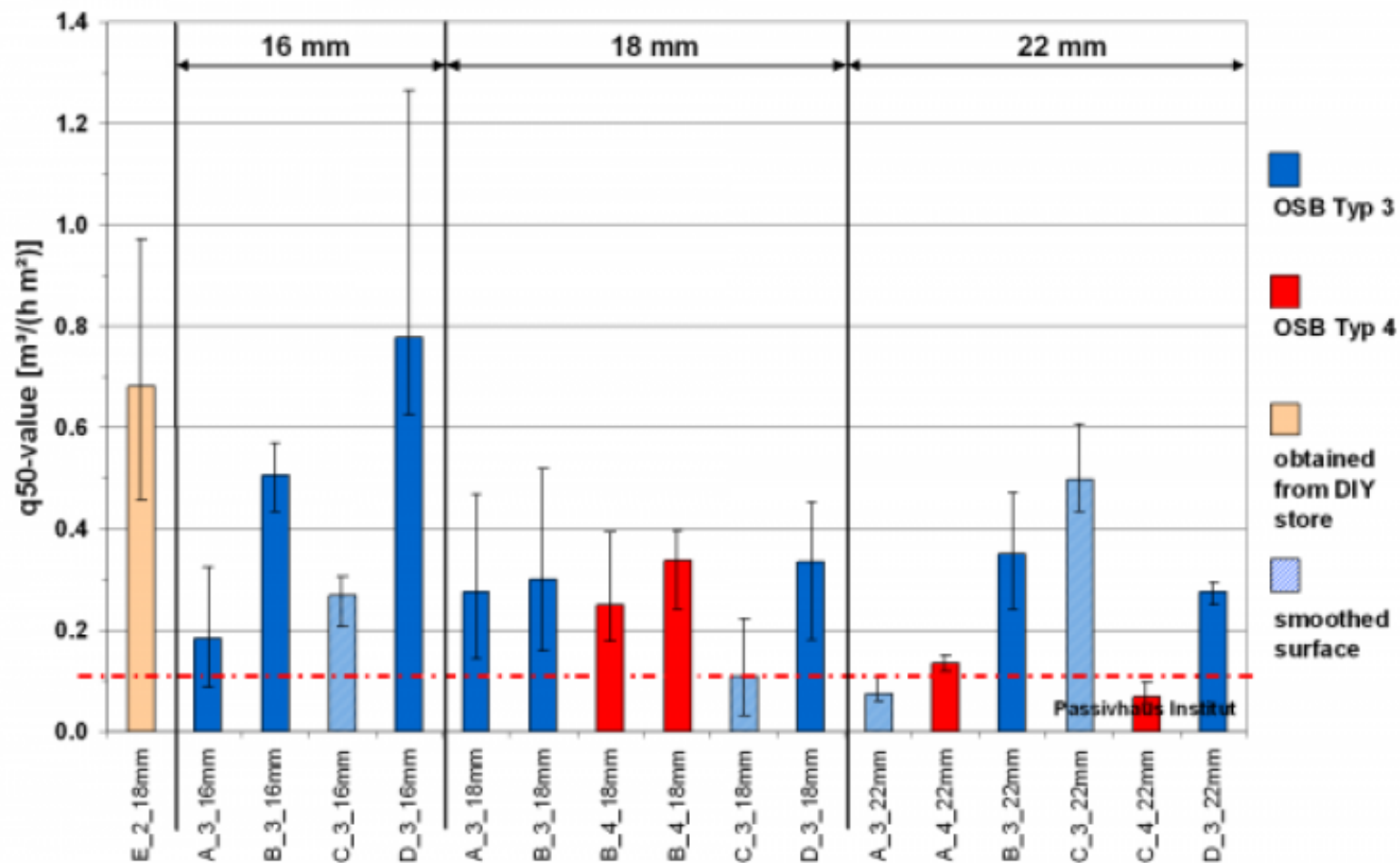
TENUTA ALL'ARIA



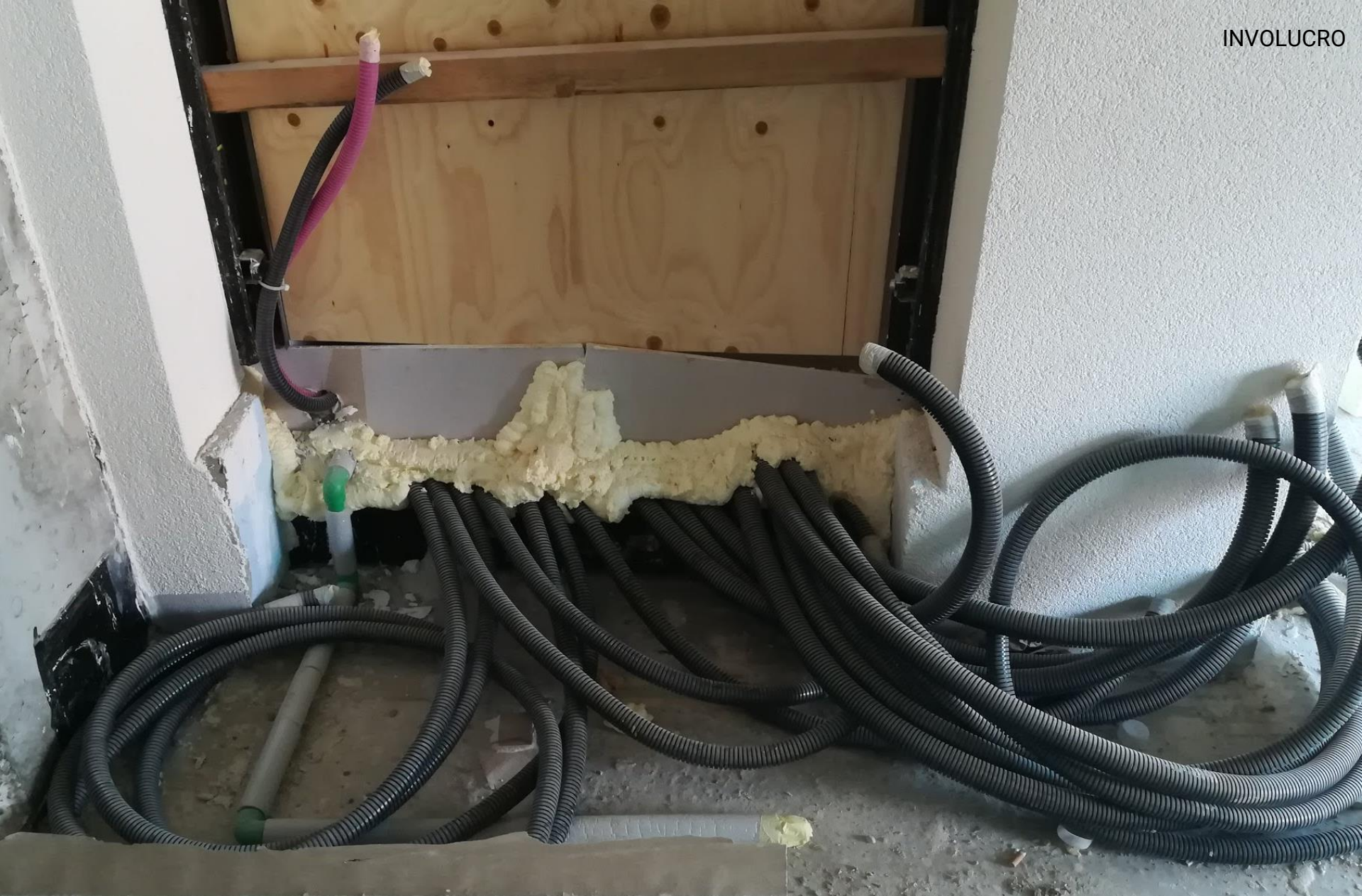
INVOLUCRO



INVOLUCRO



INVOLUCRO







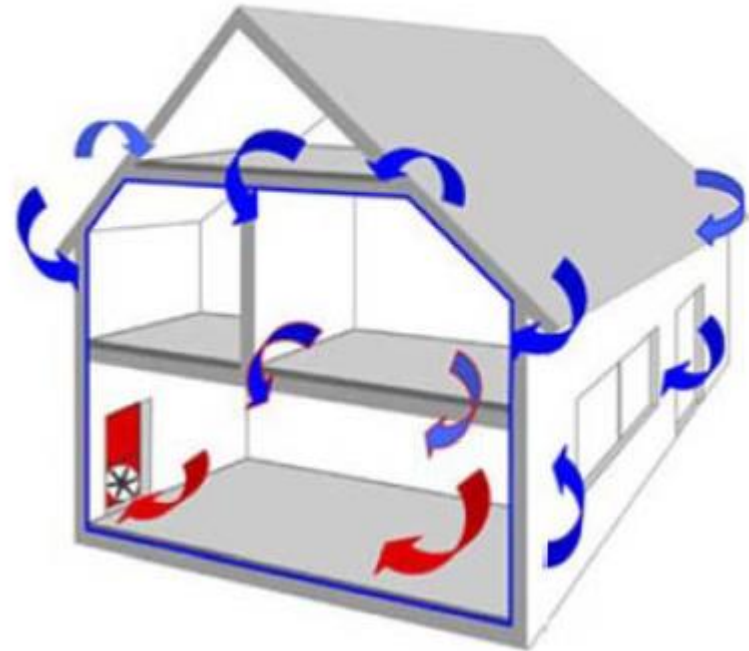
INVOLUCRO

DOBBIAMO MISURARE LA QUALITA'!



Blower door test e rilevamento dei flussi d'aria

Secondo norma ISO 9972 (ha sostituito la UNI EN 13829)



INVOLUCRO

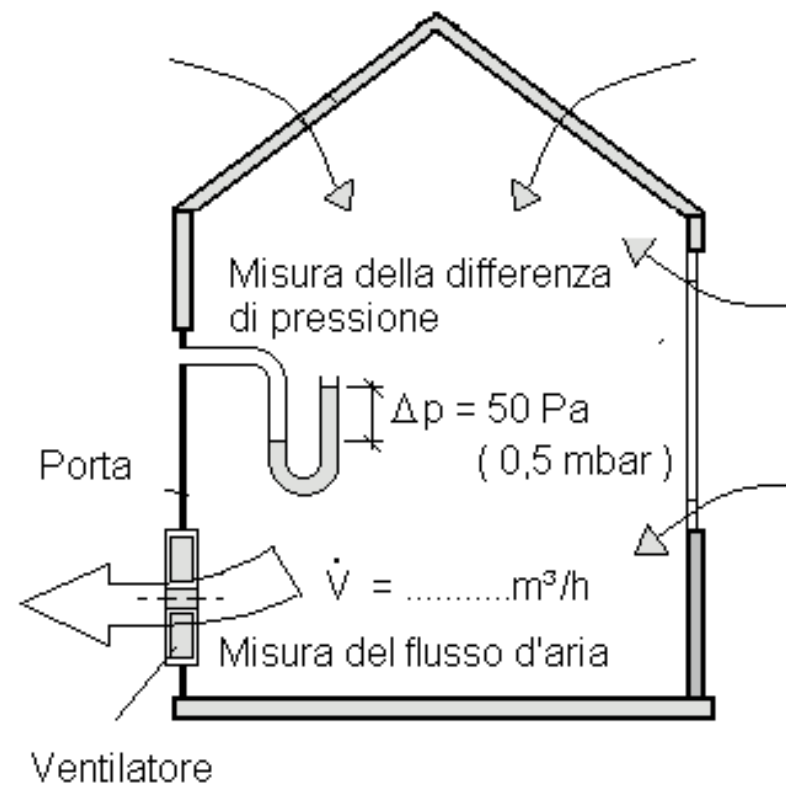
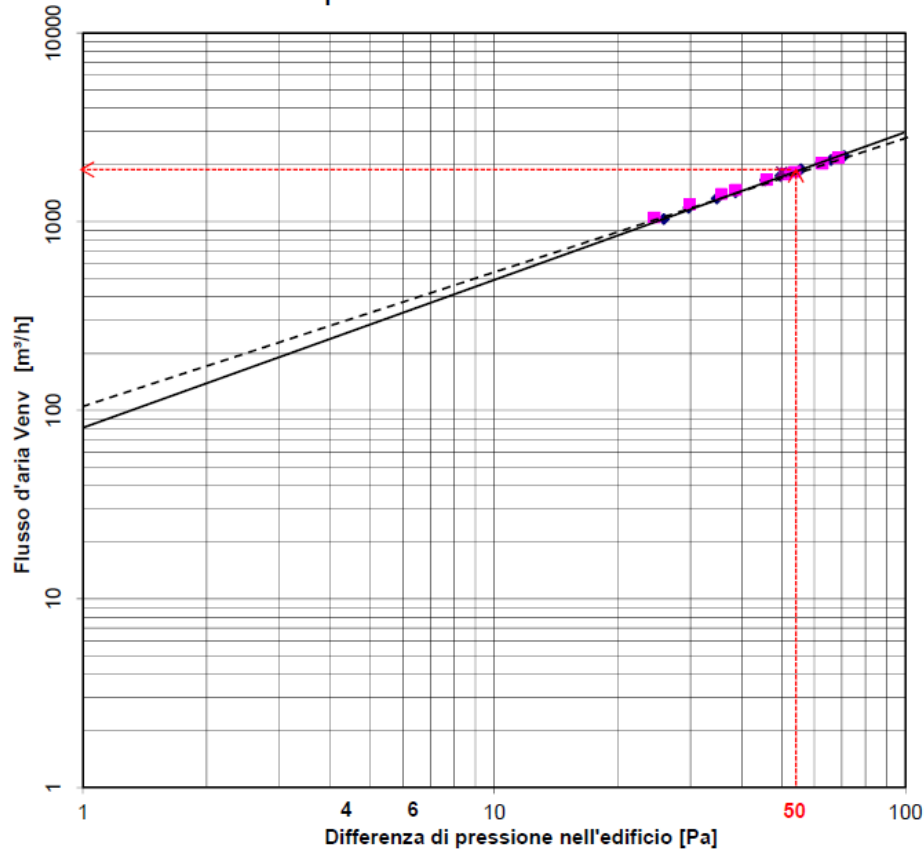


Figura 6.54 – schema dei parametri in gioco per il calcolo del valore n50.

INVOLUCRO

Grafico delle perdite d'aria durante il test BlowerDoor



- ◆ (Flusso d'aria) Depressione [m³/h]
- (Flusso d'aria) Sovrapressione [m³/h]
- * Flusso d'aria a 50Pa [m³/h]

$$n_{50} = \frac{V_{50}}{V_n}$$

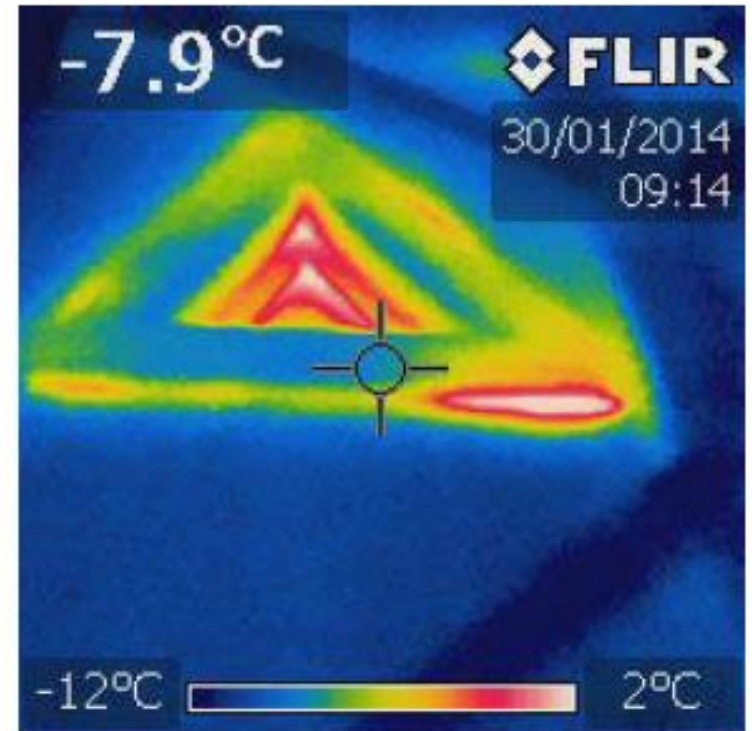
$$[h^{-1}]$$

INVOLUCRO

Preparazione dei test....

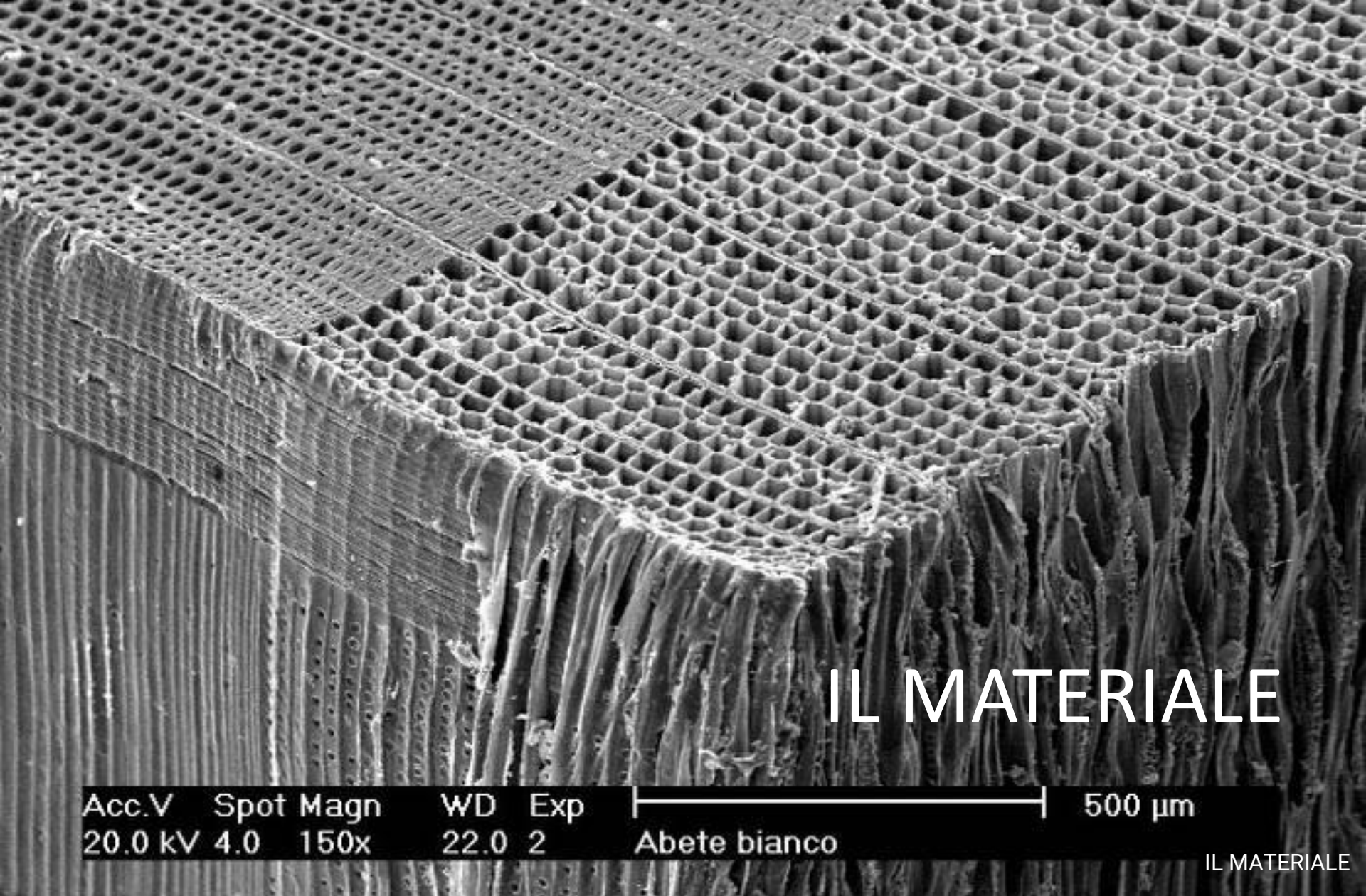


INVOLUCRO



INVOLUCRO

“DURABLE MATERIALS” (resistenza del materiale)



IL MATERIALE

Acc.V Spot Magn WD Exp | 500 μm
20.0 kV 4.0 150x 22.0 2 Abete bianco

IL MATERIALE



Figura 3.2. Edificio realizzato in legno con elementi protetti alla base e rialzati da terra



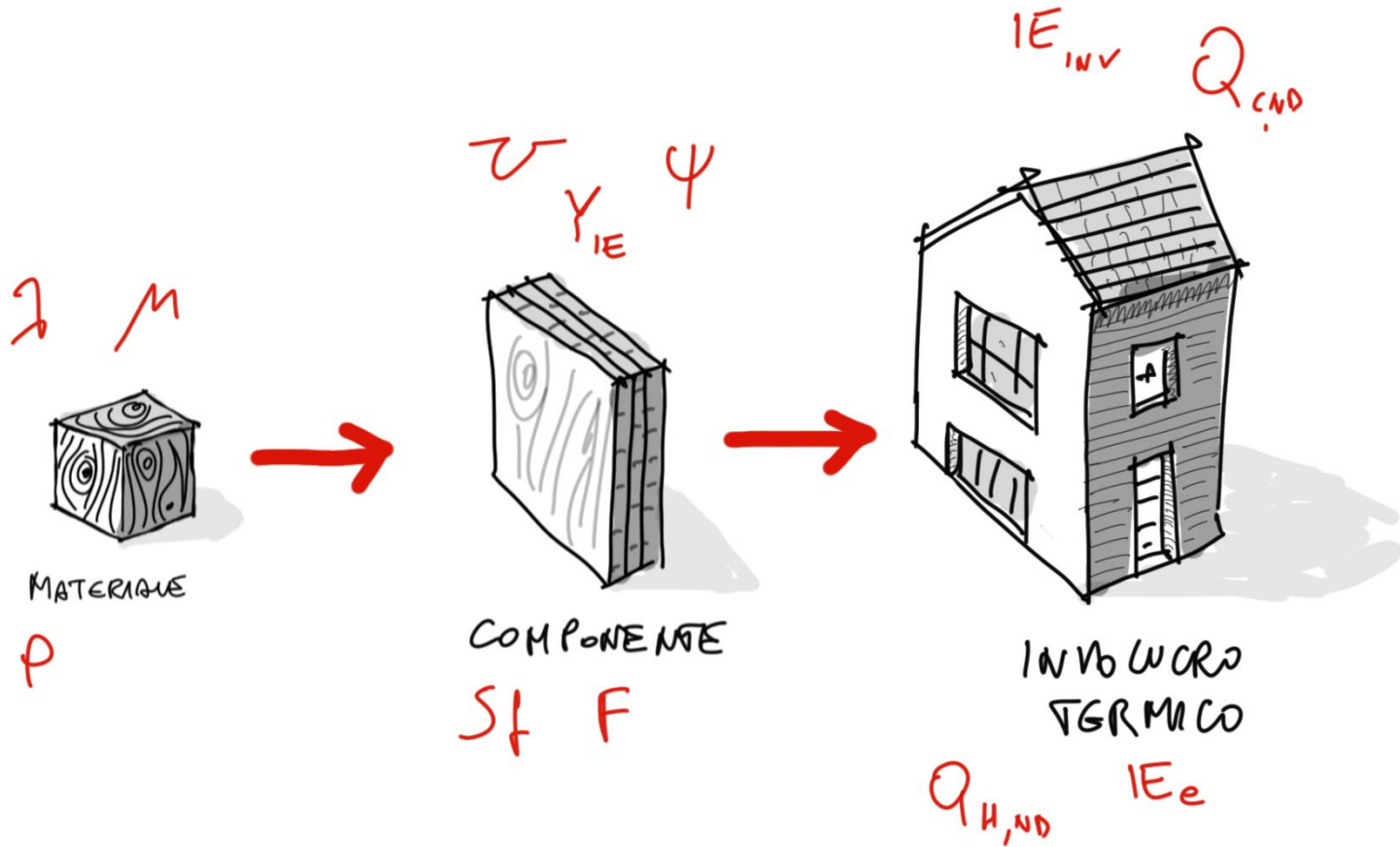
Figura 3.3. Edificio realizzato in legno con elementi esposti (non protetti) al degrado nella zona di attacco a terra



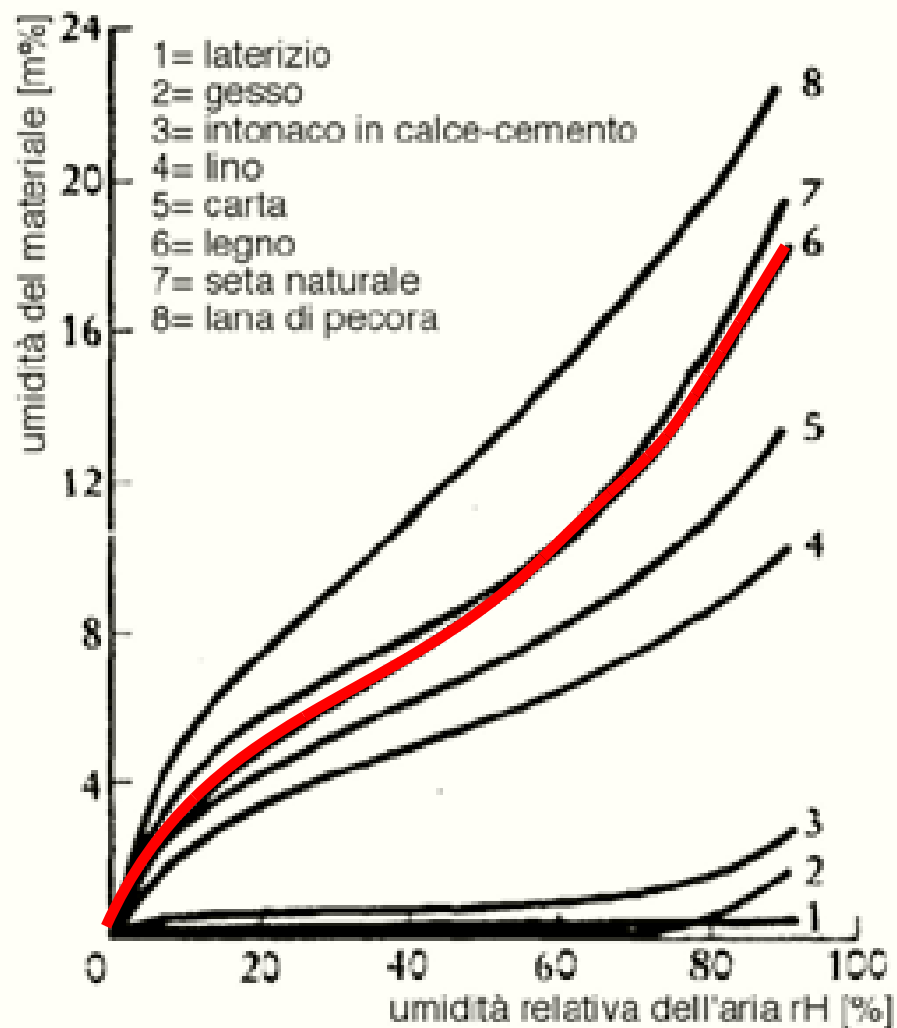
Fig. 3.18 (a÷b) –Lamellare di Iroko (Olanda)con giunti a tutta sezione; Nessuna delaminazione (classe di servizio 3) - Struttura esposta (15 anni)



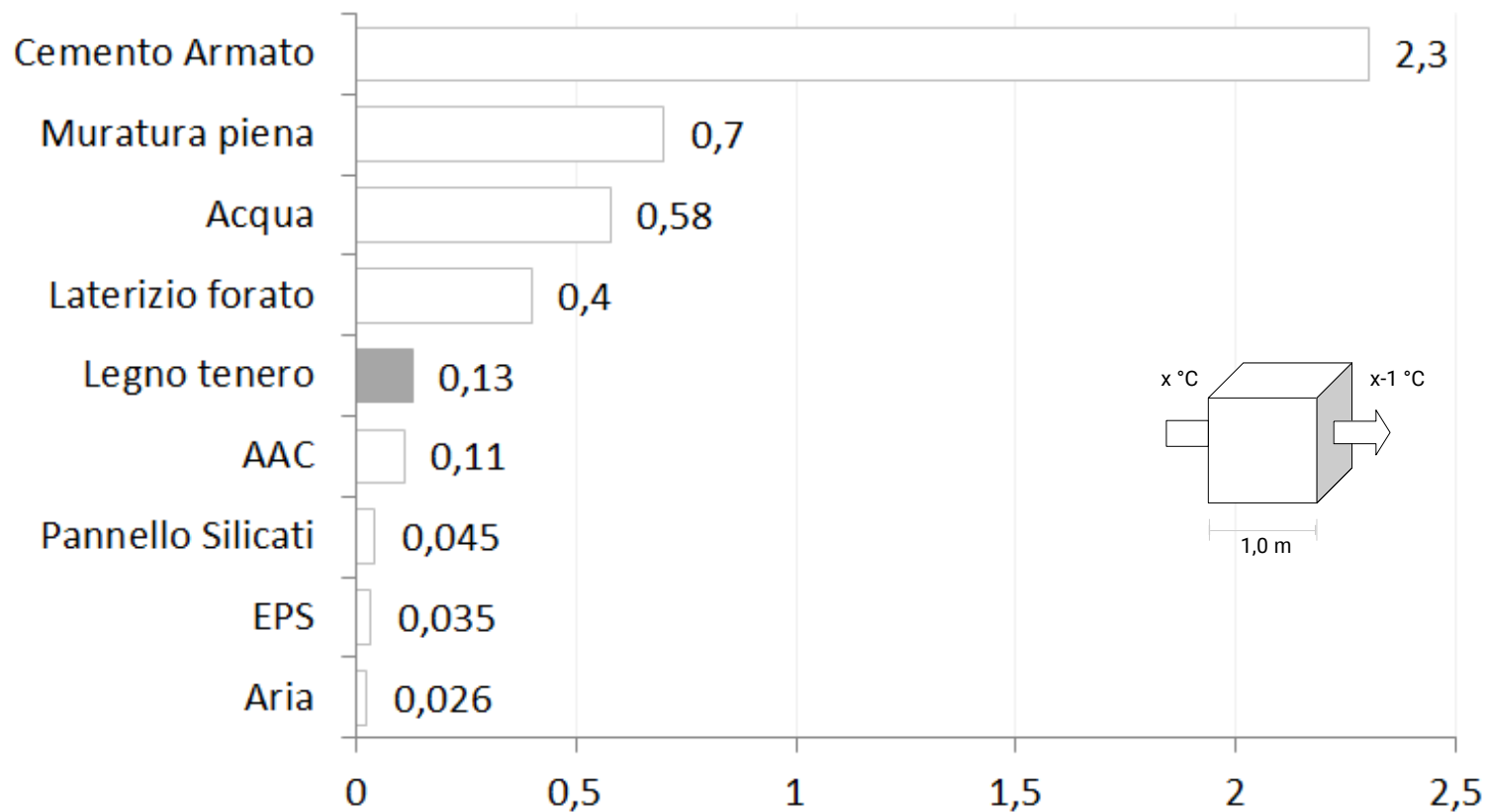
INTRO



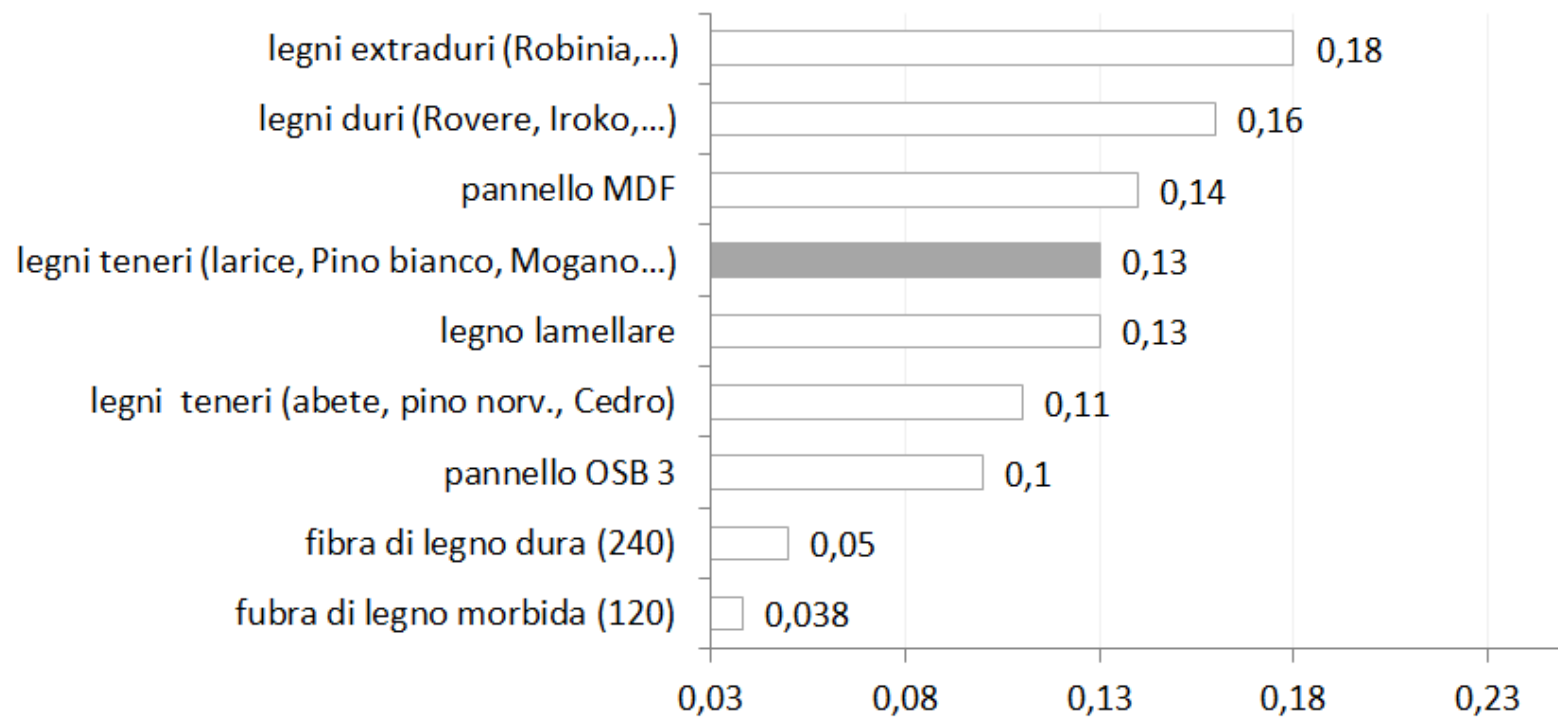
INTRO



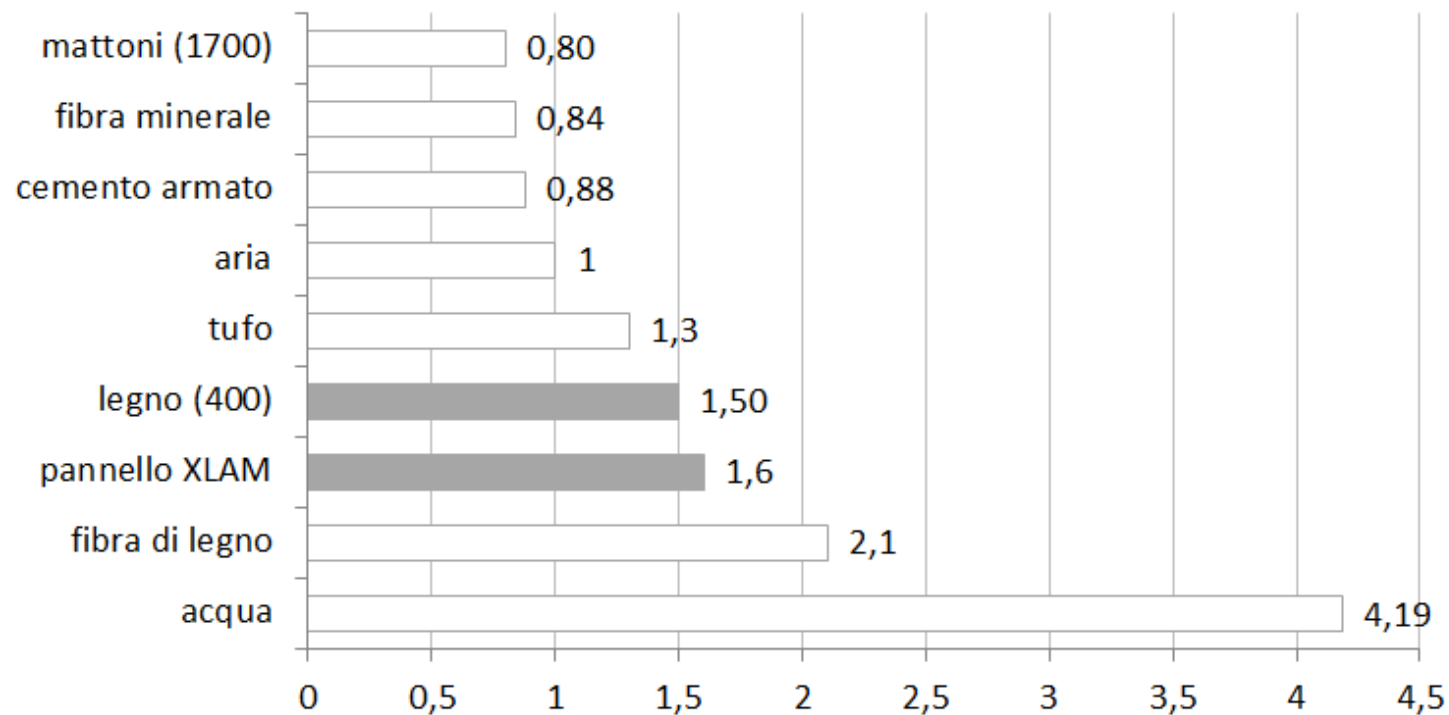
MATERIALE/CONDUCIBILITA' TERMICA



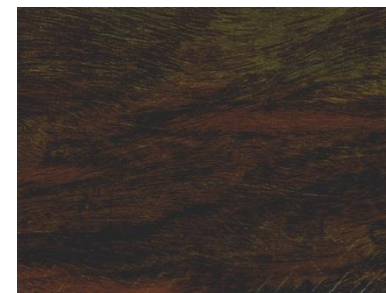
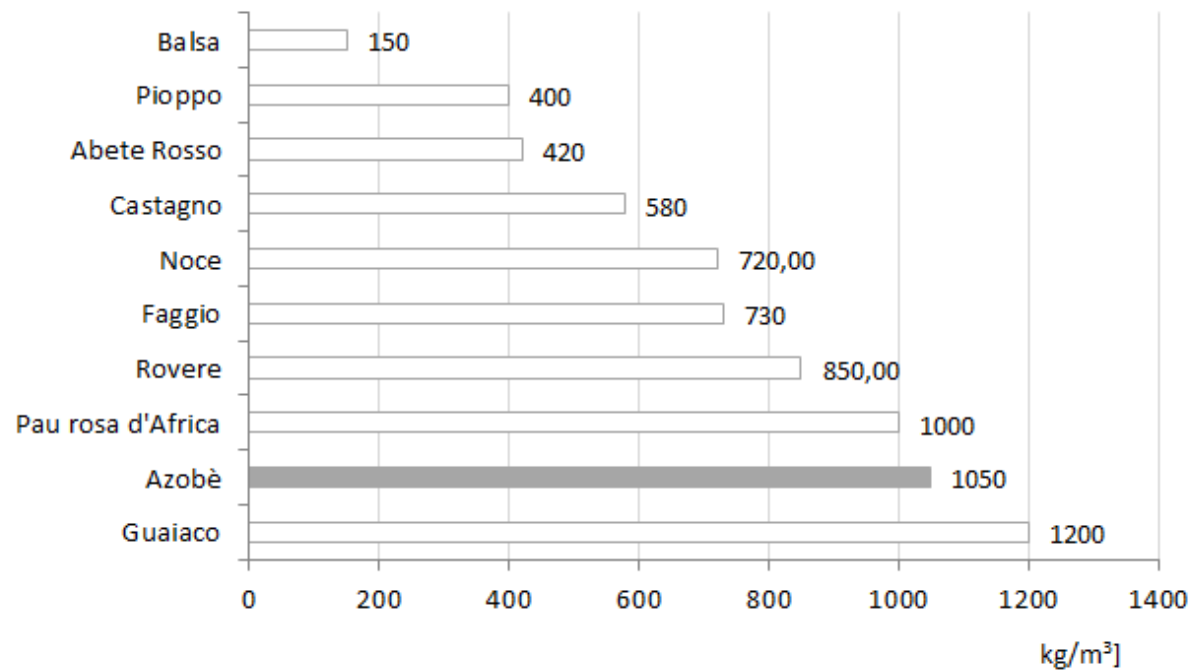
MATERIALE/CONDUCIBILITA' TERMICA



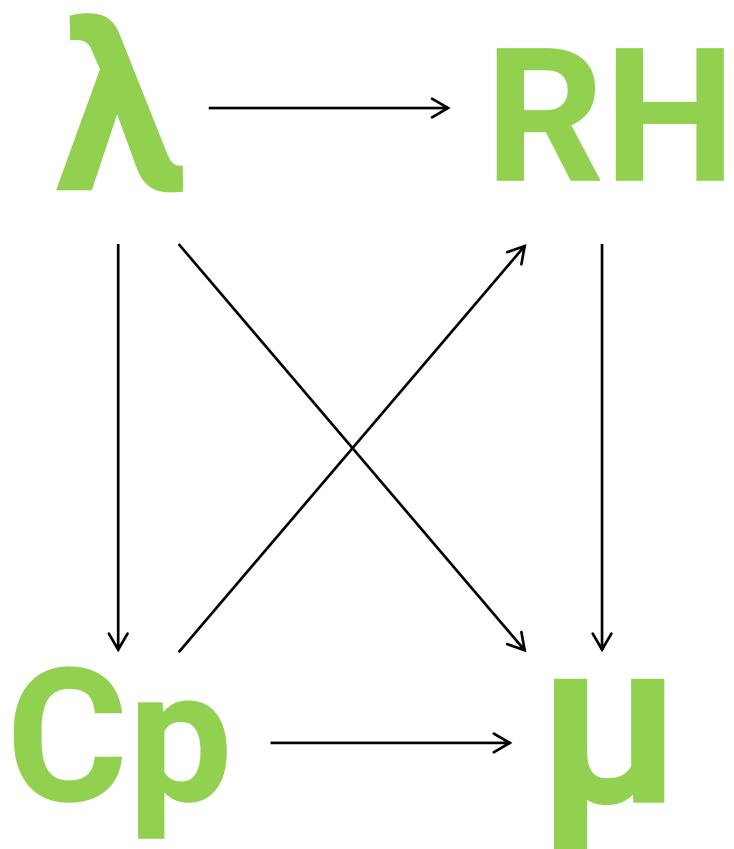
MATERIALE/CONDUCIBILITA' TERMICA

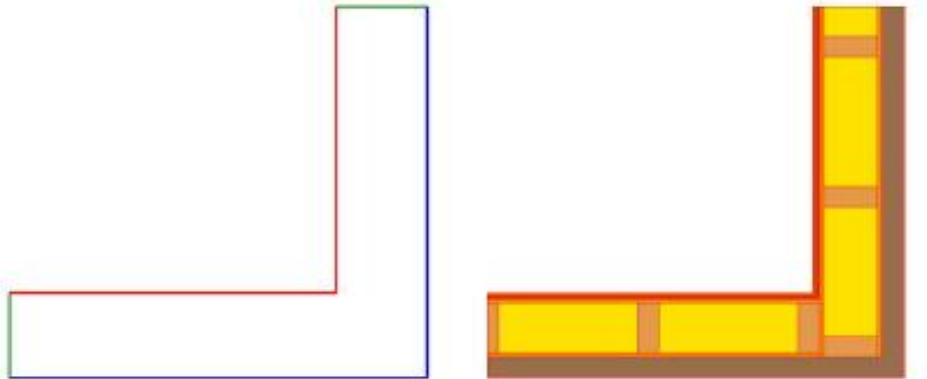
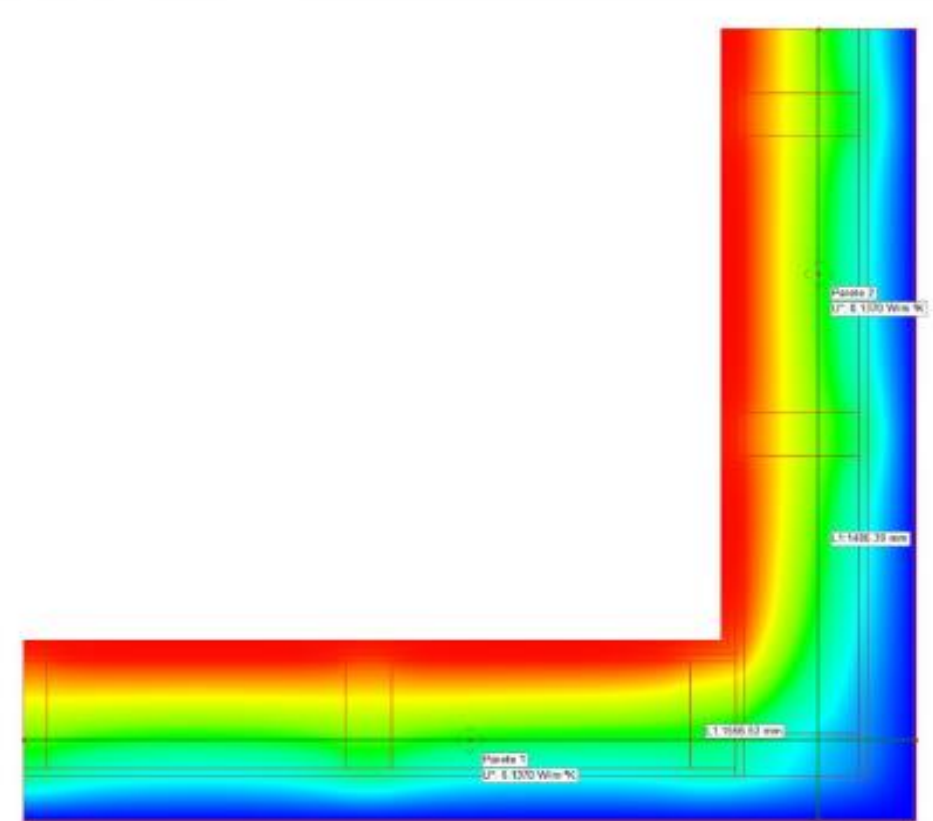


MATERIALE/CAPACITA' TERMICA



MATERIALE/MASSA VOLUMICA





Condizioni ai contorni

Nome	Col.	T Aria [°C]	Tipo R	R [m²K/W]
Ambiente interno	Red	20.000	Interno ISO 6946	-
Ambiente Esterno	Blue	0.000	Costante	0.0400
Adiabatico	Green	-	Costante	-

Materiali

Nome	λ_x [W/mK]	ϵ	Colore
Lana di roccia interna	0.0350	0.900	Yellow
Lana di roccia	0.0370	0.900	Orange
OSB	0.1300	0.900	Light Brown
Legno (flusso trasversale)	0.1300	0.900	Dark Brown
Cartongesso	0.2100	0.900	Light Grey
Fibrogesso	0.6000	0.900	Dark Grey
Intonaco	0.9000	0.900	White

Calcolo ψ

$$\psi = [\psi / \Delta T] - \sum [UxL]$$
$$\psi = [7.4908 \text{ W/m} / 20.00 \text{ °C}] - [0.4167 \text{ W/mK}]$$

Calcolo L1D (0.4167 W/mK)

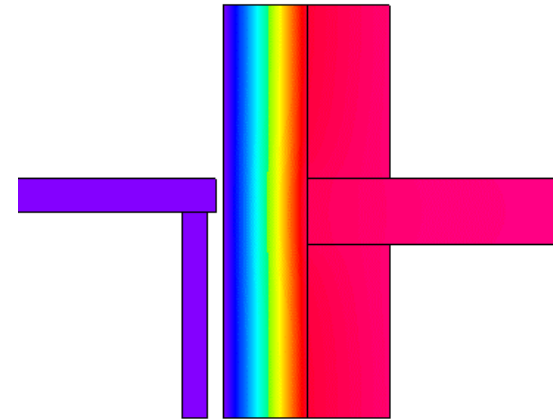
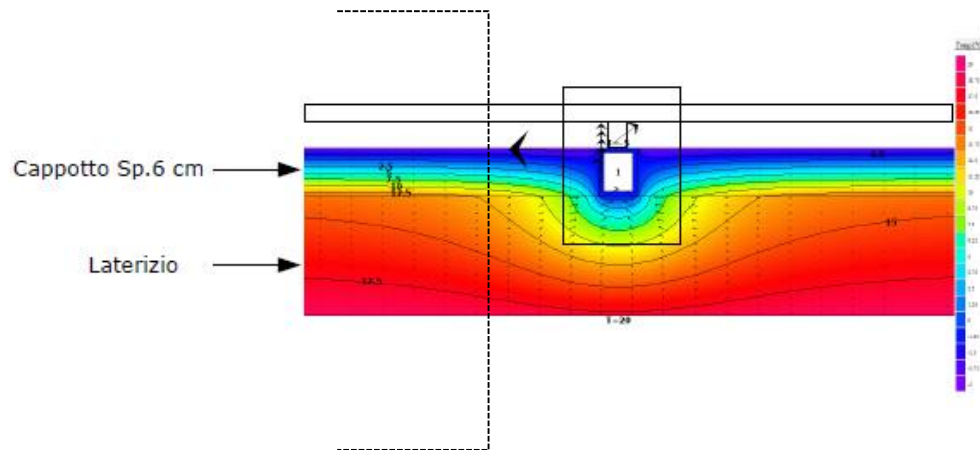
$$U1*1 = [0.1370 \text{ W/m}^2\text{K} \times 1.5565 \text{ m}] = 0.2132 \text{ W/mK}$$
$$U2*2 = [0.1370 \text{ W/m}^2\text{K} \times 1.4854 \text{ m}] = 0.2035 \text{ W/mK}$$
$$U3*3 = [x] = -$$
$$U4*4 = [x] = -$$

L2D, con con ponte:	0.3745 W/mK
L1D, senza ponte:	0.4167 W/mK
ΔT :	20.00 °C
Flusso medio, con ponte:	7.4908 W/m
Flusso, senza ponte:	8.3349 W/m
Errore flusso:	5.33051E-06

I COMPONENTI/CALCOLO PSI

Progetto:	-	Dettaglio:	-	File:	PT angolo esterno
Rif. Cliente:	-	Data:	26/02/2018	Software:	Mold Simulator - 4.0.3 b656 64bit





$$U_{tot} = U_{1D} + \psi \cdot I \quad [W/m^2K]$$

I COMPONENTI/CALCOLO PSI

CONCLUSIONI

- 1 – L'EDIFICIO IN LEGNO HA BISOGNO DI UN PROGETTO DI «MOISTURE DESIGN»**
- 2 – QUESTO PROGETTO DEVE INCLUDERE TUTTE LE RELAZIONI CON LA PARTE TERMICA E SOPRATTUTTO QUELLA DI TENUTA ALL'ARIA**
- 3 – LE FONTI DI UMIDITA' (DI DEGRADO) POSSONO ESSERE DIVERSE DA QUELLE PROGETTATE (CANTIERE O UTILIZZO DIVERSO DELL'EDIFICIO)**
- 4 – GLI EDIFICI STORICI INSEGNANO QUALI SONO LE STRATEGIA PIU' EFFICACI E DURATURE PER PRESERVARE L'INVOLUCRO EDILIZIO.**

INTRO



GRAZIE!!

