

FOCUS

Tenuta all'Aria PATOLOGIE e SOLUZIONI

#Caso studio

INVOLUCRO E IMPIANTI

Naturalnzeb.it

Ing. Andrea Ursini Casalena

Live
Webinar



WEBINAR GRATUITO

03/10/2022
15:00-16:30

- ✓ Focus sulle patologie legate alla mancata, scarsa o inefficiente tenuta all'aria degli edifici
- ✓ *CASO STUDIO*: patologie e soluzioni per la tenuta all'aria
- ✓ Presentazione Corso Completo TENUTA ALL'ARIA



Ing. Paolo Savoia

POSTI LIMITATI



- ✓ **Progettazione termotecnica (involucro + impianti)**
- ✓ **Progettazione acustica (edilizia ed ambientale)**
- ✓ **PND II Livello termografia / Blower Door Test / Monitoraggi ambientali / Endoscopia**
- ✓ **Patologie edilizie (muffe e condense, infiltrazioni, risalita)**
- ✓ **Impianti termici negli edifici ad elevate prestazioni: capire l'involucro per progettare gli impianti**



Impianti termici Superbonus 110% ma non solo (capire gli impianti)



Ponti termici in edilizia



Corso Legge 10 – Involucro + Impianti + AQE/APE



Professione Termotecnico: impianti termici idronici dalla A → Z



In modalità zen, gli errori si chiamano esperienza → imparare dall'esperienza **altrui è meglio**

La tenuta all'aria è da vedere come l'impermeabilizzazione... fai tutto bene ma te ne dimentichi un pezzettino ed il danno è fatto!

Il vantaggio dell'impermeabilizzazione è che l'acqua segue la sola forza di gravità e si infila verso il basso (canalizzazione esclusa)

L'aria si infila in tutti i modi, dal basso, dall'alto, in orizzontale, anche se protetta da sporti ed è influenzata anche da eventuali sistemi impiantisti interni



Modulo 1 - Legislazione, normativa, effetti

+110 pagine di slide, manualistica di aziende, studi di enti, file di calcolo, esempi di report



Modulo 2 - Prova in opera, Esempi di tenuta all'aria

+70 pagine di slide con esempi e +120 pagine di dettagli e foto documentazione di cantiere



Modulo 3 - Effetto della tenuta all'aria sugli impianti e sull'involucro

+80 pagine di slide con approfondimenti



Legislazione, normativa, effetti -1

Perché fare tenuta all'aria

Definizione di tenuta all'aria e al vento

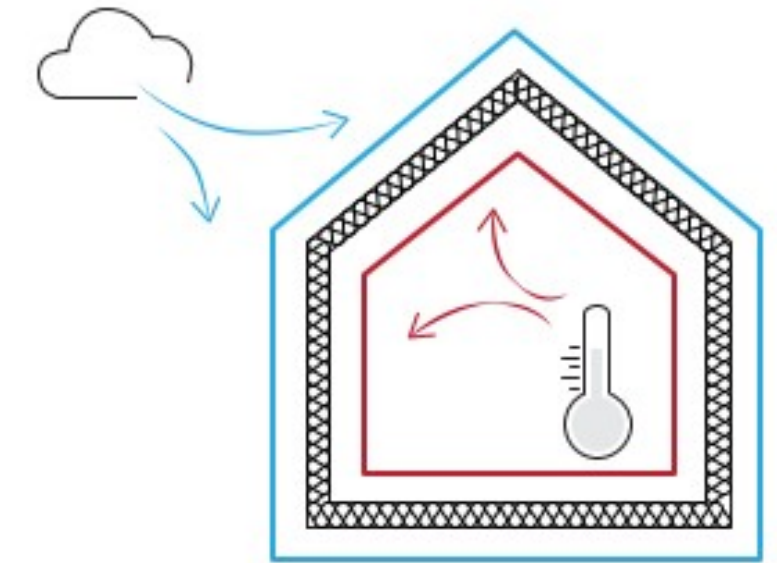
I materiali edili e tecnici (nastri, teli etc) e i valori di permeabilità all'aria

I materiali presenti sul mercato

La tenuta all'aria dei serramenti

Definizioni delle grandezze in gioco

Calcolo teorico della portata di rinnovo partendo dai materiali (con foglio di calcolo)





Legislazione, normativa, effetti -2

Effetti della scarsa tenuta all'aria:

- energetici
- IAQ
- comfort
- patologici
- acustici
- statici





Legislazione, normativa, effetti -3

Regolamenti tecnici (leggi, decreti e circolari)

Normativa tecnica (UNI, UNI EN, UNI EN ISO)

Tenuta all'aria e Superbonus Faq ENEA 16.D (con foglio di calcolo)

Normativa tecnica sulla tenuta all'aria degli impianti (canali) (con foglio di calcolo)

La tenuta all'aria nei protocolli volontari di certificazione energetica: confronto tra le richieste





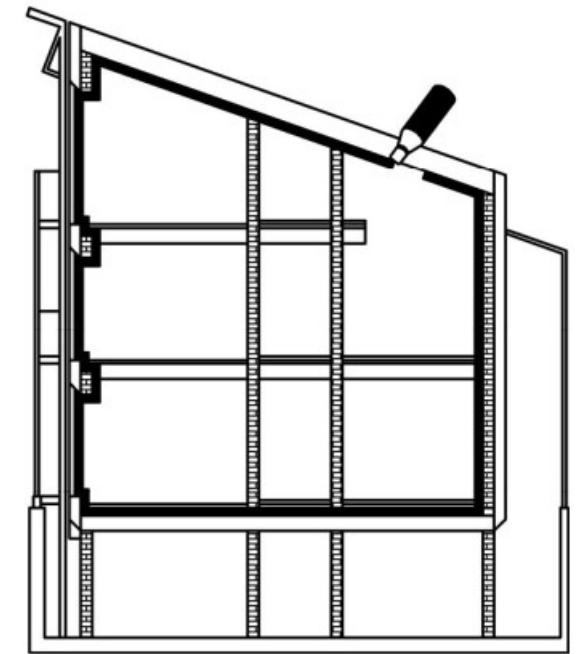
Legislazione, normativa, effetti -4

La progettazione della tenuta all'aria: primo passo per realizzarla

Norma DIN 4107-7: la norma tedesca sulla tenuta all'aria

La tenuta all'aria nella riqualificazione energetica: i maggiori problemi riscontrati ed i possibili danni da evitare

La tenuta all'aria ed i caminetti/stufe/focolari a legna: attenzioni da porre in atto





Legislazione, normativa, effetti -4

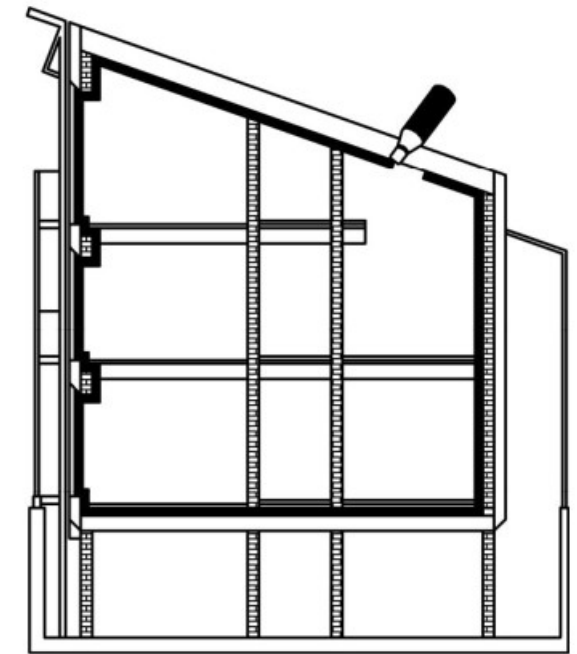
La progettazione della tenuta all'aria: primo passo per realizzarla

Norma DIN 4107-7: la norma tedesca sulla tenuta all'aria

La tenuta all'aria nella riqualificazione energetica: i maggiori problemi riscontrati ed i possibili danni da evitare

La tenuta all'aria ed i caminetti/stufe/focolari a legna: attenzioni da porre in atto

La tenuta all'aria nel tempo: quanto dura?





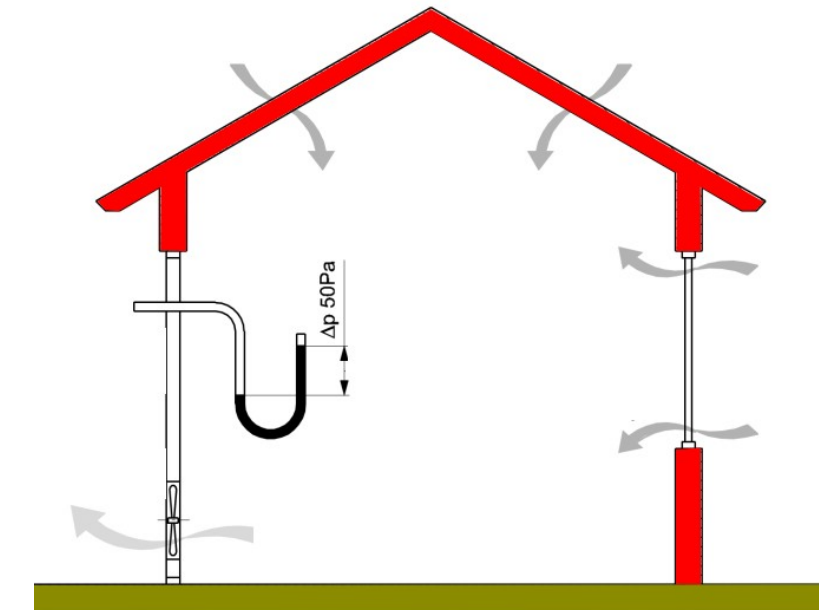
Legislazione, normativa, effetti -5

Il blower door test

- spiegazione dei concetti
- norme tecniche a confronto
- l'esecuzione della prova
- i report di prova (modelli in pdf)
- interpretazione dei risultati capire dove sono i difetti

Tecniche a supporto del blower door test

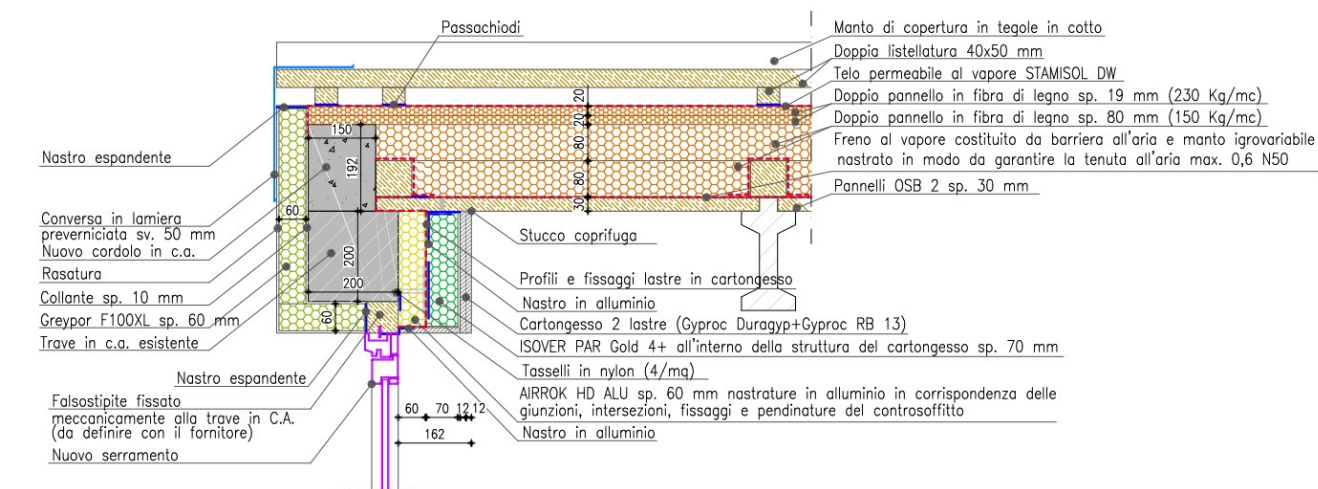
- termografia
- generatore di fumo freddo
- anemometro a filo caldo





Prova in opera, Esempi di tenuta all'aria -1

Sistemi di tenuta all'aria: analisi delle soluzioni commerciali



Casi studio: progettazione dei nodi (in pdf), fotodocumentazione della realizzazione ed eventuali analisi delle prove di tenuta

Edificio 1: nuovo edificio con struttura in muratura e tetto in legno

Edificio 2: nuovo edificio con struttura in calcestruzzo

Edificio 3: nuovo edificio con struttura in legno a telaio

Edificio 4: nuovo edificio con struttura in legno XLAM

Edificio 5: riqualificazione di complesso direzionale con isolamento dall'interno



Prova in opera, Esempi di tenuta all'aria -2

Foto-documentazione dal cantiere

Tanti esempi di come fare e come non fare la tenuta all'aria a tutti i livelli sia per nuove costruzioni che per ristrutturazioni, isolamenti dall'interno e dall'esterno, materiali naturali o sintetici, componenti opachi, trasparenti ed impianti



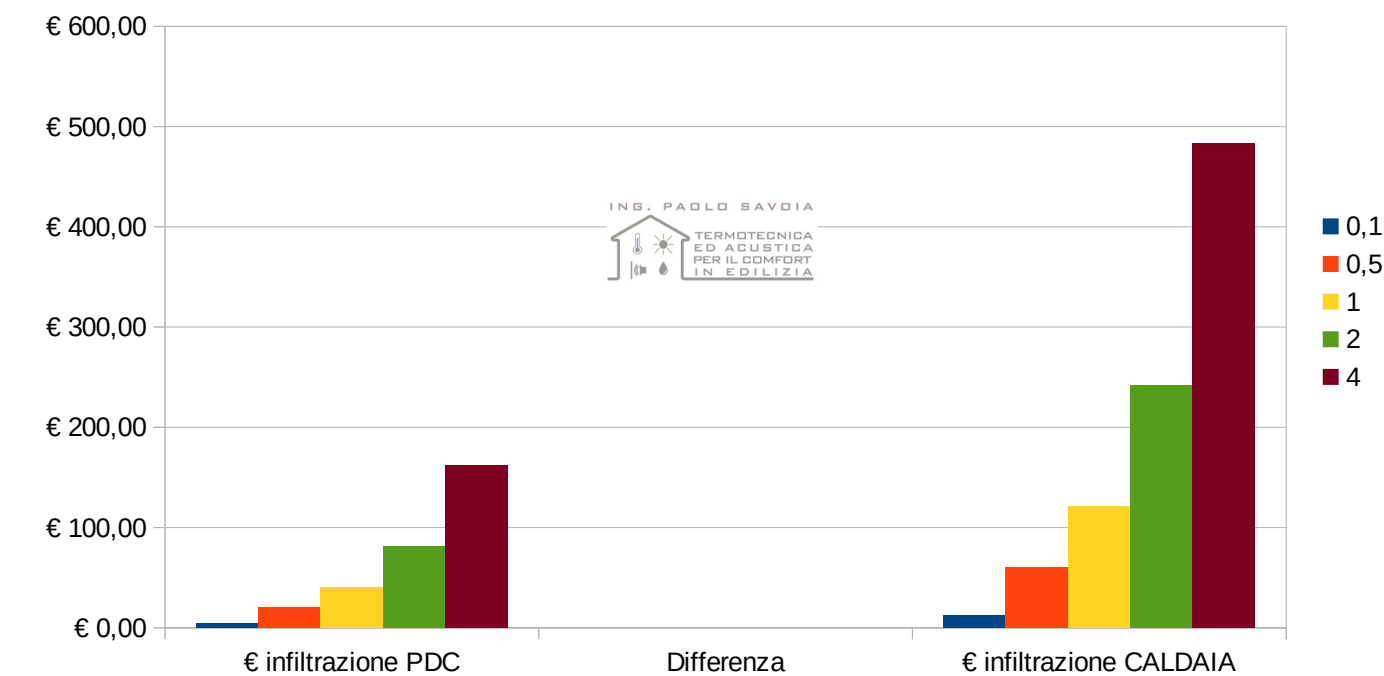


Effetto della tenuta all'aria sugli impianti e sull'involucro -1

Scarsa tenuta all'aria:

- aumento del fabbisogno energetico per ventilazione con calcolo del valore della tenuta all'aria
- aumento del fabbisogno di potenza per ventilazione
- aumento del fabbisogno per trasmissione
- riduzione del rendimento energetico della VMC
- problematiche di messa in sovrappressione e/o depressione
- terminali di emissione in funzione della tenuta all'aria: quali?
- ripercussioni sull'AIQ
- comfort con importante caso studio
- marcescenza delle strutture lignee

Costo annuo (inverno) infiltrazioni d'aria





Effetto della tenuta all'aria sugli impianti e sull'involucro -2

Casi studio di mancata tenuta all'aria (supportati da termografie, report di prova ed altri elementi di indagine) e progettazione della sistemazione:

- cattiva impermeabilizzazione?
- muffa esterna?
- muffa esterna in presenza di corretta esecuzione del passafuori?





Cosa comporta una tenuta all'aria non ottimale? -1

Effetti energetici

- aumento del fabbisogno energetico per ventilazione (spifferi) → aumento costo terminali
- aumento del fabbisogno energetico per trasmissione (aumento conducibilità materiale attraversato per maggiore T e maggiore UR → riduzione della resistenza termica)
- riduzione del rendimento energetico della VMC (flussi NON recuperati)
- incremento delle dispersioni degli impianti termici “convettivi”

Effetti sull'AIQ

- infiltrazioni incontrollate di odori, polvere, inquinanti esterni (aumenta il ricambio dell'aria ma questa NON è filtrata)
- passaggio di odori tra unità immobiliari (solai in legno di interpiano...)
- difficoltà/costo energetico nello sbilanciamento in sovrappressione - depressione

Effetti sul comfort:

- spifferi con correnti di aria indesiderata (attorno agli infissi...)
- “lago freddo” a pavimento nella stagione estiva (tipico fenomeno delle giornate fredde e ventose)
- infiltrazioni di aria secca in inverno (cala UR) e umida in estate (aumenta UR)





Cosa comporta una tenuta all'aria non ottimale? -2

Effetti sulla strutture edilizie / vizi costruttivi

- condensazione interstiziale in pareti e tetti in legno → marcescenza
- exfiltrazione di aria calda e umida con formazione di muffe/ condense sugli strati esterni alla costruzione

Effetti acustici

- riduzione dell'isolamento acustico di facciata, ma anche tra solai e pareti

Effetti statici

- danni statici anche gravi (ad esempio marcescenza delle teste delle travi in legno in strutture con isolamento interno)



**TUTTI QUESTI EFFETTI PENSO SIANO SUFFICIENTI PER CAPIRE L'IMPORTANZA DI UNA CORRETTA
TENUTA ALL'ARIA**



Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione

Nuova abitazione (abitata, il ponteggio è per la finitura del cappotto che non era stata eseguita)

Cappotto + muratura + intercapedine con lana minerale + cartongesso

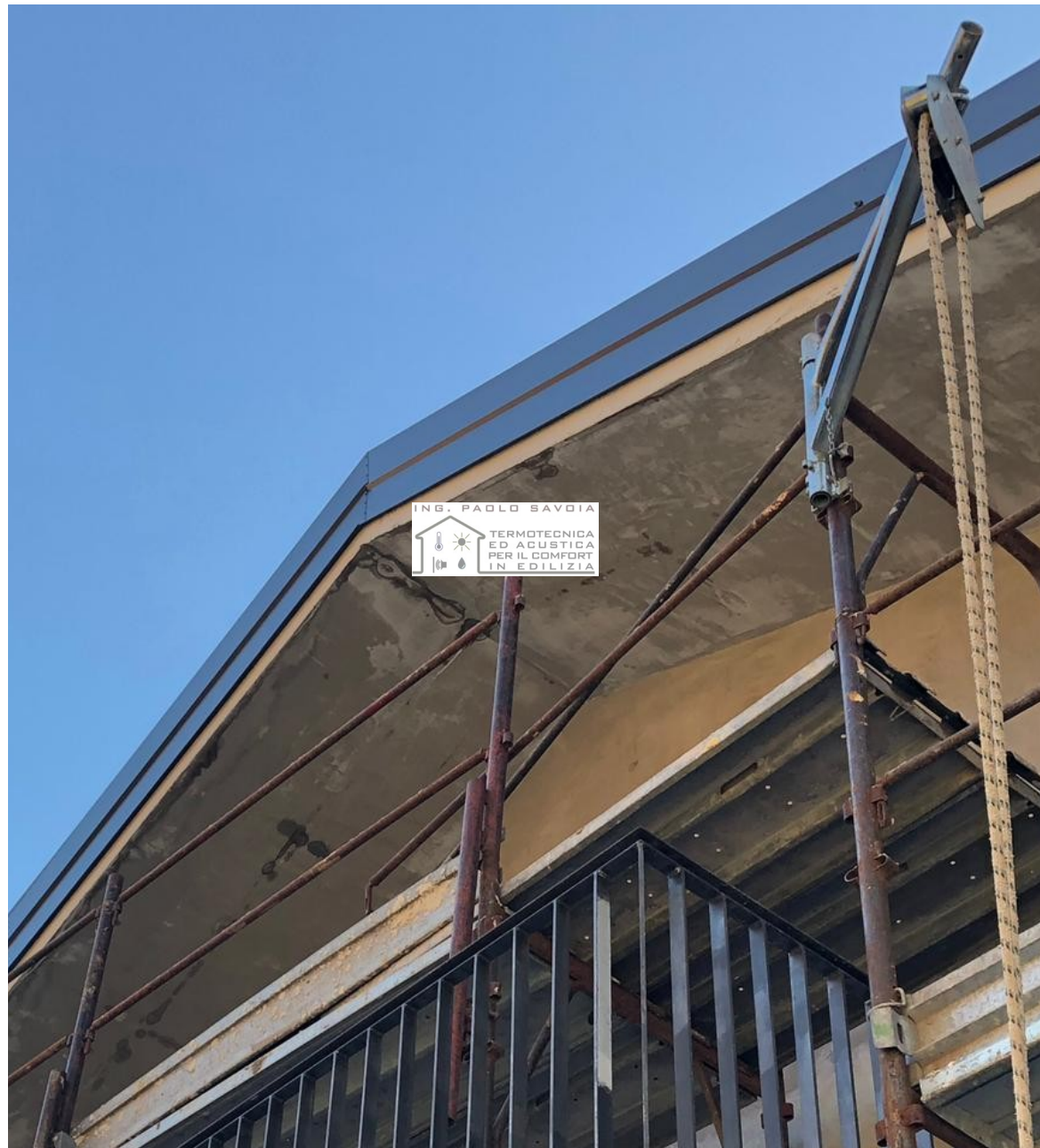
Copertura legno, telo, isolante, telo, intercapedine, sandwich e gronda in aggetto in CA

Sotto gronda appaiono macchie di acqua anche in assenza di pioggia

In una zona particolare senza gronda ci sono parecchie striature



Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione





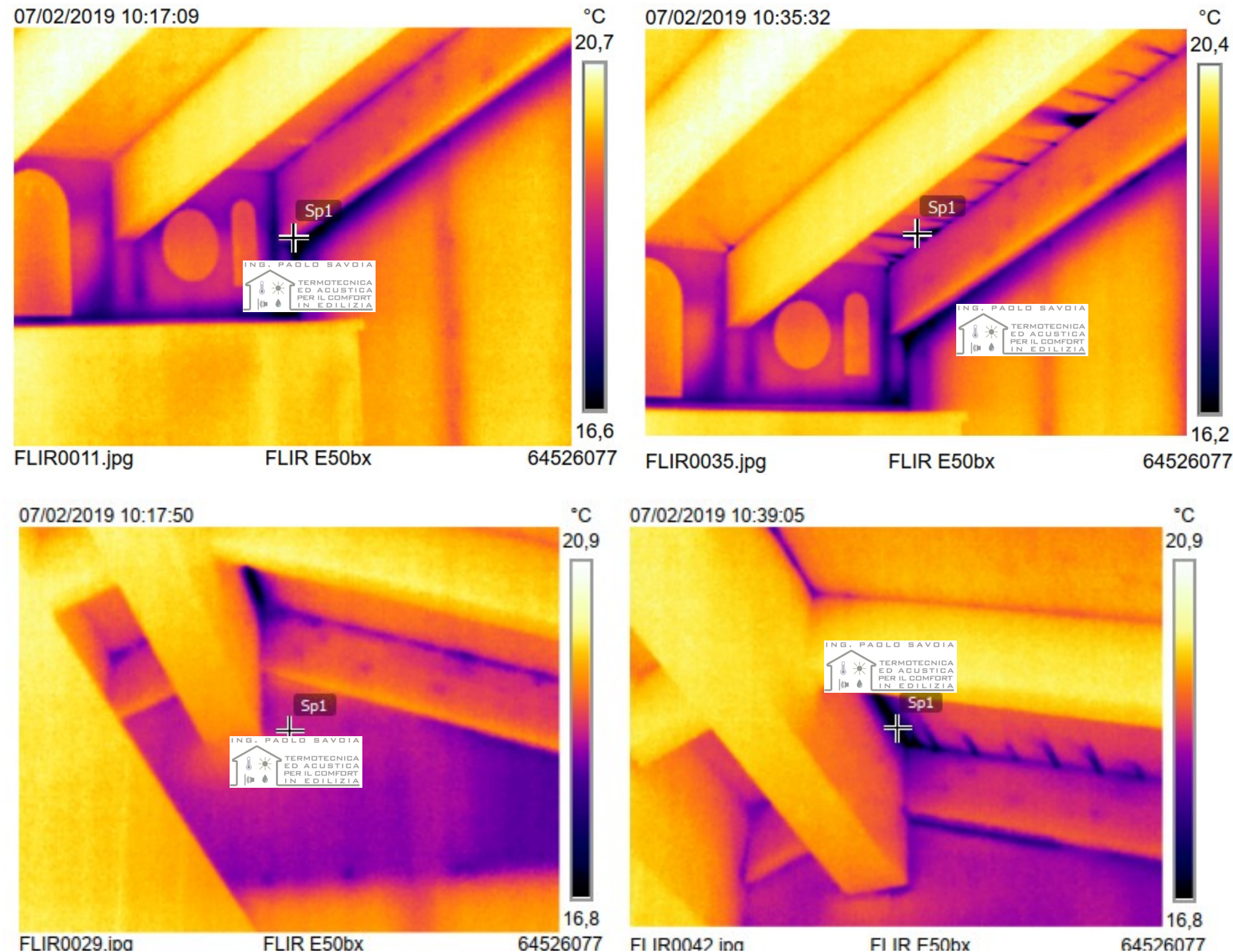
Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione



Tanta aria, ovunque aria (nell'intercapedine laterizio non intonacato - cartongesso)



Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione



Alcune termografie del nodo muro-copertura
A sinistra in quiete termica
A destra in depressione

Si notano infiltrazioni d'aria esterna

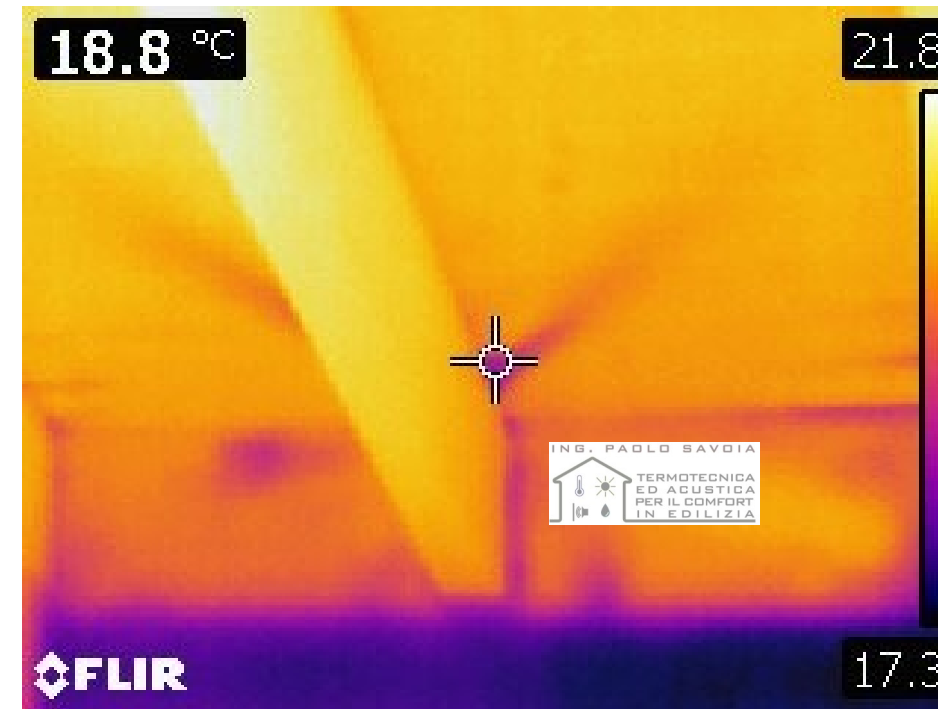
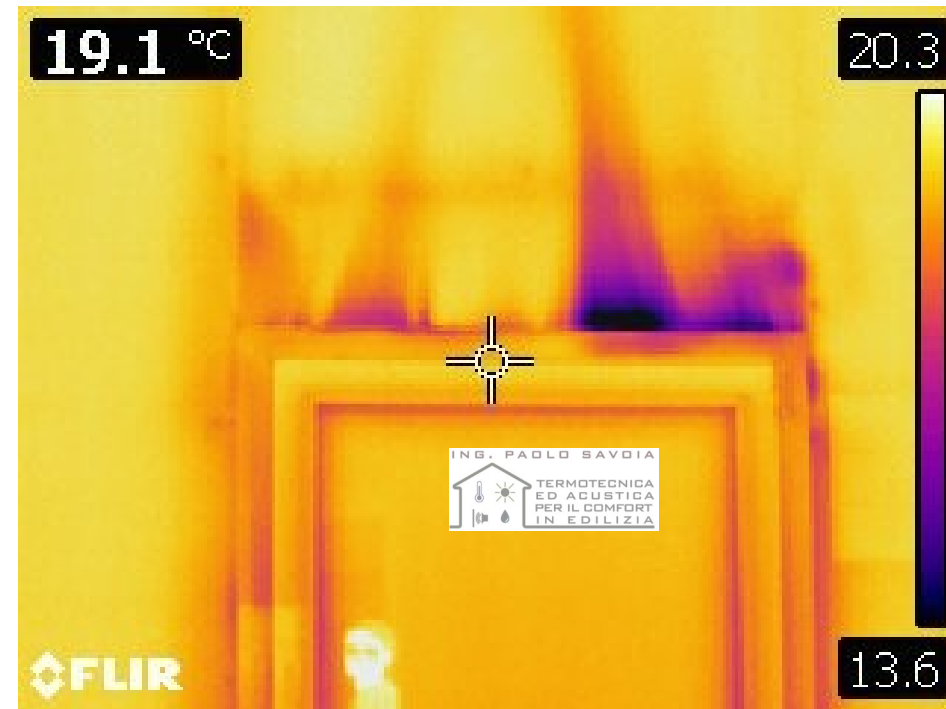
Dove ho infiltrazione ho un passaggio e quindi
anche una esfiltrazione in caso di sovrappressione

Attenzione il vapore esce anche se non c'è vento o
depressione

D'inverno $P_{\text{vap interna}} > P_{\text{vap esterna}}$



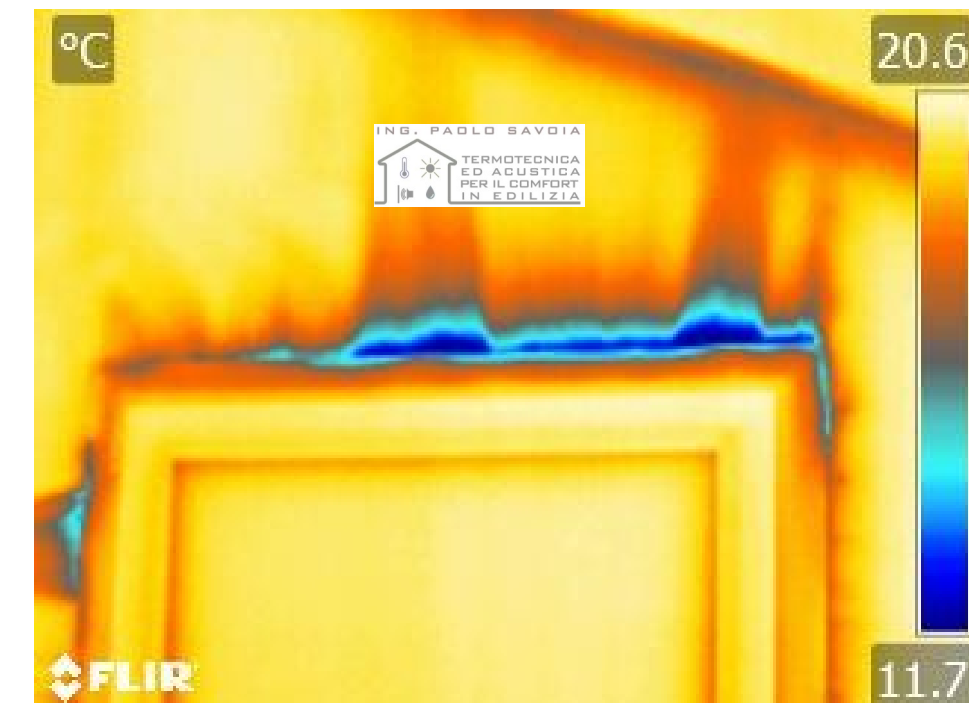
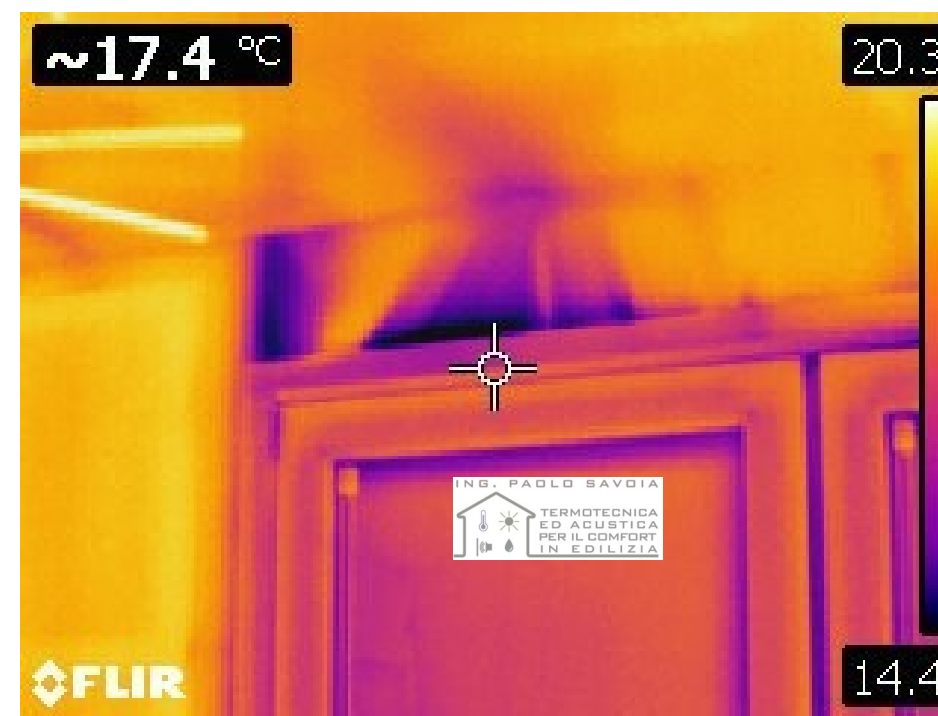
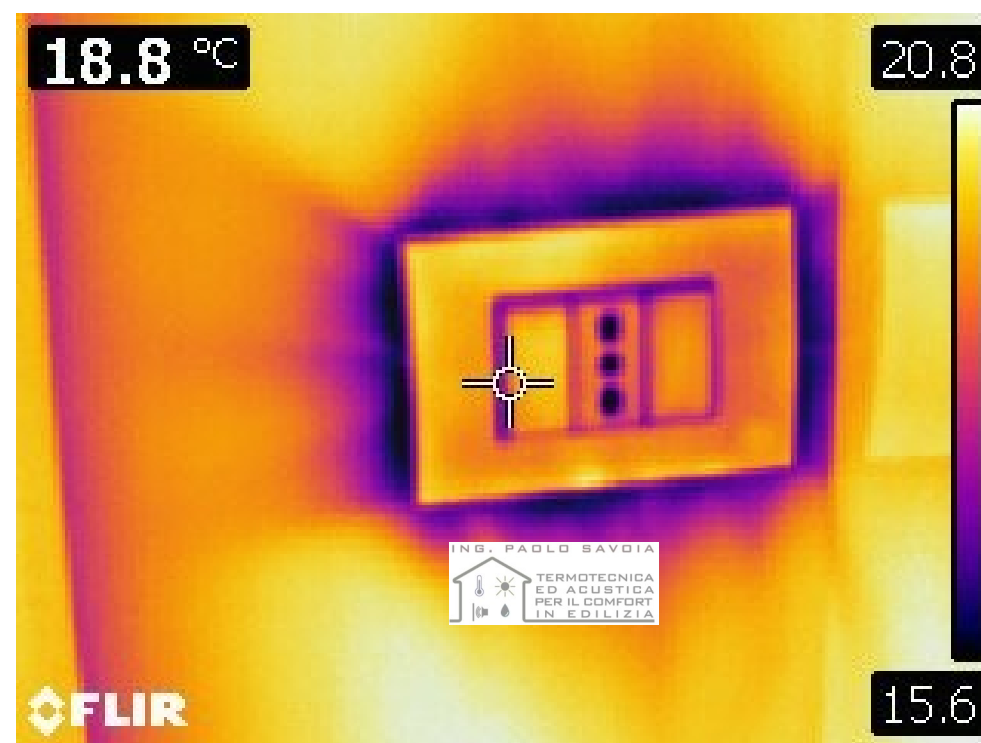
Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione



Alcune termografie in depressione

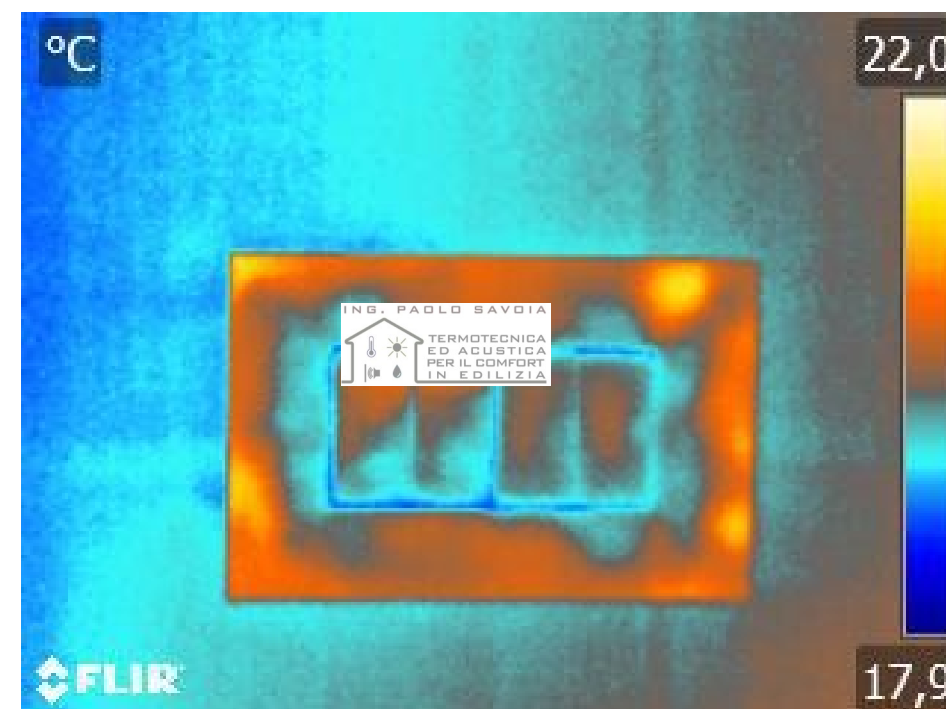
Si notano infiltrazioni d'aria esterna

Dove ho infiltrazione ho un passaggio e quindi anche una esfiltrazione in caso di sovrappressione





Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione



Alcune termografie in depressione

Si notano infiltrazioni d'aria esterna

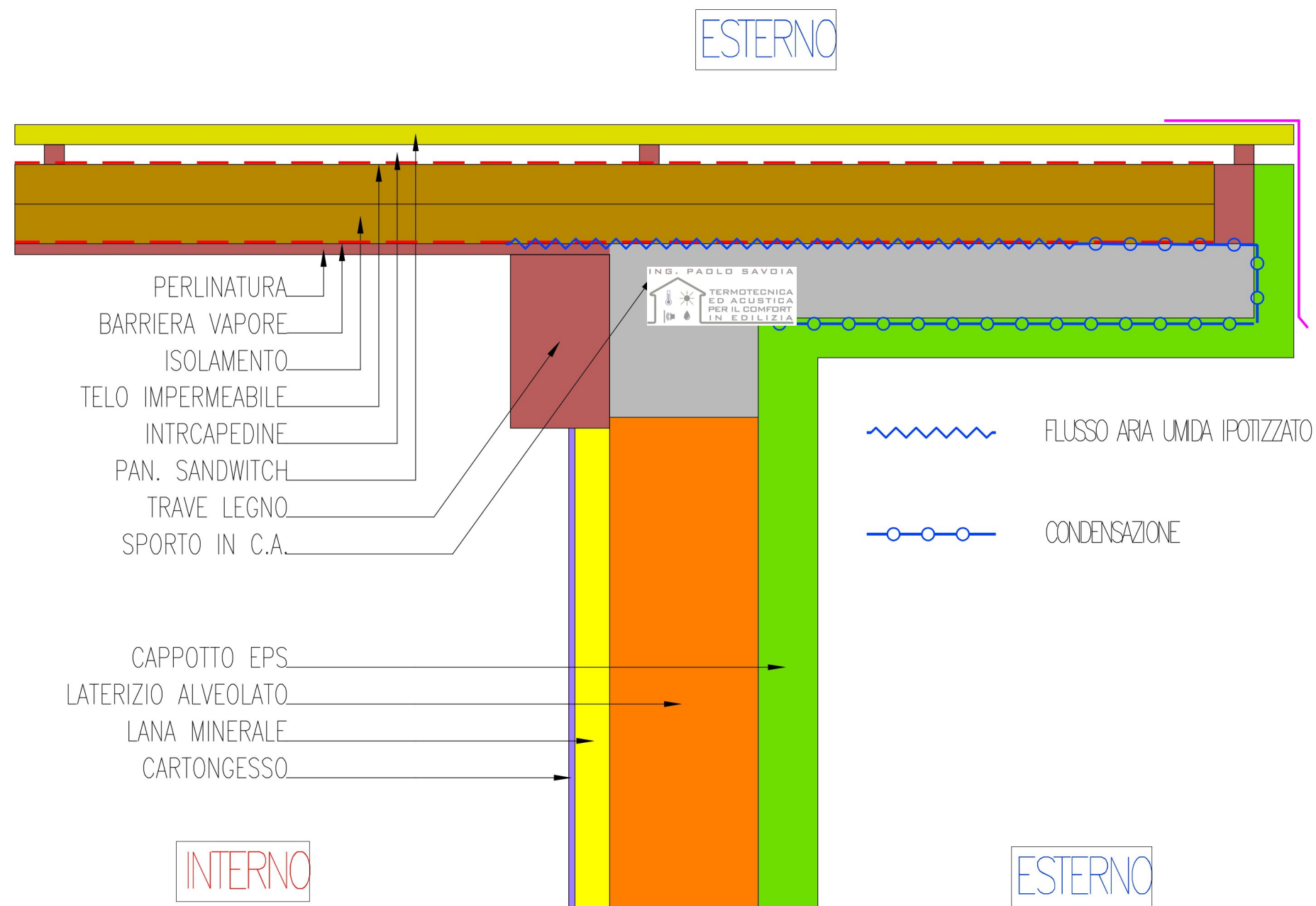
Dove ho infiltrazione ho un passaggio e quindi anche una esfiltrazione in caso di sovrappressione

Qui abbiamo un molte dispersioni termiche (notare l'assenza di isolamento in alto, fascia viola che diventa fredda



Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione

STATO DI FATTO GRONDA CON SPORTO E PERLINATO SPORGENTE



Ipotesi: telo barriera al vapore non nastrato e possibilità di uscita del vapore all'esterno, dove condensava e poi la gravità faceva la sua

Gli operai che hanno svolto il lavoro non ricordavano cosa avessero fatto

Bisogna scoperchiare tutto (pannelli sandwich)



Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione



Telo blu scuro → tenuta all'aria fino alla gronda ma non nastrato, tenuto fermo con un'asse di legno chiodata

Telo azzurro → telo traspirante nemmeno chiuso

Notare il legno bagnato → vapore acqueo interno che usciva nell'intercapedine

L'isolante non arriva a filo gronda



Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione



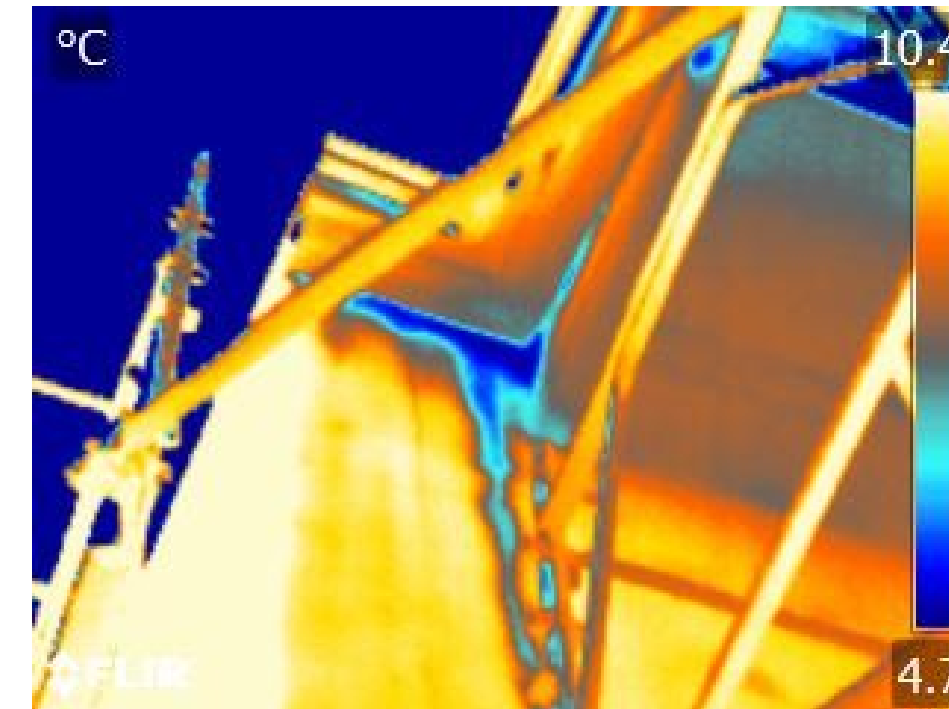
Telo blu scuro → mastice a tenuta verso il cordolo di calcestruzzo

Telo giallo come “prolunga” con mastice + nastro su gronda





Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione



Ispezione distruttiva e cordolo con foro passante sotto il ferro di armatura

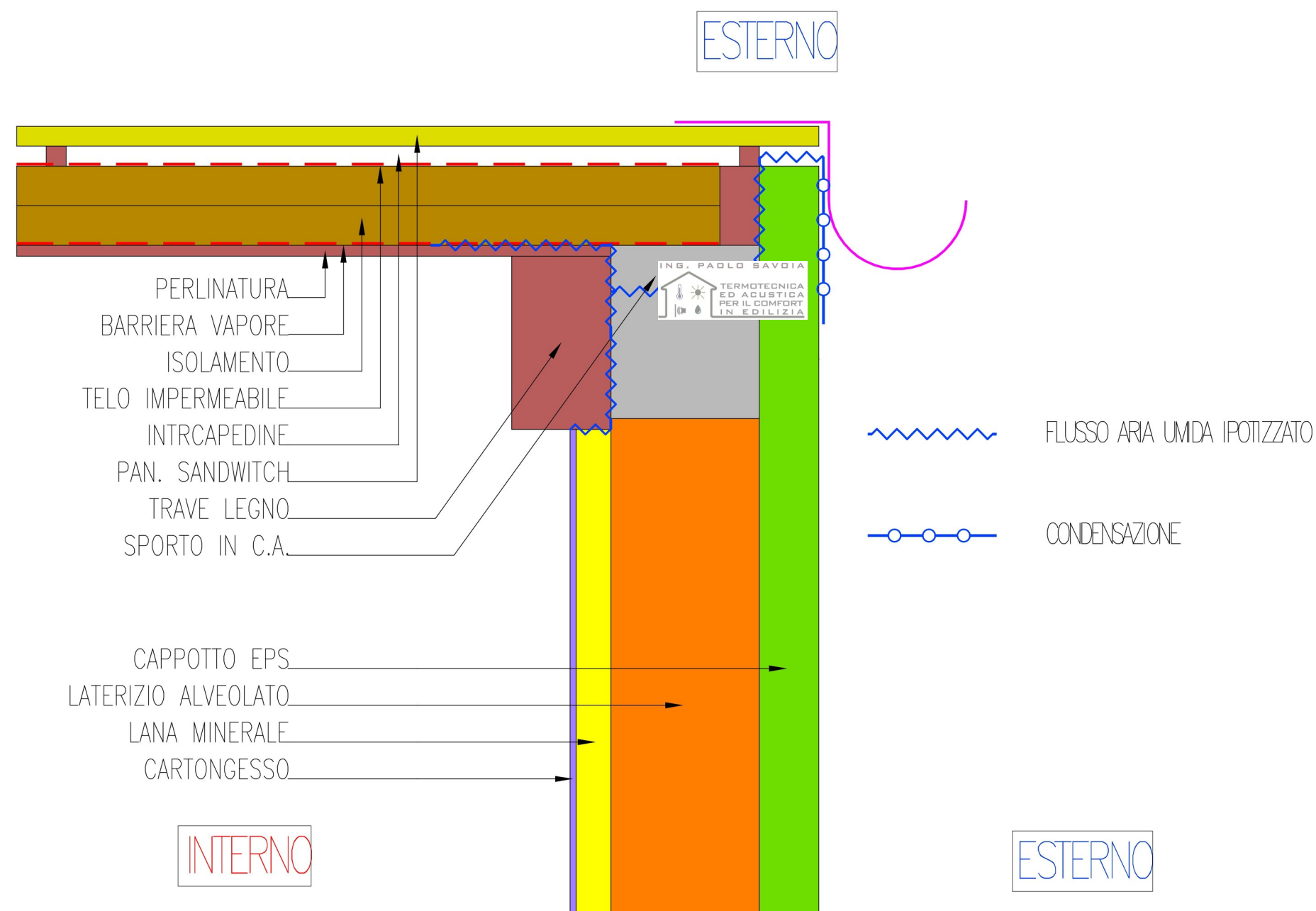
Inoltre posa del cappotto a bolli, anche nella copertura (altra problematica che permette all'aria interna di uscire ed andare a condensare ovunque)

Uscire? D'inverno $P_{\text{vap interna}} > P_{\text{vap esterna}}$



Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione

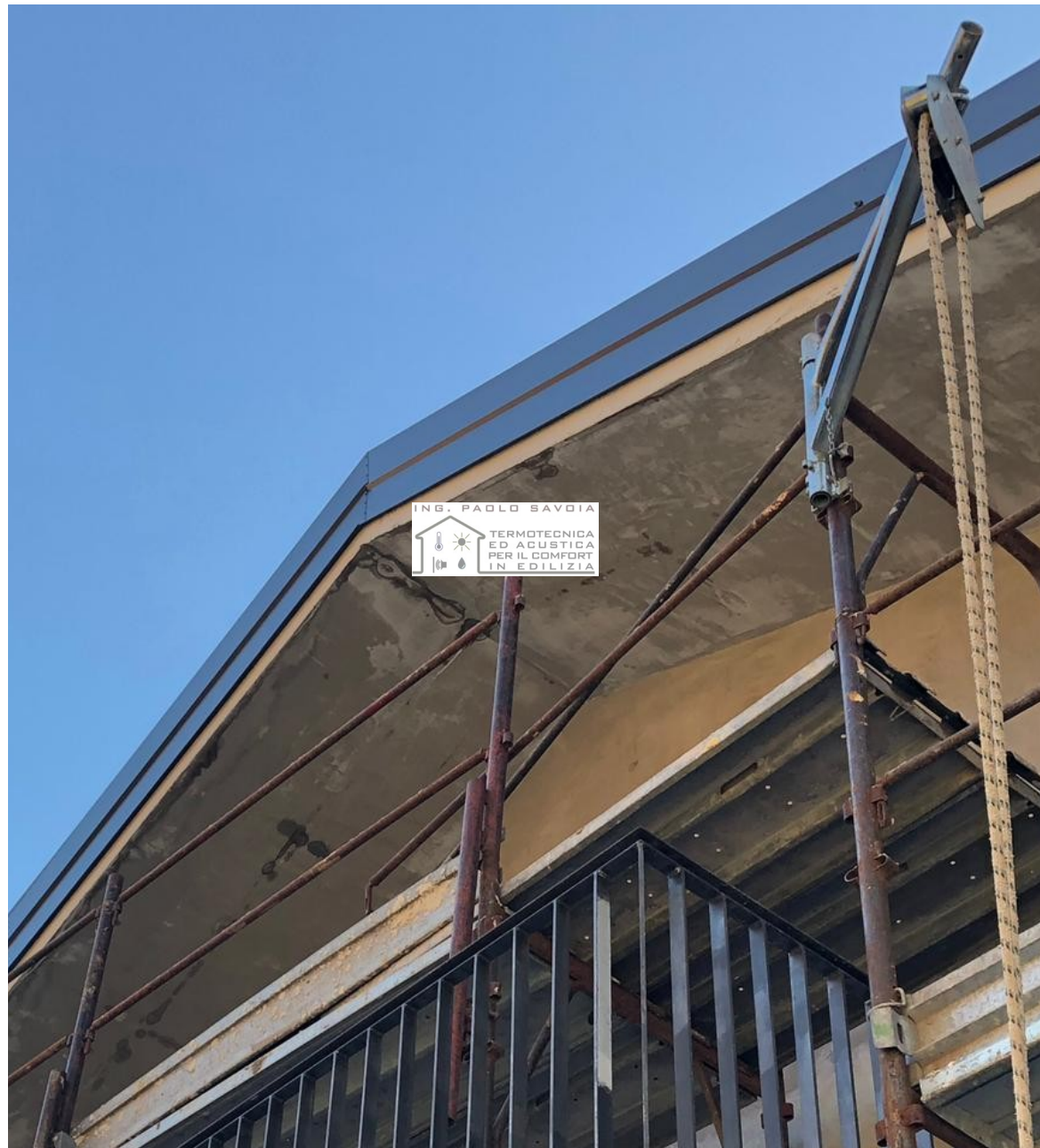
STATO DI FATTO GRONDA SENZA SPORTO



Ipotesi: vapore uscente dal foro condensava, essendo ancora caldo saliva per poi condensare su scossalina e ricadere sul cappotto

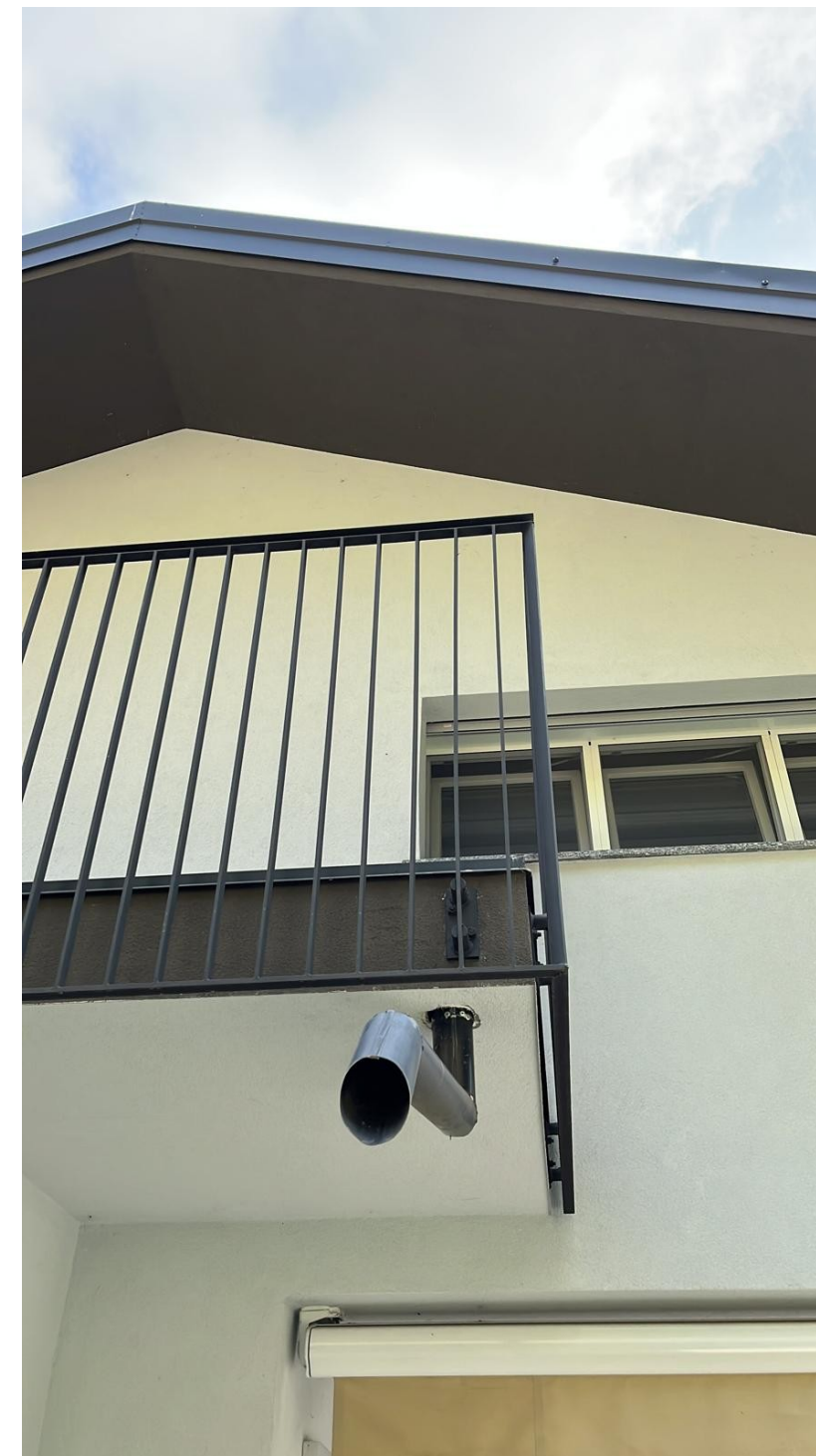


Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione



2019 COME ERA

2022 COME E'





Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione



2019 COME ERA

2022 COME E'





Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione

Non è stato facile far passare l'idea che non fossero perdite di acqua ma perdite di aria

La tenuta all'aria NON era minimamente stata considerata

Dire di scoperchiare un tetto non è stato facile, responsabilità (per fortuna il ponteggio era presente)

Tutte le altre problematiche legate alla mancata tenuta all'aria NON sono state sistemate:

- infiltrazioni/esfiltrazione dai muri (senza intonaco) e possibile condensazioni interstiziali dove mancava il cappotto
- problemi di marcescenza dei controtelai
- bypass termici
- aumento spese di riscaldamento
- discomfort per spifferi
- e tutti gli altri che abbiamo visto e vedremo

A quanto ammonta il danno economico?

A quanto sarebbe ammontato senza la presenza del ponteggio?

Quanto sarebbe costato un contenzioso e chi avrebbe coinvolto?



Esfiltrazioni di aria calda scambiate per problemi di impermeabilizzazione



**Mancanza completa di progettazione
della tenuta → danni non banali e non
sempre riparabili**



Bibliografia

- [1] Paolo Savoia *“Impianti termici negli edifici residenziali ad elevate prestazioni energetiche – Capire l’involucro per progettare gli impianti”*
- [2] Cristina Benedetti *“Umidità e tenuta all’aria”*
- [3] Domenico Pepe *“La tenuta all’aria nella pratica edilizia”*
- [4] Beatrice Spirandelli *“La tenuta all’aria delle strutture in laterizio”*
- [5] Passivhaus Institut *“Passipedia - La risorsa della casa passiva”*
- [6] Giovanni Tisi *“Serramenti e sistemi oscuranti”*
- [7] ANIME *“Migliorare le conoscenze sulla durabilità di sistemi e assiemi di prodotti di tenuta all'aria per l'involucro di edifici a basso consumo energetico.”*
- [8] IEA International Energy Agency *“The AIVC (Air infiltration and Ventilation Centre)”*



Manualistica da aziende

[9] SIGA *“Istruzioni per l’uso”*

[10] Naturalia Bau *“Guida alla bioedilizia 2020/2021”*

[11] Naturalia Bau *“Sigillatura naturale e sicura dei serramenti”*

[12] Riwega *“Catalogo tecnico – R3 – Impermeabilità acqua-aria-vento”*

[13] Rothoblaas *“Smartbook Tenuta all’aria”*

[14] Associazione per l'ermeticità nelle costruzioni *“FLiB – concetto di tenuta all'aria”*

[15] Soudal *“Catalogo prodotti – Gamma Serramenti”*



Domande, riflessioni, curiosità

