

Referente Commessa: Locatelli Ing. Fabio Via Brughiera, 1A - 24018 Villa d'Almè (BG) Mobile: +39 3460882355 Mail to: fabio@ingegnerialocatelli.it	Efficientamento energetico Ambulatori Albano, Via Don G. Schiavi	Ingegnere Fabio Locatelli
	Diagnosi energetica	

COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

PROVINCIA DI BERGAMO



DIAGNOSI ENERGETICA

OGGETTO: PROGETTO ESECUTIVO PER I LAVORI DI SISTEMAZIONE LOCALI INTERNI AD USO AMBULATORIALE, CON EFFICIENTAMENTO ENERGETICO, DELL'IMMOBILE EX GHIDELLI IN VIA DON G. SCHIAVI.
CUP: G74E25002110004

COMMITTENTE: COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO
Piazza Caduti per la Patria, 2 - 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)
Settore: Ufficio tecnico

Revisione 00

Ing. Fabio Locatelli

Data, 24/04/2026



Ing. Fabio Locatelli Ordine Ing. Bergamo n. A4152 CF/P. IVA LCTFBA87T17H910J / 03886590169	File: Diagnosi energetica	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 1
		Rev.00	24/04/2026	



DIAGNOSI ENERGETICA

AMBULATORIO MEDICO

Via Don Giovanni Schiavi 7
Albano Sant'Alessandro (BG)

CLIENTE: Comune di Albano Sant'Alessandro
RELAZIONE 172.25.25-SAC-ENE-E-RP-001-B DEL 11.02.2026

DIRETTORE TECNICO



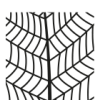
PROGETTISTA





TABELLA RIASSUNTIVA REVISIONI

REVISIONE	DATA	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
A	10.02.2026	Prima emissione	KCI		MGC
B	11.02.2026	Sistemazione refuso	KCI		MGC
C					



SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	4
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO	5
3. I SOGGETTI COINVOLTI	5
4. METODOLOGIA DEL LAVORO	6
5. INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO	8
6. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI.....	16
7. TEMPERATURE INTERNE ALL'EDIFICIO	19
8. ANALISI IMPIANTI	19
9. COSTRUZIONE MODELLO TERMOFISICO	21
10. VALIDAZIONE DEL MODELLO TERMOFISICO	29
11. PRINCIPALI PROBLEMI RILEVATI	30
12. INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO	31
13. ANALISI ECONOMICA	32
14. CONTO TERMICO 3.0	34
15. INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO.....	41
16. CONCLUSIONI FINALI	46
ALLEGATO 1 – APE DI VENDITA.....	47
ALLEGATO 2 – ANALISI PONTI TERMICI EDIFICIO PRE INTERVENTO.....	48

1. INTRODUZIONE

Il Comune di Albano Sant'Alessandro ha avviato un progetto di riqualificazione di una struttura recentemente acquisita, con l'obiettivo di realizzare un polo ambulatoriale destinato ai medici di base del territorio. L'edificio, precedentemente adibito a esercizio commerciale e rilevato nel 2024, sarà trasformato in uno spazio funzionale e caratterizzato da elevata efficienza energetica.

Per supportare questo obiettivo, il Comune ha incaricato la società SACEE di effettuare una Diagnosi Energetica volta a individuare le opportunità di efficientamento applicabili all'edificio. In conformità al D.Lgs. 115/08, la Diagnosi Energetica (o Audit Energetico) consiste in una procedura sistematica che consente di conoscere in modo approfondito il profilo di consumo energetico di un edificio, di un impianto o di un insieme di strutture, identificando e quantificando gli interventi di risparmio energetico con valutazione del rapporto costi-benefici.

L'analisi condotta sulle caratteristiche edilizie e impiantistiche dell'immobile permette di evidenziare il potenziale di miglioramento sia dell'involucro sia degli impianti. Oltre a fornire un quadro completo delle prestazioni energetiche attuali, la Diagnosi consente di definire le priorità di intervento e di valutarne gli impatti in termini economici e di risparmio energetico.

Il documento è strutturato in due parti principali:

- Prima parte: descrizione dei criteri adottati per l'analisi dello stato attuale, modellazione termofisica dell'edificio, presentazione dei risultati, studio dei dati climatici del Comune di riferimento, analisi dei consumi energetici e individuazione delle criticità principali.
- Seconda parte: valutazione degli interventi di riqualificazione dell'involucro e degli impianti considerati tecnicamente ed economicamente ragionevoli, con stima del risparmio di energia primaria e dell'ammortamento dell'investimento. Vengono inoltre calcolati indicatori economici quali Valore Attuale Netto (VAN) e Tempo di Ritorno Attualizzato, utili per confrontare le diverse opzioni.

Le analisi sono basate sulle attuali modalità di gestione e sui consumi osservati, assumendo che tali condizioni restino stabili nei prossimi anni.

In quanto procedura sistematica, la Diagnosi Energetica deve rispettare i seguenti requisiti:

- Completezza: definizione del sistema energetico comprendendo tutti gli aspetti significativi.
- Attendibilità: raccolta di dati reali, sufficienti e adeguati alla costruzione dell'inventario energetico, con sopralluogo dell'edificio, salvo eccezioni previste dalla normativa per il settore residenziale.
- Tracciabilità: documentazione dell'origine dei dati e delle eventuali elaborazioni, comprensiva delle ipotesi adottate.
- Utilità: individuazione e valutazione tecnico-economica degli interventi di efficientamento, con documentazione adeguata al settore e agli obiettivi dell'analisi.
- Verificabilità: definizione degli elementi che permettono al committente di verificare i benefici energetici ottenuti a seguito degli interventi proposti.

Alla luce di quanto esposto, gli obiettivi principali della Diagnosi Energetica sono:

SEDE. Piazza Luigi di Savoia, 22 - 20124 Milano (MI)  **P.IVA** 07457800964  **TEL.** 02 45381170 - **FAX.** 02 45381176  **MAIL.** info@sacee.it **www.sacee.it**



DEA
Dipartimento
Energia e
Acustica



DPI
Dipartimento
Progettazione
Impianti



DPS
Dipartimento
Progettazione
Strutturale



DPA
Dipartimento
Progettazione
Architettonica



CEM
Consulenza
Energy
Management

- Analizzare lo stato energetico dell'edificio.
- Individuare gli interventi di riqualificazione energetica più idonei per involucro e impianti.
- Valutare la convenienza economica degli interventi suggeriti.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il presente documento, che rappresenta la relazione conclusiva attestante le analisi e le conclusioni effettuate all'interno del processo di Diagnosi, è conforme ai seguenti riferimenti legislativi e normativi:

- Allegato 2 del D.lgs. 102/2014
- UNI TS 11300 parte 1, 2, 3, 4, 5 e 6
- Norma UNI CEI EN 16247-1 "Diagnosi energetiche - Parte 1: Requisiti generali"
- Norma UNI CEI EN 16247-2 "Diagnosi energetiche - Parte 2: Edifici residenziale e terziario"

3. I SOGGETTI COINVOLTI

IL DIAGNOSTICATORE: SACEE S.r.L.

Il 18 luglio 2014 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n. 102, recante "Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE". Il decreto impone che a partire dal 18 luglio 2016, gli unici soggetti a poter eseguire diagnosi energetiche riconosciute come tali dallo Stato, sono:

- Società di Servizi Energetici (SSE) certificate secondo UNI CEI 11352:2014,
- Esperti in Gestione dell'Energia (EGE) certificati secondo UNI CEI 11339:2009.

Il soggetto diagnosticatore, SACEE S.r.l., con sede legale in Piazza della Repubblica 21, Milano (di seguito detta SACEE), è una Società di Servizi Energetici, vale a dire una società che ha come oggetto sociale l'offerta di servizi integrati per la realizzazione e l'eventuale successiva gestione di interventi di efficienza energetica, accreditata come tale al sistema di "Accreditamento Operatori" gestito dal Gestore dei Servizi Energetici (di seguito detto GSE).

SACEE è certificata secondo UNI CEI 11352:2014 e l'organismo certificatore è il Cersa.

L'amministratore Unico e Direttore Tecnico di Sacee, Ing. Maria Grazia Costa, è Esperto in Gestione dell'Energia (E.G.E.) certificato da ICMQ secondo la norma UNI 11339:2009.

Il progettista, Ing. Katia Ciapponi, è Esperto in Gestione dell'Energia (E.G.E.) settore civile certificato da ICMQ secondo la norma UNI 11339:2009.

Di seguito si riassumono le informazioni del soggetto diagnosticatore:

Informazioni soggetto diagnosticatore	
Ragione sociale	SACEE S.r.l.
Sede legale	Piazza della Repubblica 21, 20124 Milano
P. IVA e C.F.	07457800964
Numero REA	MI 2119247
Indirizzo PEC	saceesrl@pec.it
Website	www.sacee.it
Qualifica Energetica	E.S.C.o. certificata 11352
Amministratore Unico di SACEE S.r.l.	Ing. Maria Grazia Costa
Qualifica Energetica dell'Amministratore	EGE certificato 11339

IL SOGGETTO DIAGNOSTICATO

Informazioni generali	
Committente	Comune di Albano Sant'Alessandro
Sede legale del committente	Piazza Caduti per la Patria 2, 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)
Indirizzo edificio diagnosticato	Via Don Giovanni Schiavi 7, 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)
Proprietario edificio	Comune di Albano Sant'Alessandro
Tipologia di edificio	Ambulatorio medico

4. METODOLOGIA DEL LAVORO

DIFFERENZA TRA DIAGNOSI ENERGETICA E APE

La principale differenza tra il sistema utilizzato per la **Diagnosi Energetica** e quello impiegato per la **Certificazione Energetica** riguarda l'approccio ai dati di input.

- **Certificazione Energetica:** ha come obiettivo la definizione della **classe energetica** dell'edificio, fornendo un valore di consumo confrontabile con altri edifici. Per garantire uniformità, i parametri vengono **normalizzati** (standardizzati), evitando che i risultati siano influenzati dallo stile di gestione reale.
 - Temperatura interna: fissata a **20 °C** indipendentemente da quella effettiva.

SEDE. Piazza Luigi di Savoia, 22 - 20124 Milano (MI) **P.IVA** 07457800964 **TEL.** 02 45381170 - **FAX.** 02 45381176 **MAIL.** info@sacee.it **www.sacee.it**



DEA
Dipartimento
Energia e
Acustica



DPI
Dipartimento
Progettazione
Impianti



DPS
Dipartimento
Progettazione
Strutturale



DPA
Dipartimento
Progettazione
Architettonica



CEM
Consulenza
Energy
Management

- Ore di funzionamento: si assume che l'impianto termico mantenga 20 °C per 24 ore al giorno.
- Ventilazione: calcolata secondo valori predefiniti dalla normativa tecnica.

- **Diagnosi Energetica:** analizza il **reale utilizzo dell'edificio**, considerando le effettive modalità di gestione e i consumi. L'obiettivo è individuare le criticità e definire **priorità di intervento**, valutando anche la convenienza economica. Più l'edificio è utilizzato e riscaldato, più rapidi saranno i tempi di ritorno degli investimenti per il retrofit.

SOFTWARE UTILIZZATO

Per la redazione della Diagnosi Energetica si è fatto uso dei seguenti programmi:

- Termolog EpiX per la progettazione termotecnica statica e dinamica

FASI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

La Diagnosi Energetica si articola in **sei fasi operative**, descritte di seguito:

1. Analisi dei documenti e dei dati forniti dal cliente

Raccolta e valutazione delle informazioni disponibili: planimetrie, prospetti, sezioni, schemi impiantistici, fatture dei consumi, eventuali analisi energetiche pregresse e documentazione storica. Questa fase consente di caratterizzare il potenziale di miglioramento dell'involucro e degli impianti, nonché di valutare l'opportunità di integrare fonti rinnovabili.

2. Sopralluogo tecnico sull'edificio

Ispezione dettagliata da parte di tecnici specializzati per:

- rilievi visivi e dimensionali;
- misurazioni ambientali (temperatura, umidità) e, se possibile, termografie;
- verifica di eventuali discordanze rispetto alla documentazione raccolta.

3. Costruzione del modello termofisico dell'edificio

Creazione di un modello che riproduca fedelmente le caratteristiche dell'involucro e degli impianti:

- definizione delle stratigrafie e delle trasmittanze dei vari elementi (pareti, solai, serramenti);
- calcolo delle dispersioni termiche e degli apporti gratuiti (solari e interni);
- simulazione del comportamento energetico in regime invernale ed estivo, considerando produzione, distribuzione, emissione e regolazione del calore.

Indicatori calcolati:

- domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento (kWh);
- consumo teorico (kWh);
- distribuzione delle dispersioni (W/m²).

4. Validazione del modello con i dati di consumo reale

Confronto tra il modello e i consumi effettivi, con eventuale ricalibrazione per garantire la massima rappresentatività della realtà.

5. Individuazione degli interventi di efficientamento

Simulazione degli interventi ipotizzabili (involucro, impianti, fonti rinnovabili) e valutazione del loro impatto sulla riduzione dei consumi.

6. Analisi costi-benefici degli interventi

Stima economica degli interventi, comprensiva di tempi di ritorno e accesso a incentivi, per definire una scala di priorità in base a budget e convenienza.

5. INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

GEOLOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL'IMMOBILE SOGGETTO A DIAGNOSI

L'unità analizzata è attualmente di proprietà del Comune ed è in attesa degli interventi di riqualificazione necessari alla futura conversione in ambulatorio medico destinato ai medici di base. Prima dell'acquisizione da parte dell'Amministrazione, l'immobile era utilizzato come negozio.

L'edificio che ospita l'unità, situato in Via Don Giovanni Schiavi 7 ad Albano Sant'Alessandro, risale agli anni Settanta e si trova in una zona centrale del Comune. L'unità è collocata al piano terra e presenta un ampio spazio principale a pianta libera, servizi igienici e alcuni piccoli locali tecnici.

Il fronte strada è caratterizzato da vetrine a tutta altezza che garantiscono un elevato apporto di illuminazione naturale, mentre la restante parte dell'involucro è costituita da una tipica muratura degli anni Settanta a cassa vuota, senza particolari accorgimenti di tipo termoisolante.

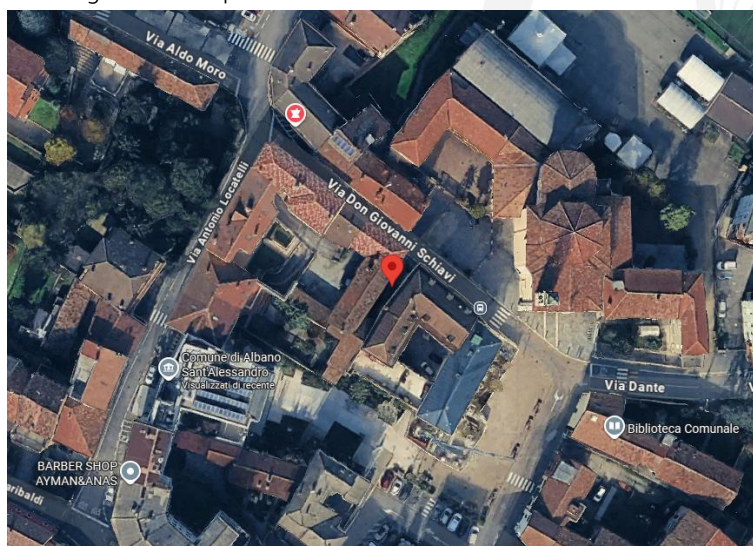


FIGURA 1 – FOTO AEREA



FIGURA 2 – FOTO ESTERNO EDIFICIO

L'edificio oggetto di analisi è una tipica costruzione degli anni Settanta, realizzata con solai in laterocemento e murature perimetrali a cassa vuota, una soluzione costruttiva molto diffusa in quel periodo. La stratigrafia della parete esterna è costituita da due strati di mattoni forati, separati da una camera d'aria che, all'epoca, veniva considerata un elemento coibente, pur offrendo prestazioni termiche limitate rispetto agli standard attuali.

Per una corretta caratterizzazione dell'involucro edilizio, sono stati eseguiti specifici saggi sulle strutture murarie. Di seguito si riportano alcune fotografie illustrative degli interventi effettuati, utili a documentare la reale conformazione degli strati e a verificare la presenza o meno di materiali isolanti.

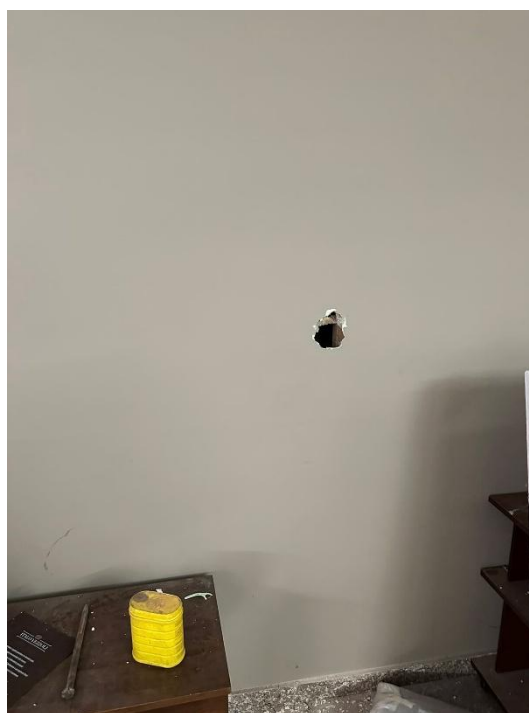


FIGURA 3 – SAGGI MURARI

Il solaio di pavimento è realizzato in cemento ed è posato direttamente sul terreno per l'intero sviluppo dell'unità. Questa configurazione, tipica degli edifici costruiti negli anni Settanta, non prevede generalmente strati isolanti o barriere al vapore, con conseguenti dispersioni termiche e possibili fenomeni di umidità di risalita.

Il solaio di copertura interna (soffitto) è invece costituito da una struttura in laterocemento, anch'essa caratteristica del periodo di costruzione. Tale tipologia prevede travetti in calcestruzzo armato e blocchi di alleggerimento in laterizio, con intonaco o controsoffitto nella parte interna.

Anche per la caratterizzazione dei solai sono stati effettuati appositi sondaggi, utili a verificare la composizione reale degli strati costruttivi e la presenza di eventuali elementi non documentati. Di seguito si riportano alcune fotografie rappresentative dei sondaggi eseguiti.



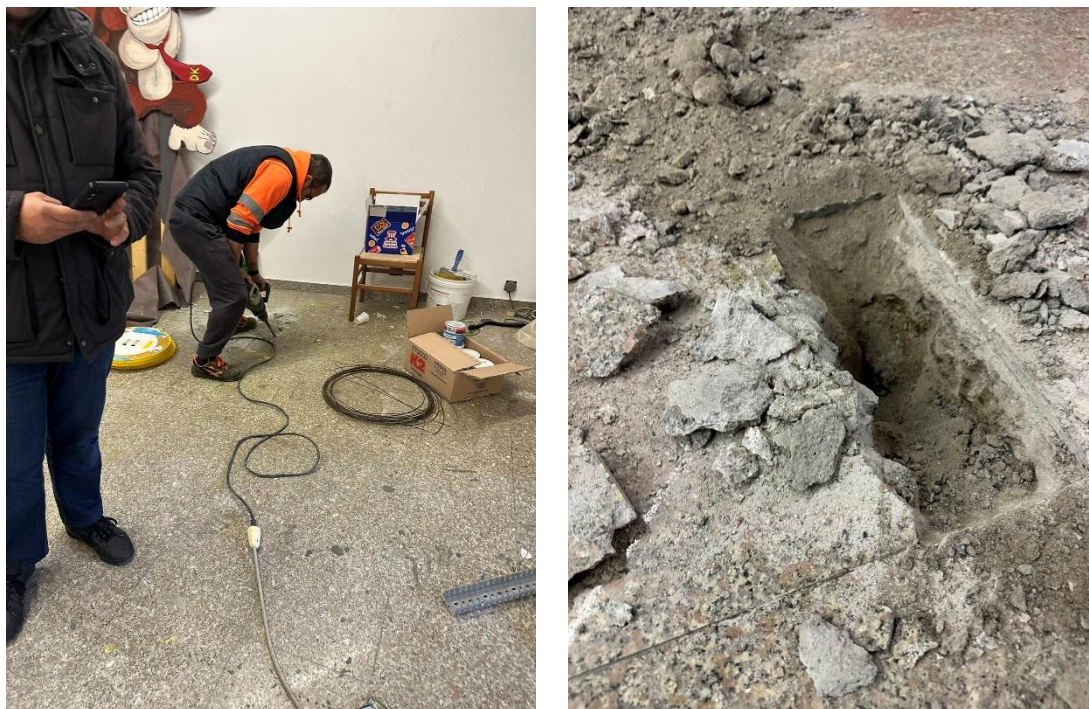


FIGURA 4 –SAGGI PAVIMENTAZIONE

L'unità immobiliare confina prevalentemente con l'esterno, mentre una porzione più limitata risulta adiacente al vano scala comune. Solo un piccolo tratto della muratura perimetrale è a contatto con un edificio riscaldato, condizione che incide dunque in misura marginale sulla dispersione termica complessiva.

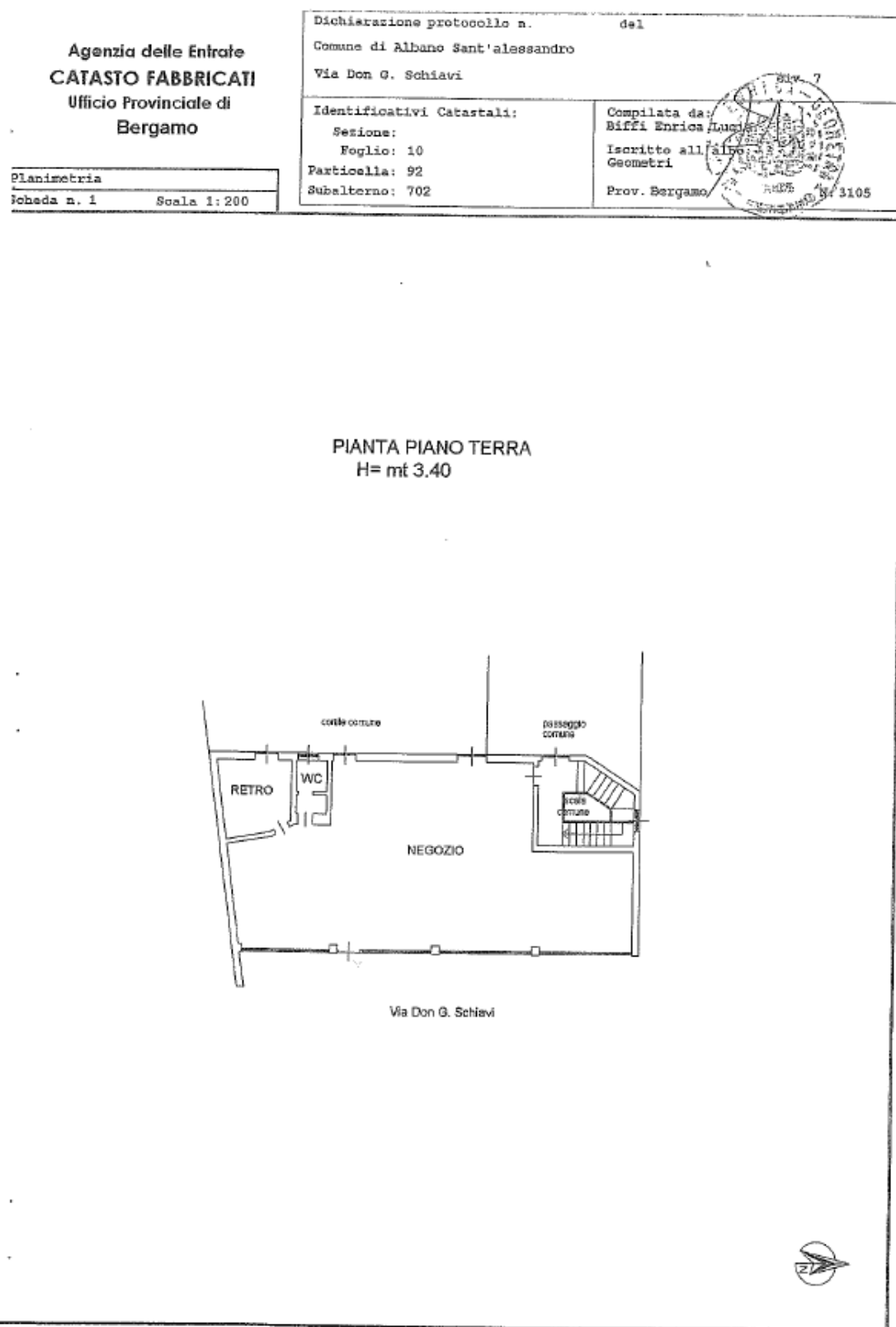
I serramenti esistenti, non più recenti, sono costituiti da vetro singolo con telaio metallico privo di taglio termico. Questa tipologia presenta valori di trasmittanza elevati e una scarsa tenuta all'aria, con conseguenti dispersioni energetiche significative. Gli oscuranti sono presenti solo su una parte limitata delle superfici vetrate, riducendo ulteriormente il controllo dell'irraggiamento solare e delle dispersioni.



RIFERIMENTI CATASTALI

L'unità risulta attualmente associata al foglio 10, particella 92 subalterno 702 del Comune di Albano Sant'Alessandro nel Catasto Fabbricati della provincia di Bergamo.





INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE

INDICATORI	VALORI
Gradi giorno	2525 GG
Zona climatica	E
Durata convenzionale della stagione termica	183 gg
Altitudine sopra il livello del mare	243 m slm
Velocità del vento	0,90 m/s
Direzione prevalente	NE
Temperatura esterna di progetto (UNI 12831)	-5,0 °C
Temperatura massima estiva (UNI 13789)	33,8 °C
Escursione termica giornaliera	17,9 °C

ARTICOLAZIONE GEOMETRICA DELL'EDIFICIO

INDICATORI	
Numero di piani riscaldati	1
Superficie riscaldata (mq)	120
Superficie raffrescata (mq)	0
Volume riscaldato (mc)	506
Volume raffrescato (mc)	0
Superficie involucro (mq)	309
Rapporto S/V medio	0,61

INDICATORI	DEFINIZIONI
Numero di piani	Numero totale di piani riscaldati (fuori terra ed interrati)
Superficie riscaldata	Somma delle superfici riscaldate
Superficie raffrescata	Somma delle superfici raffrescate
Volume riscaldato	Volume totale lordo (inclusivo degli spessori di pareti e solai) riscaldato degli edifici
Volume raffrescato	Volume totale lordo (inclusivo degli spessori di pareti e solai) raffrescato degli edifici
Superficie involucro	Superfici che racchiudono il volume riscaldato, ovvero le pareti verticali perimetrali, la copertura e il basamento, anche dette "involucro disperdente"
Rapporto S/V medio	Rapporto fra la superficie dell'involucro e il volume lordo riscaldato, che indica una propensione alla dispersione di calore dovuta alle geometrie

6. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

Per la validazione del modello energetico normalmente vengono valutati in dettaglio i consumi dell'edificio attraverso la raccolta dei seguenti documenti:

- Fatture di Energia Elettrica
- Consumi di Gas Metano

Nel caso specifico però la situazione è la seguente

PRELIEVI DI ENERGIA ELETTRICA

Sono state fornite dalla committenza per l'anno 2025 le bollette dell'energia elettrica del contratto stipulato con A2A relative al POD

POD	INDIRIZZO	DESTINAZIONE D'USO
IT001E25580161	Via Don Giovanni Schiavi 7	-

L'edificio è alimentato in bassa tensione tramite un contatore con potenza disponibile pari a 3,5 kW. Nel corso del 2025 la struttura non è stata utilizzata e, di conseguenza, la maggior parte delle bollette presenta consumi pari a zero. Sono stati registrati solo alcuni consumi minimi, per un totale annuale di 69 kWh, un valore non significativo ai fini dell'analisi energetica e non rappresentativo del reale profilo di utilizzo previsto dopo la riqualificazione.

CONSUMI DI GAS METANO

Il Comune non ha fornito bollette del gas metano poiché, a seguito della vendita della struttura e in attesa degli interventi di riqualificazione, l'allacciamento alla rete gas non è stato mantenuto attivo. Attualmente, quindi, l'unità non dispone di una fornitura di gas.

L'eventuale ripristino dell'allacciamento potrà essere effettuato al termine dei lavori di ristrutturazione, qualora si ritenga necessario per le nuove esigenze impiantistiche previste nel progetto di conversione dell'edificio ad ambulatorio medico.

PRESENZA IMPIANTO TERMICO

Al fine di dimostrare la presenza di un impianto termico e il riscaldamento nell'unità si riporta la fotografia dell'impianto di riscaldamento attualmente presente.





Si riporta inoltre in allegato (Allegato 1) l'APE di vendita dal quale si evince la presenza dell'impianto funzionante e registrato.

7. TEMPERATURE INTERNE ALL'EDIFICIO

L'edificio è stato suddiviso in diverse zone termiche in base alla tipologia di terminale presente, all'uso e al tipo di impianto di asservimento.

Una zona termica è un'unione di locali caratterizzati da omogenee temperature di utilizzo, tipologie di terminali e destinazione d'uso.

Zona Termica	Sistema di emissione invernale	T.int Invernale
ZT.01	Ventilconvettori	20°C
ZT.02	Radiatori	20°C
Zone non riscaldate	-	-

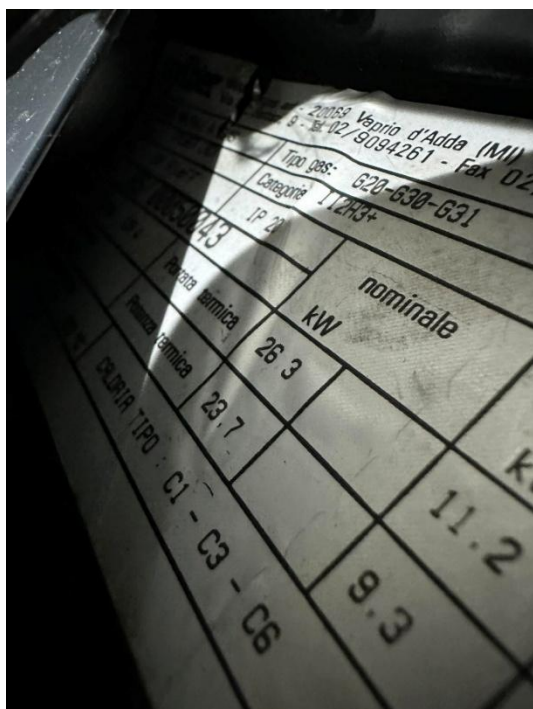
8. ANALISI IMPIANTI

INTRODUZIONE

L'impianto di climatizzazione invernale a servizio dell'unità è composto da un'unica caldaia murale Sylber Lady FF per la produzione di fluidi di riscaldamento e acqua calda sanitaria.

Non sono presenti né impianti di ventilazione né impianti di raffrescamento.





La macchina presente risulta del 2005 per cui datata e poco efficiente dal punto di vista energetico.

CALDAIA RISCALDAMENTO	
Numero macchine	1
Marca	SYLber
Modello	LADY ie FF
Anno di costruzione	2005
Potenza al focolare (kW)	26,3
Potenza nominale (kW)	23,7

SISTEMI DI EMISSIONE E REGOLAZIONE

All'interno dei locali analizzati sono installati un radiatore e ventilconvettori molto datati.

Il sistema è regolato con un unico termostato posto nel volume più grande anche esso di vecchia generazione.



IMPIANTI ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione dell'edificio è costituito principalmente da lampade fluorescenti.

IMPIANTI DA FONTI RINNOVABILI

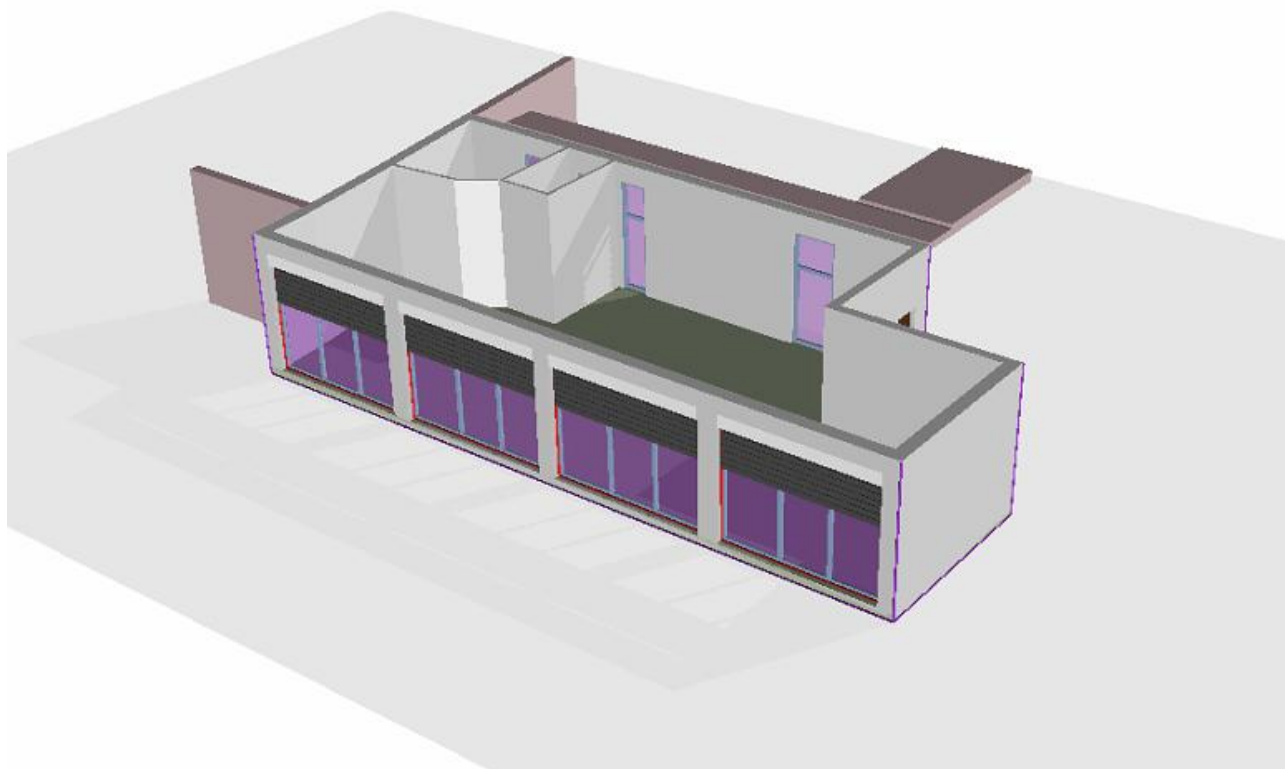
L'edificio non è dotato di nessun impianto da fonte rinnovabile.

9. COSTRUZIONE MODELLO TERMOFISICO

MODELLO TERMOFISICO E TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE PARETI OPACHE

Il calcolo delle superfici corrispondenti alle tipologie di seguito censite è stato effettuato a partire dalle verifiche in sito effettuate durante i sopralluoghi.

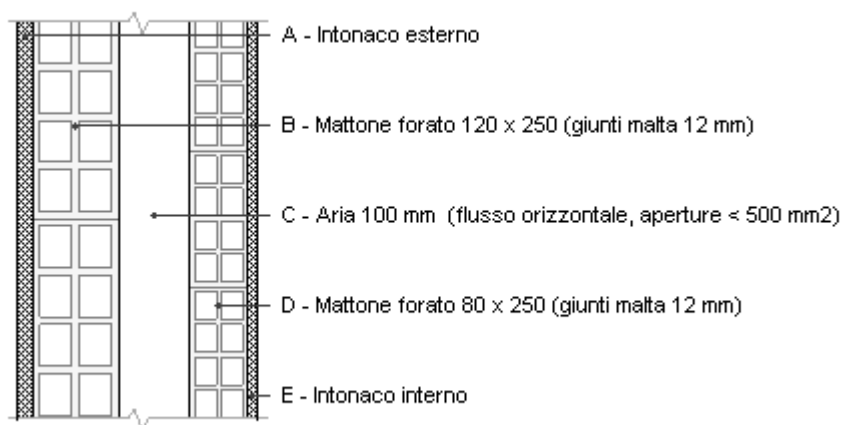
Le tabelle di seguito riportate riassumono gli elementi rilevati e riportano la trasmittanza calcolata per tutte le strutture opache.


FIGURA 5 MODELLO TERMOFISICO

Nel modello sono stati riprodotti esclusivamente i locali riscaldati, mentre non sono stati rappresentati spazi esterni e locali non riscaldati, poiché non hanno alcuna rilevanza ai fini del calcolo del fabbisogno energetico. Per i valori di trasmittanza si rimanda alla tabella seguente

ELEMENTI VERTICALI OPACHI				
STRUTTURA	ELEMENTO	VERSO DI DISPERSIONE	SPESSORE [cm]	U [W/m²K]
M01.EXT	PARETE	Esterno	33	1.108
M02.EXT	PARETE	Zona non riscaldata	25	2.209
M03.ZR	PARETE	Locale interno alla zona	33.5	1.008

M01.EXT

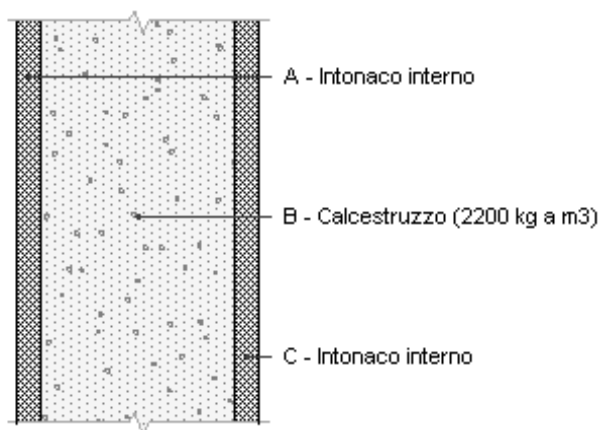


Spessore	335,0 mm	Trasmittanza	1,108 W/m ² K
Resistenza	0,902 m ² K/W	Massa superf.	360 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7
B	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,387	0,310	1.800	1,00	5,0
C	Aria 100 mm (flusso orizzontale, aperture < 500 mm ²)	100,0	0,560	0,179	1	1,00	1,0
D	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	80,0	0,400	0,200	1.800	1,00	5,0
E	Intonaco interno	15,0	0,700	0,021	1.400	1,00	11,1
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	335,0		0,902			

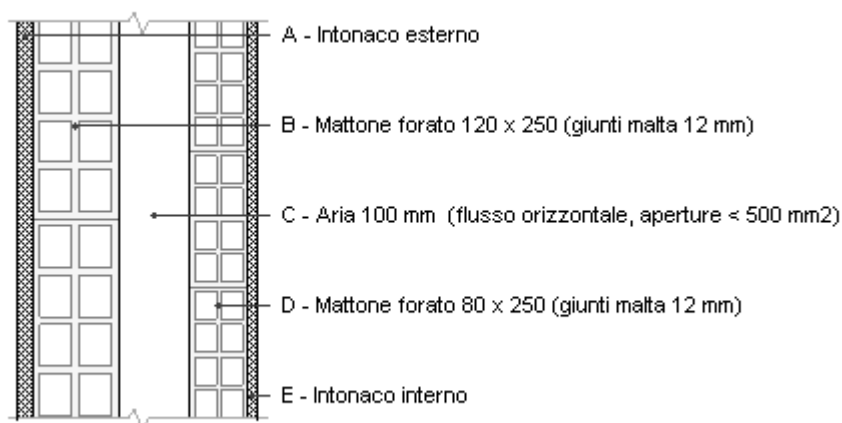
M02.ZNR



Spessore	250,0 mm	Trasmittanza	2,209 W/m²K
Resistenza	0,453 m²K/W	Massa superf.	440 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	25,0	0,700	0,036	1.400	1,00	11,1
B	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	200,0	1,650	0,121	2.200	1,00	70,0
C	Intonaco interno	25,0	0,700	0,036	1.400	1,00	11,1
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	250,0		0,453			

M03.ZR


Spessore 335,0 mm Trasmittanza 1,008 W/m²K

Resistenza 0,992 m²K/W Massa superf. 360 kg/m²

Tipologia Parete

Descrizione

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7
B	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,387	0,310	1.800	1,00	5,0
C	Aria 100 mm (flusso orizzontale, aperture < 500 mm ²)	100,0	0,560	0,179	1	1,00	1,0
D	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	80,0	0,400	0,200	1.800	1,00	5,0
E	Intonaco interno	15,0	0,700	0,021	1.400	1,00	11,1
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	335,0		0,992			

ELEMENTI OPACHI ORIZZONTALI

CODICE	ELEMENTO	VERSO DI DISPERSIONE	SPESSORE [cm]	U [W/m ² K]
P01	PAVIMENTO	Terreno	18	3.052
P02	SOFFITTO	Locale interno alla zona	31	1.794

SEDE. Piazza Luigi di Savoia, 22 - 20124 Milano (MI) P.IVA 07457800964 TEL. 02 45381170 - FAX. 02 45381176 MAIL. info@sacee.it www.sacee.it



DEA
Dipartimento
Energia e
Acustica



DPI
Dipartimento
Progettazione
Impianti



DPS
Dipartimento
Progettazione
Strutturale

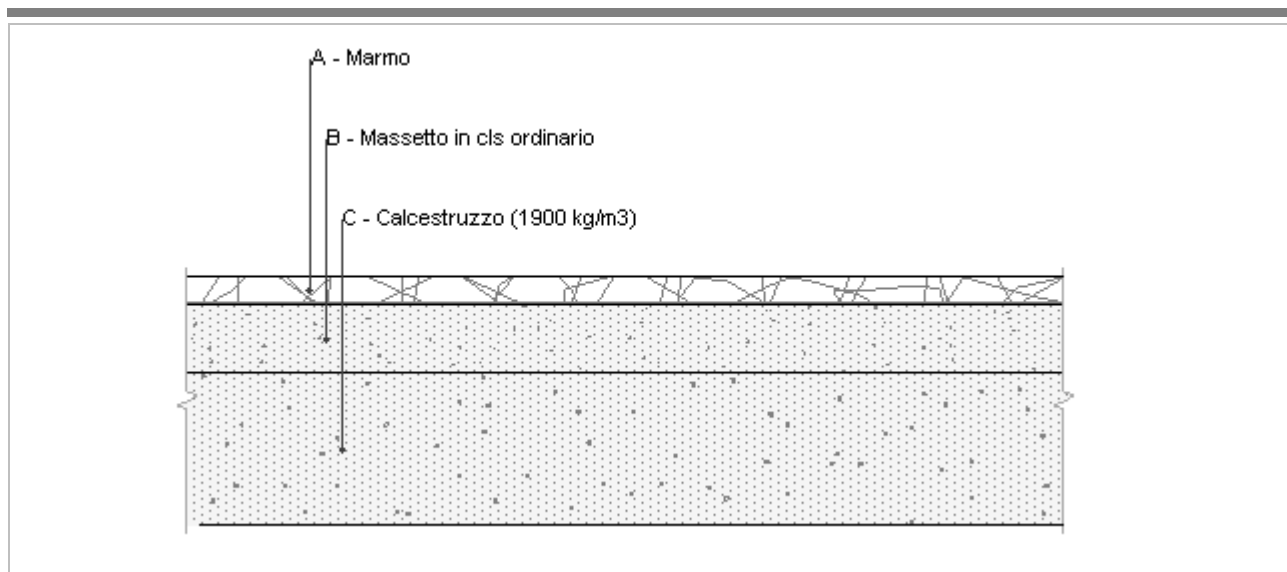


DPA
Dipartimento
Progettazione
Architettonica



CEM
Consulenza
Energy
Management

P01

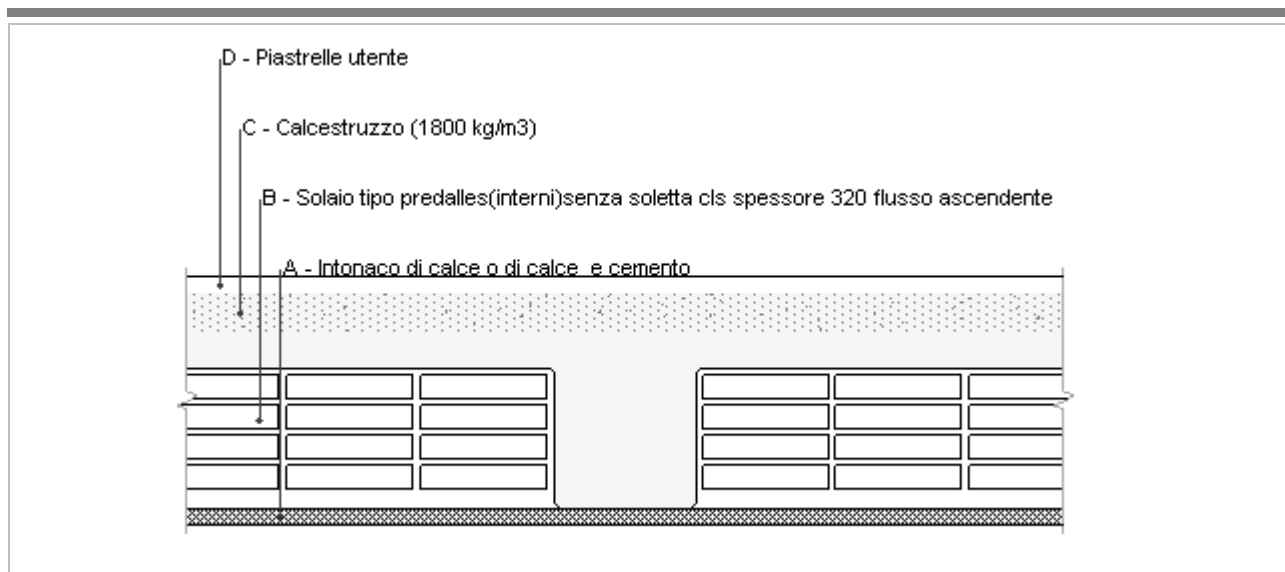


Spessore	180,0 mm	Trasmittanza	3,052 W/m ² K
Resistenza	0,328 m ² K/W	Massa superf.	358 kg/m ²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	Marmo	20,0	3,000	0,007	2.700	1,00	10.000,0
B	Massetto in cls ordinario	50,0	1,060	0,047	1.900	1,00	3,3
C	Calcestruzzo (1900 kg/m3)	110,0	1,060	0,104	1.900	0,88	3,3
	TOTALE	180,0		0,328			

P02



Spessore	310,0 mm	Trasmittanza	1,794 W/m²K
Resistenza	0,557 m²K/W	Massa superf.	522 kg/m²
Tipologia	Soffitto		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1.800	0,84	16,7
B	Solaio tipo predalles(interni)senza soletta cls spessore 320 flusso ascendente	220,0	0,889	0,248	1.800	1,00	0,0
C	Calcestruzzo (1800 kg/m³)	50,0	0,940	0,053	1.800	0,88	3,3
D	Piastrelle utente	20,0	0,580	0,034	1.800	0,85	3,2
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
	TOTALE	310,0		0,557			

Sono stati quindi riprodotti in modo realistico gli ombreggiamenti forniti da ostacoli prossimi all'edificio in analisi che quindi andranno a dare un contributo in termini di fabbisogno, il tutto considerando il corretto orientamento geografico dell'edificio in oggetto.

SERRAMENTI

I serramenti risultano essere in metallo senza taglio termico con vetro singolo.

PONTI TERMICI

Si riporta in allegato (Allegato 2) l'analisi dei ponti termici dell'edificio esistente

DISPERSIONI TOTALI DELL'INVOLUCRO

Sulla base di quanto rilevato è stato costruito il modello termofisico della struttura dal quale sono state ricavate le dispersioni totali.

Di seguito viene riportato un grafico della percentuale di dispersioni rispetto alle zone termiche individuate

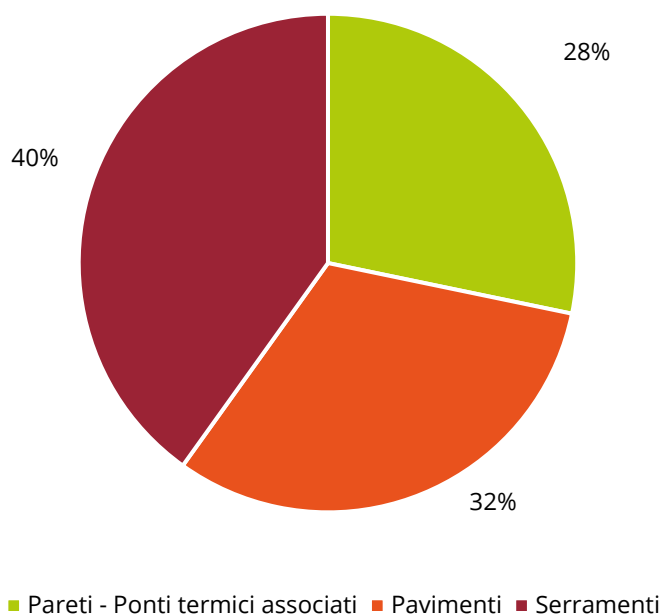


FIGURA 6 MODELLO TERMOFISICO – DISPERSIONI INVOLUCRO

Si evince che le dispersioni dell'edificio sono più o meno equamente distribuite fra serramenti, pareti e pavimento.

CARICO TERMICO INVERNALE – STATO DI FATTO

Il carico termico è stato valutato sull'attuale stato di fatto delle strutture opache e trasparenti.

Dispersione per trasmissione	19.291
Dispersione per ventilazione	1.706
Fattore di ripresa	1.320
TOTALE	22.318

Il fabbisogno termico invernale complessivo dell'unità risulta pari a circa 23 kW, valore coerente con la potenza nominale della caldaia attualmente installata. Tale fabbisogno non include la produzione di acqua calda sanitaria, che in un sistema con caldaia murale tradizionale deve essere considerata un servizio alternativo a quello del riscaldamento: quando la caldaia produce acqua calda sanitaria, il servizio di riscaldamento viene temporaneamente interrotto e viceversa.

La dimensione contenuta del bagno e la limitata richiesta prevista per la produzione di acqua calda sanitaria rendono adeguata la potenza della caldaia esistente, che risulta quindi più che sufficiente a coprire i picchi di richiesta di ACS senza particolari criticità operative.

10. VALIDAZIONE DEL MODELLO TERMOFISICO

Per validare il modello termofisico sarebbe stato necessario confrontare i consumi simulati con quelli reali, ricavati dalle bollette energetiche. Tuttavia, come già evidenziato, le bollette non sono disponibili a causa della mancata utilizzazione dell'edificio e della disattivazione delle forniture negli anni recenti. Questo rende impossibile effettuare il consueto confronto empirico tra dati simulati e dati misurati.

Nonostante tale limitazione, si ritiene che il modello sviluppato rappresenti in modo adeguato lo stato reale dell'unità immobiliare, per i seguenti motivi:

- Le stratigrafie degli elementi disperdenti non sono state ipotizzate, ma rilevate direttamente tramite saggi murari, garantendo un'elevata attendibilità dei dati di input.
- Il fabbisogno termico risultante dalla simulazione risulta coerente con la potenza effettivamente installata per il riscaldamento, confermando la congruenza del modello con la situazione impiantistica esistente.

Alla luce delle informazioni disponibili e considerando che non sono previste ulteriori indagini invasive, il modello può essere ritenuto una rappresentazione fedele dello stato di fatto dell'edificio e costituisce una base affidabile per valutare le potenzialità di miglioramento energetico.

11. PRINCIPALI PROBLEMI RILEVATI

INTRODUZIONE

Dall'analisi delle caratteristiche costruttive e impiantistiche dell'unità emergono diverse criticità che influiscono sulle prestazioni energetiche complessive dell'edificio. Nei paragrafi seguenti vengono descritte le principali problematiche riscontrate e le relative considerazioni preliminari sugli interventi di riqualificazione.

PARETI

L'involucro opaco perimetrale è costituito principalmente da murature a cassa vuota prive di isolamento termico. Sebbene lo stato di conservazione risulti complessivamente discreto, le prestazioni energetiche sono limitate a causa della tecnica costruttiva e degli spessori medi di circa 30 cm. Si ritiene pertanto opportuno valutare un intervento di isolamento dell'involucro, finalizzato alla riduzione delle dispersioni termiche e al miglioramento del comfort interno.

SERRAMENTI

I serramenti esistenti sono in alluminio con vetro singolo, caratterizzati da scarsa tenuta all'aria e da elevati valori di trasmittanza termica. Inoltre, diversi elementi risultano deteriorati. La sostituzione completa dei serramenti è considerata un intervento prioritario, in quanto consentirebbe un significativo miglioramento dell'efficienza energetica e della qualità ambientale interna.

SOLAI E COPERTURE

Il solaio disperdente principale è il pavimento controterra. Per questa tipologia costruttiva si può valutare un intervento di coibentazione interna mediante la realizzazione di un pavimento flottante con strato isolante, al fine di ridurre le dispersioni verso il terreno e migliorare le prestazioni termiche complessive.

IMPIANTI

Gli impianti attuali destinati alla climatizzazione invernale e alla produzione di acqua calda sanitaria risultano obsoleti e caratterizzati da prestazioni non efficienti. È consigliata la sostituzione del generatore termico e la riqualificazione dell'intera centrale termica, con l'obiettivo di incrementare l'efficienza, ridurre i consumi e adeguare le prestazioni del sistema alle esigenze della futura destinazione d'uso.

ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione è attualmente composto da lampade fluorescenti datate. In considerazione

dell'evoluzione tecnologica e del notevole risparmio energetico ottenibile con sorgenti LED, si raccomanda la sostituzione del sistema esistente con apparecchi illuminanti di nuova generazione.

12. INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO

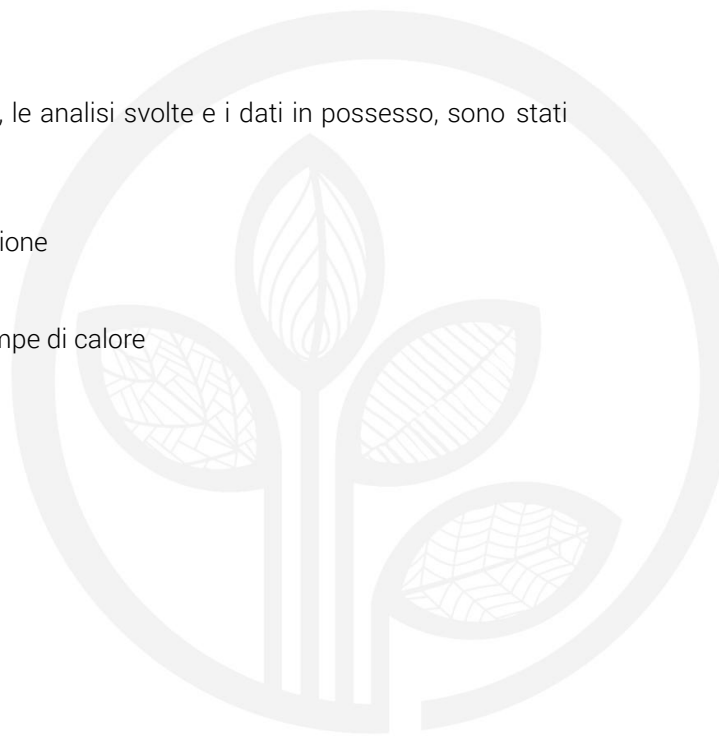
Il modello teorico dell'edificio costruito sulla base dell'analisi dell'esistente e validato, rappresenta una sorta di piattaforma di partenza sulla quale possono essere implementate e simulate le modifiche desiderate alle caratteristiche termofisiche dell'involucro e dell'impianto.

La scelta degli interventi di efficientamento da analizzare dal punto di vista del ritorno economico dell'investimento, e quindi da applicare al modello validato e destagionalizzato, tiene conto nel caso in esame di molti elementi:

- Indicazioni fornite dalla committenza sugli interventi che si vorrebbero realizzare in futuro
- Esperienza del diagnosticatore
- Livello di complessità degli interventi

Considerate tutte le valutazioni effettuate sullo stato di fatto, le analisi svolte e i dati in possesso, sono stati analizzati i seguenti interventi relativi all'involucro:

1. Coibentazione elementi verticali opachi e pavimentazione
2. Sostituzione dei serramenti
3. Sostituzione caldaia esistente riscaldamento con pompe di calore
4. Relamping



13. ANALISI ECONOMICA

GRANDEZZE ECONOMICHE

Sono state fatte le valutazioni energetiche delle azioni di retrofit definite nel capitolo seguente e per le azioni previste sono state valutate le seguenti grandezze economiche:

Investimento iniziale

Rappresenta l'ammontare dei costi necessari ad effettuare l'investimento previsto.

Nel caso in cui l'investimento venga speso a fine lavori l'investimento iniziale è tutto attribuito all'anno zero, mentre se l'investimento è finanziato o rateizzato l'investimento iniziale viene diviso in più rate ognuna attribuita all'anno in cui viene effettuata la spesa.

Ogni quota viene attribuita sulla base dell'effettivo flusso di cassa per cui viene imputata ad ogni anno la rata versata in quel periodo opportunamente attualizzata. L'investimento iniziale può comprendere il totale costo di un bene o solo una sua parte sulla base della valutazione che si sta facendo.

Costi

Nella valutazione dei costi ci si riferisce a tutte le voci di spesa che sono connesse con il lavoro valutato.

Benefici

Il calcolo dei benefici di un intervento migliorativo viene ottenuto trasformando il dato di risparmio energetico in valore economico.

Tasso di sconto

Il tasso di sconto è tecnicamente il fattore che permette di attualizzare i flussi di cassa. L'attualizzazione è il processo che permette di fare una valutazione economica che tenga in considerazione anche il valore di una cifra nel tempo.

Costo dell'energia

Nella valutazione economica è necessario stimare i benefici economici del risparmio energetico. Questi benefici nascono dalla valutazione tecnica del risparmio in kWh/mc anno e dal costo al kWh dell'energia. Il costo dell'energia va rivalutato negli anni successivi all'anno di investimento ipotizzando un andamento progressivo fisso percentuale nel tempo.

VAN (Valore attuale netto)

Il VAN rappresenta la somma dei flussi di cassa di ogni anno compreso nella durata dell'investimento, attualizzati all'anno in cui si sta facendo la valutazione tenendo conto di tasso di inflazione, tasso di crescita del costo dell'energia e tasso di sconto reale.

$$VAN = \sum_{j=0}^T \frac{FC_j}{(1+r)^j}$$

Payback time (Tempo di ritorno)

Il Payback time (PT) è il numero minimo di anni per il quale il VAN è zero.

Indice di profitto (IP)

L'indice di profitto raffronta i benefici e i costi per individuarne il rapporto.

Viene calcolato come

$$IP = \frac{\sum_{j=0}^T \frac{B_j}{(1+r)^j}}{\sum_{j=0}^T \frac{C_j}{(1+r)^j}}$$

TARIFFE UTILIZZATE NEL CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO

Per le valutazioni economiche è stato adottato un prezzo medio del gas metano pari a 0,72 €/Smc e un prezzo dell'energia elettrica pari a 0,23 €/kWh. Tali valori sono stati stimati sulla base del PUN 2025–inizio 2026 per l'energia elettrica e degli aggiornamenti ARERA 2025 per il gas naturale.

Si è ipotizzato che i prezzi dei vettori energetici possano subire un incremento annuo del 3% sia per il gas sia per l'energia elettrica. Per l'attualizzazione dei flussi economici è stato considerato un tasso di attualizzazione pari al 3,7%, mentre il tasso di sconto adottato nelle valutazioni è del 3%. Il tasso di inflazione di riferimento è stato fissato all'1,5%, in linea con l'andamento medio registrato negli ultimi anni.

È opportuno evidenziare che, a fronte di un aumento del costo dell'energia superiore a quello ipotizzato, il ritorno economico degli interventi risulterà più favorevole, mentre una riduzione dei prezzi (scenario ritenuto poco probabile) comporterebbe un allungamento dei tempi di rientro dell'investimento.

I valori economici utilizzati sono stati definiti sulla base dei seguenti criteri:

- La variazione percentuale media del costo dei combustibili dal 2009 a oggi, ricavata dai dati storici dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas.
- Il tasso di sconto calcolato come media dei tassi di interesse bancari, in conformità ai dati storici della Banca d'Italia degli ultimi dieci anni.
- Il tasso di inflazione determinato come media dei valori registrati negli ultimi dieci anni.

È doveroso sottolineare che, considerata l'attuale situazione geopolitica, i prezzi medi dei vettori energetici utilizzati per la stima del risparmio potrebbero essere soggetti a oscillazioni anche rilevanti in tempi relativamente brevi. Al momento, tuttavia, tali variazioni non risultano prevedibili né quantificabili con attendibilità.

IPOTESI DELL'ANALISI ECONOMICA

Si premette che le stime economiche presentate devono essere inquadrare all'interno del livello di approfondimento tipico di uno studio di fattibilità. I costi degli interventi sono stati determinati sulla base di prezziari ufficiali e standardizzati; eventuali preventivi specifici redatti da imprese o fornitori potrebbero determinare variazioni localizzate dei valori riportati.

Al costo diretto degli interventi è stata applicata una maggiorazione per includere le spese professionali e gli oneri accessori connessi alla loro realizzazione. Inoltre, su tutti i costi è stata calcolata l'IVA, tenendo conto delle eventuali agevolazioni fiscali previste dalla normativa vigente.

I prezzi riportati come costo complessivo per ciascun intervento devono quindi intendersi comprensivi di IVA e includono una stima delle spese di progettazione e delle ulteriori spese tecniche accessorie correlate.

14. CONTO TERMICO 3.0

Il Conto Termico è un meccanismo di incentivazione che premia gli interventi finalizzati all'incremento dell'efficienza energetica e alla produzione di energia termica da fonti rinnovabili mediante impianti di piccole dimensioni. Il sistema si rivolge in modo particolare alle Pubbliche Amministrazioni, fornendo un supporto economico diretto per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio.

Grazie al Conto Termico è possibile migliorare le prestazioni energetiche degli edifici, ridurre i consumi e recuperare in tempi relativamente brevi una quota significativa delle spese sostenute per gli interventi.

Di seguito sono riportati i requisiti necessari per la richiesta dell'incentivo e le tipologie di attività ammissibili. Le informazioni riportate fanno riferimento alle Regole Applicative del D.M. 7 agosto 2025.

TIPOLOGIE DI INTERVENTI INCENTIVABILI

“Sono incentivabili gli interventi di incremento dell’efficienza energetica in edifici esistenti, parti di essi o unità immobiliari esistenti (Titolo II), nonché gli interventi di piccole dimensioni di produzione di energia termica da fonti rinnovabili e di sistemi ad alta efficienza realizzati in edifici esistenti, parti di essi o unità immobiliari esistenti (Titolo III), secondo le modalità sinteticamente descritte nelle seguenti tabelle”.

INTERVENTI INCENTIVABILI		
CATEGORIA	COD.	ATTIVITA'
Interventi di incremento dell’efficienza energetica in edifici esistenti, parti di essi o unità immobiliari esistenti	II.A	Isolamento termico di superfici opache
	II.B	Sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi
	II.C	Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti
	II.D	Trasformazione in “ edifici a energia quasi zero ”
	II.E	Sostituzione di sistemi per l’ illuminazione di interni e delle pertinenze esterne
	II.F	Installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico (building automation) degli impianti termici ed elettrici,
	II.G	Installazione di elementi infrastrutturali per la ricarica di veicoli elettrici
	II.H	Installazione di impianti solari fotovoltaici
Interventi di piccole dimensioni di produzione di energia termica da fonti rinnovabili e di sistemi ad alta efficienza in edifici esistenti parti di essi o unità immobiliari	III.A	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti pompe di calore
	III.B	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale ibridi
	III.C	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale o di riscaldamento con generatori di calore alimentati da biomassa
	III.D	Installazione di collettori solari termici
	III.E	Sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore
	III.F	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con allaccio a reti di teleriscaldamento
	III.G	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti di microgenerazione



Gli interventi descritti sono soggetti a specifici requisiti tecnici ed economici, che determinano sia l'ammissibilità al Conto Termico sia l'ammontare del contributo ottenibile. Ogni categoria di intervento è infatti regolata da parametri prestazionali minimi e da massimali di costo e di incentivo, fissati dalle Regole Applicative del Conto Termico.

Si evidenzia inoltre che i Comuni con popolazione inferiore a 15.000 abitanti, come il Comune di Albano Sant'Alessandro, possono beneficiare di un innalzamento dell'incentivo fino al 100% dei costi ammissibili, nel caso di interventi su edifici di proprietà pubblica e destinati a uso pubblico, oppure, se utilizzati da soggetti privati (con esclusione delle imprese), purché finalizzati a servizi di interesse pubblico.

L'incentivo, pur potendo raggiungere la copertura integrale del costo dell'intervento, deve comunque rispettare i massimali economici previsti per ciascuna tipologia di intervento, sia in termini di costo massimo ammissibile sia in termini di incentivo massimo erogabile.



REQUISITI TECNICI PER L'ACCESSO ALL'INCENTIVO

Si riportano di seguito gli interventi oggetto della presente diagnosi

STRUTTURE OPACHE

ALLEGATO 1 – D.M. 16/02/2016		
INTERVENTO	LIMITI TRASMITTANZA TERMICA U (W/m²K)	
ISOLAMENTO COPERTURE	Zona climatica A	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$
ISOLAMENTO PAVIMENTI E SOLAI	Zona climatica A	$\leq 0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$
ISOLAMENTO PARETI PERIMETRALI	Zona climatica A	$\leq 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$

Il caso specifico oggetto di analisi è collocato presso il Comune di Albano Sant'Alessandro, precisamente collocato in zona climatica E, di conseguenza i limiti di accesso all'incentivo, sulla base della tabella sopra riportata e degli interventi ipotizzati sono:

- TRASMITTANZA SOLAI POST-INTERVENTO $\leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
- TRASMITTANZA PARETI POST-INTERVENTO $\leq 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

STRUTTURE TRASPARENTI

Come nel caso precedente, per le strutture trasparenti è necessario rispettare i limiti imposti sulla base della zona climatica.

ALLEGATO 1 – D.M. 16/02/2016		
INTERVENTO	LIMITI TRASMITTANZA TERMICA U (W/m ² K)	
SOSTITUZIONE SERRAMENTI	Zona climatica A	≤ 2,60 W/m ² K
	Zona climatica B	≤ 2,60 W/m ² K
	Zona climatica C	≤ 1,75 W/m ² K
	Zona climatica D	≤ 1,67 W/m ² K
	Zona climatica E	≤ 1,30 W/m²K
	Zona climatica F	≤ 1,00 W/m ² K

Si ritiene doveroso specificare che ai fini del rilascio dell'incentivo **devono essere congiuntamente installati dei sistemi di termoregolazione o valvole termostatiche** qualora non presenti nello stato di fatto.

Nel caso in cui non siano presenti i sistemi di regolazione indicati e non si provveda alla loro installazione in concomitanza con l'installazione di serramenti non sarà possibile accedere al sistema incentivante.

SOSTITUZIONE IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Viene incentivata anche la sostituzione dei corpi illuminanti interni ed esterni purché:

- le lampade e gli apparecchi di illuminazione siano certificati da laboratori accreditati anche per quanto riguarda le caratteristiche fotometriche (solido fotometrico, resa cromatica, flusso luminoso, efficienza luminosa), nonché per la loro conformità ai criteri di sicurezza e di compatibilità elettromagnetica previsti dalle norme tecniche vigenti e recanti la marcatura CE;
- le lampade rispecchino i seguenti requisiti tecnici:
 - indice di resa cromatica (IRC) > 80 per l'illuminazione d'interni e > 60 per l'illuminazione delle pertinenze esterne degli edifici;
 - efficienza luminosa minima: 80 lm/W;
- la potenza installata delle lampade non deve superare il 50% della potenza sostituita, nel rispetto dei criteri illuminotecnici previsti dalla normativa vigente; laddove tale limite non sia rispettato a causa del sottodimensionamento dell'impianto ante-operam imputabile al mancato rispetto dei criteri illuminotecnici previsti dalla normativa vigente UNI EN 12464-1 l'incentivo è ammissibile esclusivamente per la quota potenza pari al 50% della potenza sostituita. Nei casi di ambienti residenziali il criterio illuminotecnico minimo è definito dalla condizione ante-operam;

- la potenza installata delle lampade non deve superare il 50% della potenza sostituita, nel rispetto dei criteri illuminotecnici previsti dalla normativa vigente; laddove tale limite non sia rispettato a causa del sottodimensionamento dell'impianto ante-operam imputabile al mancato rispetto dei criteri illuminotecnici previsti dalla normativa vigente UNI EN 12464-1 l'incentivo è ammissibile esclusivamente per la quota potenza pari al 50% della potenza sostituita. Nei casi di ambienti residenziali il criterio illuminotecnico minimo è definito dalla condizione ante-operam;
- i sistemi di illuminazione esterni o emittenti verso l'esterno siano realizzati in conformità alla normativa sull'inquinamento luminoso e sulla sicurezza, ove presenti;

SOSTITUZIONE DI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE CON IMPIANTI DOTATI DI POMPA DI CALORE

Tale intervento è incentivato qualora vengano rispettati i seguenti requisiti:

- l'installazione deve sostituire parzialmente o integralmente l'impianto di climatizzazione invernale già presente nell'immobile di qualsiasi categoria catastale (tranne F). La sostituzione parziale è ammessa solo nel caso di un impianto dotato di più generatori di calore;
- la messa a punto e l'equilibratura del sistema di distribuzione, regolazione e controllo;
- l'installazione su tutti i corpi scaldanti di elementi di regolazione di tipo modulante agente sulla portata, tipo valvole termostatiche a bassa inerzia termica, a esclusione:
 - dei locali in cui l'installazione di valvole termostatiche o altra regolazione di tipo modulante agente sulla portata sia dimostrata inequivocabilmente non fattibile tecnicamente nel caso specifico (*cfr.* Decreto 26 giugno 2015, concernente le metodologie di calcolo della prestazione energetica e la definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici);
 - dei locali in cui è installata una centralina di termoregolazione con dispositivi modulanti per la regolazione automatica della temperatura ambiente (*cfr.* Decreto 26 giugno 2015, concernente le metodologie di calcolo della prestazione energetica e la definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici). In caso di impianti al servizio di più locali, è possibile omettere l'installazione di elementi di regolazione di tipo modulante agenti sulla portata esclusivamente sui terminali di emissione situati all'interno dei locali in cui è presente una centralina di termoregolazione, anche se questa agisce, oltre che sui terminali di quel locale, anche sui terminali di emissione installati in altri locali;
 - degli impianti di climatizzazione invernale progettati e realizzati con temperature medie del fluido termovettore inferiori a 45°C;
- l'installazione di efficaci sistemi di contabilizzazione individuale dell'energia termica utilizzata, nel caso di impianti centralizzati a servizio di molteplici unità immobiliari e/o edifici;
- per gli interventi con potenza termica utile superiore a 200 kW, è obbligatoria l'installazione di sistemi di contabilizzazione del calore e la comunicazione al GSE delle misure dell'energia termica annualmente prodotta dagli impianti e utilizzata per coprire i fabbisogni termici, secondo quanto indicato al paragrafo 12.8 delle Regole Applicative;

- per le pompe di calore elettriche l'efficienza energetica stagionale del riscaldamento (η_s %) e lo SCOP devono essere almeno pari ai valori dei requisiti minimi di ecoprogettazione dei regolamenti di prodotto ecodesign, calcolati in zona climatica "average" e stabiliti in funzione del tipo di prodotto e di applicazione, come indicati nelle Tabelle 3-4 dell'Allegato 1 del Decreto. La prestazione delle pompe di calore deve essere dichiarata e garantita dal costruttore sulla base di prove effettuate in conformità alla UNI EN14825, come previsto dalle regolamentazioni Ecodesign vigenti ed eventuali successive modifiche e integrazioni

[Tabella 3 – Allegato 1 – D.M. 7 agosto 2025]					
	Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Efficienza stagionale minima ecodesign η_s (%)	SCOP minimo ecodesign	COP minimo ecodesign	Denominazione commerciale
Reg. 206/2012	aria/aria ≤ 12 kW	149 GWP >150	3,8		Split/multisplit
		134 GWP ≤ 150	3,42		
Reg. 2281/2016	aria/aria >12 kW	137	3,5		Fixed double duct
		125	3,2		VRV/VRV
Reg. 2281/2016	acqua/aria	137	3,625		Acqua/aria
Reg. 813/2013	aria/acqua	110	2,825		aria/acqua – acqua/acqua
	acqua/acqua	110	2,95		
	aria/acqua a bassa temperatura	125	3,2		
	acqua/acqua a bassa temperatura	125	3,325		

[Tabella 4 – Allegato 1 – D.M. 7 agosto 2025]				
	Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Efficienza stagionale minima ecodesign η_s (%)	SCOP minimo ecodesign	Denominazione commerciale
Reg. 206/2012	salamoia/aria ≤ 12 kW	149 GWP >150 134 GWP ≤ 150	3,8 3,42	Salamoia/aria
Reg. 2281/2016	salamoia/aria >12 kW	137	3,625	
Reg. 813/2013	salamoia/acqua	110	2,825	Salamoia/acqua
	salamoia/acqua a bassa temperatura	125	3,2	

15. INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO

Si riportano di seguito le analisi relative agli interventi ipotizzati.

Si rammenta che tale analisi ha lo scopo di pura analisi di priorità di intervento e che si sofferma sulle valutazioni energetiche degli stessi.

Nel caso si decida di procedere a tali interventi sarà necessario effettuare uno studio di fattibilità più approfondito degli interventi che tenga conto delle seguenti valutazioni:

- Analisi architettonica
- Analisi di dettaglio dei ponti termici e relative risoluzioni
- Analisi strutturale dei carichi
- Analisi acustica
- Analisi delle criticità relative alla prevenzione incendio
- Analisi della normativa paesaggistica e specifica territoriale
- Eventuali criticità ad oggi non evidenti

Per la valutazione dei seguenti interventi migliorativi sono stati utilizzati come dati dell'edificio nello stato di fatto i seguenti valori ottenuti dal modello energetico:

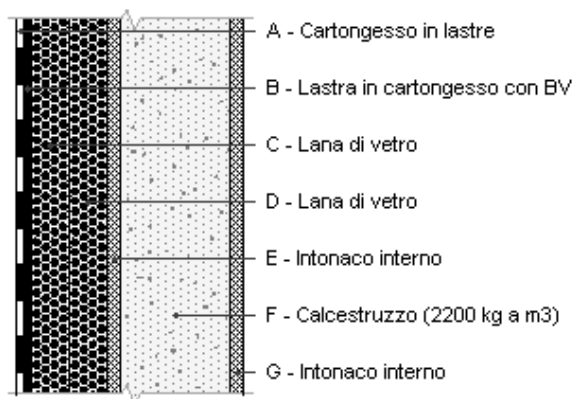
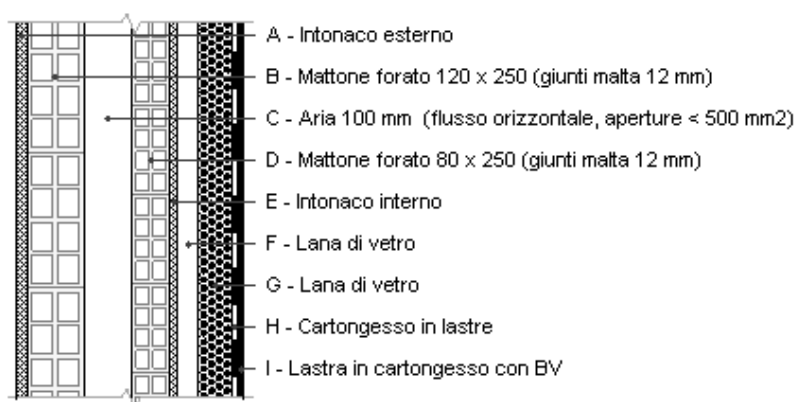
STATO DI FATTO	
CLASSE ENERGETICA	E
EP _{gl,nren}	608 kWh/mq anno

La valutazione degli interventi migliorativi ha previsto una prima analisi di singoli interventi di efficientamento per poter valutare l'incidenza di ciascuno e decidere in un secondo momento quale fosse la migliore combinazione da proporre come intervento d'insieme.

Vengono di seguito descritti gli interventi proposti corredati dai dati ottenuti.

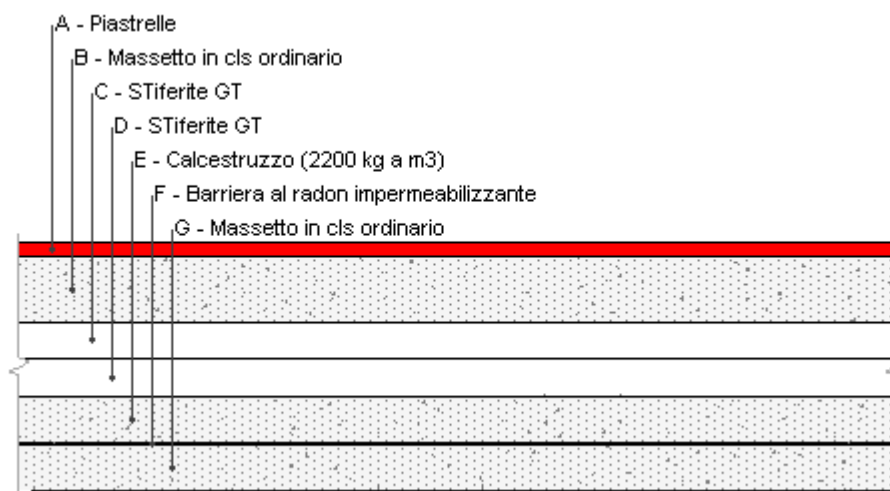
INTERVENTO IM 1: COIBENTAZIONE ELEMENTI OPACHI

L'ipotesi prevede la coibentazione delle pareti disperdenti verso l'esterno e verso il vano scale attraverso l'inserimento di un isolamento interno in lana di vetro con doppia lastra in cartongesso.



L'intervento ipotizzato prevede quindi l'utilizzo di materiale isolante con conducibilità termica pari o inferiore a **0,032 W/mK** al fine di non superare il limite di trasmittanza pari a **0,23 W/mqK** distribuito lungo tutto il perimetro di edificato.

Congiuntamente a tale intervento si è valutato di introdurre una coibentazione sulla pavimentazione tramite la realizzazione di una nuova pavimentazione con lastre in Stiferite con conducibilità inferiore a **0,022 W/mK** al fine di non superare il limite di trasmittanza pari a **0,25 W/mqK**.



Per la valutazione economica dell'intervento si è tenuto conto del costo dell'intervento sopra descritto con un margine di imprevisti dovuti alla non chiara conoscenza della composizione materica e strutturale dell'edificio. Si ribadisce che in ogni caso l'intervento potrebbe subire oscillazioni economiche anche significative nel caso in cui da un'analisi approfondita emergesse una situazione più semplice/complessa di quanto previsto.

SUPERFICIE COMPLESSIVA PARETI	113 mq
SUPERFICIE COMPLESSIVA PAVIMENTO	137 mq

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM1 – COIBENTAZIONE OPACHI
INVESTIMENTO INIZIALE COMPLESSIVO	€ 61.880
CONTO TERMICO	€ 31.740
RISPARMIO FATTURA	€ 1.670
DURATA INVESTIMENTO	25
VAN	€ 3.251
PAYBACK TIME	22
IP	1,1

INTERVENTO IM 2: SOSTITUZIONE INTEGRALE SERRAMENTI

Come anticipato in precedenza, il complesso presenta generalmente sistemi energeticamente poco performanti, talvolta compromessi a causa del tempo.

L'ipotesi prevede la sostituzione dei serramenti esistenti con sistemi di nuova generazione e trasmittanza termica pari a $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ e fattore solare $g=0,35$.

La proposta progettuale è stata stilata in ottica di massimizzazione della performance energetica, tentando quindi di garantire il medesimo standard qualitativo in tutti i locali presenti.

SUPERFICIE COMPLESSIVA	54 mq
------------------------	-------

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM2 – SOSTITUZIONE SERRAMENTI
INVESTIMENTO INIZIALE COMPLESSIVO	€ 30.743
CONTO TERMICO	€ 30.743
RISPARMIO FATTURA	€ 890
DURATA INVESTIMENTO	25
VAN	€ 17.368
PAYBACK TIME	1
IP	1,6

INTERVENTO IM 3: SOSTITUZIONE DI GENERATORI RISCALDAMENTO e ACS

L'intervento proposto prevede la sostituzione dell'attuale generatore termico con una pompa di calore elettrica di nuova generazione Arotherm plus VWL 85/6 di Vaillant o similari, idonea a garantire sia il riscaldamento degli ambienti sia la produzione di acqua calda sanitaria, con l'obiettivo di massimizzare l'efficienza energetica complessiva dell'edificio. L'installazione della pompa di calore dovrà essere accompagnata da un sistema di regolazione e controllo delle temperature, attualmente assente, al fine di ottimizzare i consumi e garantire un funzionamento corretto dell'impianto.

È opportuno sottolineare che i dati economici riportati relativamente alla riqualificazione del sistema di climatizzazione invernale costituiscono una valutazione preliminare, coerente con il livello di approfondimento di uno studio di fattibilità. Qualora si ritenga opportuno procedere con questa soluzione impiantistica, sarà necessario sviluppare un progetto più dettagliato, comprensivo di verifiche approfondite sulle caratteristiche dell'impianto esistente, sul fabbisogno effettivo e sulle compatibilità tecniche.

Ulteriori approfondimenti potrebbero infatti mettere in luce una situazione impiantistica più complessa di quanto ipotizzato in questa fase preliminare, con conseguenti possibili variazioni, anche significative, dei costi complessivi dell'intervento. Per tale motivo, le stime economiche qui riportate devono essere considerate indicative e soggette a potenziali oscillazioni.

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM3 – IMPIANTO RISCALDAMENTO
INVESTIMENTO INIZIALE COMPLESSIVO	€ 54.383
CONTO TERMICO	€ 4.127
RISPARMIO FATTURA	€ 2.000
DURATA INVESTIMENTO	25
VAN	- € 7.450
PAYBACK TIME	>25
IP	0,9

La differenza tra il costo del gas metano e quello dell'energia elettrica non rende economicamente vantaggiosa la sostituzione diretta dei generatori con pompe di calore.

INTERVENTO IM 4: RELAMPING

L'intervento prevede la sostituzione di tutte le lampade con nuovi sistemi a LED ad alta efficienza con caratteristiche tecniche compatibili con il Conto Termico 3.0

DESCRIZIONE INTERVENTO	IM4
INVESTIMENTO INIZIALE COMPLESSIVO	€ 13.315
CONTO TERMICO	€ 3.850
RISPARMIO FATTURA	€ 520
DURATA INVESTIMENTO	25
VAN	€ 1.320
PAYBACK TIME	21
IP	1,1

INTERVENTO CUMULATIVO

Si considera a seguire un intervento unico cumulativo di tutti gli interventi visti prima

DESCRIZIONE INTERVENTO	
INVESTIMENTO INIZIALE COMPLESSIVO	€ 160.321
CONTO TERMICO	€ 70.490
RISPARMIO FATTURA	€ 3.400
DURATA INVESTIMENTO	25
VAN	-€ 20.556
PAYBACK TIME	>25
IP	0,9

16. CONCLUSIONI FINALI

Sulla base delle criticità emerse nel corso dell'analisi dell'edificio esistente e alla luce dei vantaggi energetici ed economici associati ad alcuni degli interventi proposti, risulta evidente che l'intervento di riqualificazione rappresenti una significativa opportunità di miglioramento, sia sotto il profilo funzionale degli spazi, sia sotto il profilo delle prestazioni energetiche complessive.

È tuttavia opportuno sottolineare che alcuni interventi non presentano un ritorno economico particolarmente favorevole. Un esempio è la sostituzione del generatore termico: pur non essendo economicamente conveniente nel breve periodo, tale intervento risulta sostanzialmente obbligato poiché l'attuale quadro normativo non consente più l'installazione di sistemi basati esclusivamente su caldaie a gas per nuove realizzazioni o riqualificazioni rilevanti. Pertanto, la scelta di adottare una pompa di calore elettrica comporta inevitabilmente un investimento iniziale significativo, dovuto non soltanto alla sostituzione del generatore, ma alla necessità di intervenire in modo più esteso su tutta la componente impiantistica.

In pratica, non si tratta di una semplice sostituzione puntuale, bensì della riqualificazione completa dell'impianto di climatizzazione invernale e della produzione di acqua calda sanitaria, con adeguamenti che possono includere nuovi terminali, nuove linee di distribuzione, sistemi di regolazione e aggiornamenti dell'infrastruttura elettrica.





ALLEGATO 1 – APE DI VENDITA



DATI GENERALI

Destinazione d'uso

- ☐ Residenziale
☒ Non residenziale

Classificazione D.P.R. 412/93: E.5

Oggetto dell'attestato

- ☐ Intero edificio
☒ Unità immobiliare
☐ Gruppo di unità immobiliari

Numero di unità immobiliari
di cui è composto l'edificio: 1

- ☐ Nuova costruzione
☐ Passaggio di proprietà
☐ Locazione
☐ Ristrutturazione importante
☐ Riqualificazione energetica
☒ Altro: VOLONTARIA

Dati identificativi



Regione : Lombardia
Comune : ALBANO SANT'ALESSANDRO
Indirizzo : Via Don Schiavi 7
Piano : TERRA
Interno :
Coordinate GIS : 45,683333 9,766667

Zona climatica : E
Anno di costruzione : 1970
Superficie utile riscaldata (m²) : 118.91
Superficie utile raffrescata (m²) : 0.00
Volume lordo riscaldato (m³) : 508.59
Volume lordo raffrescato (m³) : 0.00

Comune catastale	ALBANO SANT'ALESSANDRO	Sezione	Foglio	10	Particella	92
Subalterni	da 702 a 702	da a	da a	da	a	
Altri subalterni						

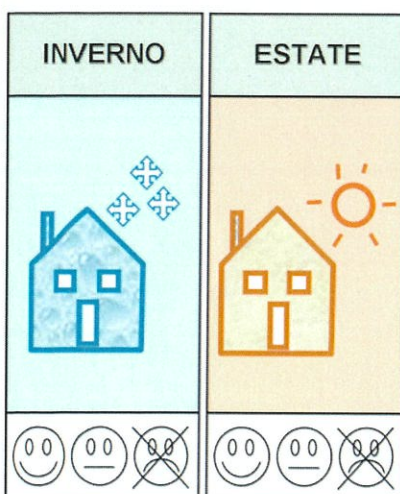
Servizi energetici presenti

- ☒ Climatizzazione invernale
☐ Climatizzazione estiva
☐ Ventilazione meccanica
☒ Prod. acqua calda sanitaria
☒ Illuminazione
☐ Trasporto di persone o cose

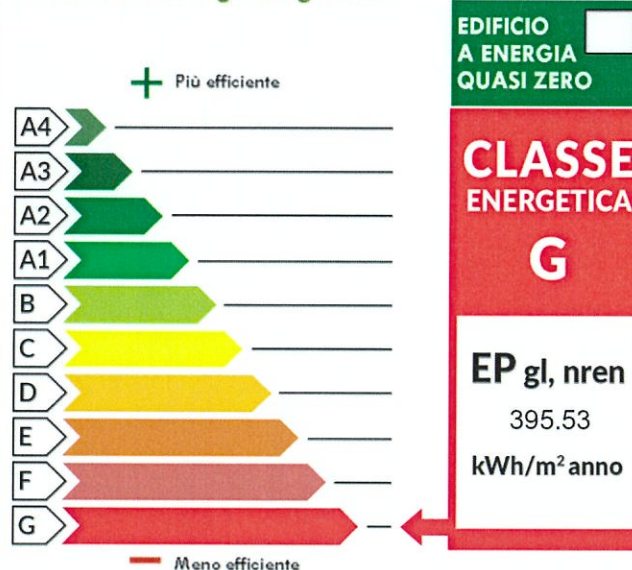
PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.

Prestazione energetica del fabbricato



Prestazione energetica globale



Riferimenti

Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione:

Se nuovi:

B(110,96)

Se esistenti:

PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI E CONSUMI STIMATI

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile, nonché una stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard.

Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi di energia

	FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	Quantità annua consumata in uso standard (specificare unità di misura)	Indici di prestazione energetica globali ed emissioni
☒	Energia elettrica da rete	713,52 kWh	Indice della prestazione energetica non rinnovabile EP _{gl,nren} kWh/m ² anno 395.53
☒	Gas naturale	4373,06 m ³	
☐	GPL		
☐	Carbone		Indice della prestazione energetica rinnovabile EP _{gl,ren} kWh/m ² anno 2.82
☐	Gasolio e Olio combustibile		
☐	Biomasse solide		
☐	Biomasse liquide		
☐	Biomasse gassose		
☐	Solare fotovoltaico		Emissioni di CO ₂ kg/m ² anno 75.64
☐	Solare termico		
☐	Eolico		
☐	Teleriscaldamento		
☐	Teleraffrescamento		
☐	Altro (specificare)		

RACCOMANDAZIONI

La sezione riporta gli interventi raccomandati e la stima dei risultati conseguibili, con il singolo intervento o con la realizzazione dell'insieme di essi, esprimendo una valutazione di massima del potenziale di miglioramento dell'edificio o immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE INTERVENTI RACCOMANDATI E RISULTATI CONSEGUIBILI

Codice	TIPO DI INTERVENTO RACCOMANDATO	Comporta una Ristrutturazione importante	Tempo di ritorno dell'investimento anni	Classe Energetica raggiungibile con l'intervento (EP _{gl,nren} kWh/m ² anno)	CLASSE ENERGETICA raggiungibile se si realizzano tutti gli interventi raccomandati
R _{EN1}	Intervento sulle strutture opache	SI	2.30	D (206.8)	C 144.20 kWh/m ² anno
R _{EN2}	Intervento sui serramenti	NO	17.80	F (342.24)	
R _{EN3}	Impianto climatizzazione - inverno	NO	0.00	F (366.95)	
R _{EN4}					
R _{EN5}					
R _{EN6}					

ALTRI DATI ENERGETICI GENERALI

Energia esportata	0.00 kWh/anno	Vettore energetico:
-------------------	---------------	---------------------

ALTRI DATI DI DETTAGLIO DEL FABBRICATO

V – Volume riscaldato	508.59	m ³
S – Superficie disperdente	329.00	m ²
Rapporto S/V	0.65	
EP _{H,nd}	272.41	kWh/m ² anno
A _{sol,est} /A _{sup utile}	0.2000	-
Y _{IE}	2.35	W/m ² K

DATI DI DETTAGLIO DEGLI IMPIANTI

Servizio energetico	Tipo di impianto	Anno di installazione	Codice catasto regionale impianti termici	Vettore energetico utilizzato	Potenza Nominale kW	Efficienza media stagionale		EPren	EPnren
Climatizzazione invernale	Generatore a combustione	2005		Gas naturale	23.70	0.71	η_H	0.00	383.83
Climatizzazione estiva							η_c		
Prod. acqua calda sanitaria	Generatore a combustione	2005		Gas naturale	23.70		η_w	0.00	0.00
Impianti combinati									
Produzione da fonti rinnovabili									
Ventilazione meccanica									
Illuminazione					0.00			2.82	11.70
Trasporto di persone o cose									

INFORMAZIONI SUL MIGLIORAMENTO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

La sezione riporta informazioni sulle opportunità, anche in termini di strumenti di sostegno nazionali o locali, legate all'esecuzione di diagnosi energetiche e interventi di riqualificazione energetica, comprese le ristrutturazioni importanti.

DATA DEL SOPRALLUOGO E DEL VERBALE SOTTOSCRITTO DAL PROPRIETARIO: 24/01/2024
COIBENTAZIONE PARETI PERIMETRALI, SOSTITUZIONE SERRAMENTI, SOSTITUZIONE IMPIANTO

SOGGETTO CERTIFICATORE

☐ Ente/Organismo pubblico	☒ Tecnico abilitato	☐ Organismo/Società
Nome e Cognome / Denominazione	MICHELE MARINI	
Indirizzo	VIA LONGOBARDICA 17, Fara Gera d'Adda (BG)	
E-mail		
Telefono		
Titolo	Diploma di geometra	
Ordine/iscrizione	Collegio dei geometri	
Dichiarazione di indipendenza	Attraverso l'asseverazione dell'Attestato di Prestazione Energetica il Soggetto certificatore contestualmente dichiara, ai sensi dell'articolo 47 del Decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, di non trovarsi in nessuna delle condizioni di incompatibilità di cui al Decreto n. 6480 e s.m.i..	
Informazioni aggiuntive		

SOPRALLUOGHI E DATI DI INGRESSO

E' stato eseguito almeno un sopralluogo/rilievo sull'edificio obbligatorio per la redazione del presente APE?	SI
---	----

SOFTWARE UTILIZZATO

Il software utilizzato risponde ai requisiti di rispondenza e garanzia di scostamento massimo dei risultati conseguiti rispetto ai valori ottenuti per mezzo dello strumento di riferimento regionale?	SI
Ai fini della redazione del presente attestato è stato utilizzato un software che impieghi un metodo di calcolo semplificato?	NO

Il presente attestato è reso, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'articolo 47 del D.P.R. 445/2000 e dell'articolo 15, comma 1 del D.Lgs 192/2005 così come modificato dall'articolo 12 del D.L 63/2013. Si dichiara, ai sensi dell'art. 19 del DPR 445/2000, che la presente copia cartacea è conforme al file dell'attestato di prestazione energetica depositato nel Catasto Energetico Edifici Regionale.

Data di emissione 07/03/2024

Firma e timbro del tecnico o firma digitale _____

LEGENDA E NOTE PER LA COMPILAZIONE

Il presente documento attesta la **prestazione** e la **classe energetica** dell'edificio o dell'unità immobiliare, ovvero la quantità di energia necessaria ad assicurare il comfort attraverso i diversi servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in condizioni convenzionali d'uso. Al fine di individuare le potenzialità di miglioramento della prestazione energetica, l'attestato riporta informazioni specifiche sulle prestazioni energetiche del fabbricato e degli impianti. Viene altresì indicata la classe energetica più elevata raggiungibile in caso di realizzazione delle misure migliorative consigliate, così come descritte nella sezione "**raccomandazioni**" (pag.2).

PRIMA PAGINA

Informazioni generali: tra le informazioni generali è riportata la motivazione alla base della redazione dell'APE. Nell'ambito del periodo di validità, ciò non preclude l'uso dell'APE stesso per i fini di legge, anche se differenti da quelli ivi indicati.

Prestazione energetica globale (EP_{gl,nren}): fabbisogno annuale di energia primaria non rinnovabile relativa a tutti i servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in base al quale è identificata la classe di prestazione dell'edificio in una scala da A4 (edificio più efficiente) a G (edificio meno efficiente).

Prestazione energetica del fabbricato: indice qualitativo del fabbisogno di energia necessario per il soddisfacimento del confort interno, indipendente dalla tipologia e dal rendimento degli impianti presenti. Tale indice dà un'indicazione di come l'edificio, d'estate e d'inverno, isola termicamente gli ambienti interni rispetto all'ambiente esterno. La scala di valutazione qualitativa utilizzata osserva il seguente criterio:



I valori di soglia per la definizione del livello di qualità, suddivisi per tipo di indicatore, sono riportati nelle Linee guida per l'attestazione energetica degli edifici di cui al decreto previsto dall'articolo 6, comma 12 del d.lgs. 192/2005.

Edificio a energia quasi zero: edificio ad altissima prestazione energetica, calcolata conformemente alle disposizioni del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 e del decreto ministeriale sui requisiti minimi previsto dall'articolo 4, comma 1 del d.lgs. 192/2005. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta all'interno del confine del sistema (in situ). Una spunta sull'apposito spazio adiacente alla scala di classificazione indica l'appartenenza dell'edificio oggetto dell'APE a questa categoria.

Riferimenti: raffronto con l'indice di prestazione globale non rinnovabile di un edificio simile ma dotato dei requisiti minimi degli edifici nuovi, nonché con la media degli indici di prestazione degli edifici esistenti simili, ovvero contraddistinti da stessa tipologia d'uso, tipologia costruttiva, zona climatica, dimensioni ed esposizione di quello oggetto dell'attestato.

SECONDA PAGINA

Prestazioni energetiche degli impianti e consumi stimati: la sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile dell'immobile oggetto di attestazione. Tali indici informano sulla percentuale di energia rinnovabile utilizzata dall'immobile rispetto al totale. La sezione riporta infine una stima del quantitativo di energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard, suddivisi per tipologia di fonte energetica utilizzata.

Raccomandazioni: di seguito si riporta la tabella che classifica le tipologie di intervento raccomandate per la riqualificazione energetica e la ristrutturazione importante.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE EDIFICIO/UNITA' IMMOBILIARE - Tabella dei Codici

Codice	TIPO DI INTERVENTO
REN1	FABBRICATO - INVOLUCRO OPACO
REN2	FABBRICATO - INVOLUCRO TRASPARENTE
REN3	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE - INVERNO
REN4	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE - ESTATE
REN5	ALTRI IMPIANTI
REN6	FONTI RINNOVABILI

TERZA PAGINA

La terza pagina riporta la quantità di energia prodotta in situ ed esportata annualmente, nonché la sua tipologia. Riporta infine, suddivise in due sezioni relative rispettivamente al fabbricato e agli impianti, i dati di maggior dettaglio alla base del calcolo.



ALLEGATO 2 – ANALISI PONTI TERMICI EDIFICIO PRE INTERVENTO



RELAZIONE DI CALCOLO DEL PONTE TERMICO

Calcolo della trasmittanza lineica del ponte termico e
verifica del rischio di formazione di muffa

EDIFICIO	Via Don Giovanni Schiavi 7 - Albano Sant'Alessandro (BG)
RELAZIONE a cura di	
DATA	10/02/2026

INDICE

1. PREMESSA METODOLOGICA
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO e METODO DI CALCOLO
3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

- 4.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo pareti esterne e vano scala
- 4.2 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 4.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 4.4 CURVE DI TEMPERATURA
- 4.5 RISULTATI DI CALCOLO
- 4.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 5.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo rientrante vano scale
- 5.2 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 5.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 5.4 CURVE DI TEMPERATURA
- 5.5 RISULTATI DI CALCOLO
- 5.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 6.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo sporgente esterno
- 6.2 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 6.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 6.4 CURVE DI TEMPERATURA
- 6.5 RISULTATI DI CALCOLO
- 6.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 7.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - serramento
- 7.2 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 7.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 7.4 CURVE DI TEMPERATURA
- 7.5 RISULTATI DI CALCOLO
- 7.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 8.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete esterna - pavimento su terreno
- 8.2 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 8.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 8.4 CURVE DI TEMPERATURA
- 8.5 RISULTATI DI CALCOLO

8.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

9.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete esterna - soffitto

9.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

9.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

9.4 CURVE DI TEMPERATURA

9.5 RISULTATI DI CALCOLO

9.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

1. PREMESSA

Il ponte termico è una discontinuità dell'involucro edilizio nella quale la resistenza termica non è uniforme e cambia in modo significativo; i ponti termici localizzati per la maggioranza dei casi nelle giunzioni tra gli elementi e provocano due effetti:

- Modifica del flusso termico
- Modifica della temperatura superficiale

rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

La presente relazione riporta la valutazione della trasmittanza lineica ψ del ponte termico tramite analisi ad elementi finiti, per ponti termico geometrico o strutturale.

Per ciascun ponte termico è analizzata la distribuzione del flusso termico, il coefficiente di accoppiamento termico e la mappa delle temperature interne al nodo. La valutazione del rischio di formazione di muffa e quindi di condensa superficiale si ottiene valutando la temperatura superficiale raggiunta sulla faccia interna.

2. NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

UNI EN ISO 10211 – Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures
General calculation methods.

UNI EN ISO 13788 - Hygrothermal performance of building components and building elements – Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation - Calculation methods

UNI EN ISO 6946 - Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method

Il metodo di calcolo utilizzato nella valutazione del ponte termico si basa su quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 10211.

La norma specifica la definizione dei limiti geometrici del modello e dei criteri da adottare per la sua suddivisione, le condizioni termiche al contorno, i valori termici e le relazioni da utilizzare.

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

- le condizioni termiche si intendono stazionarie
- tutte le proprietà fisiche sono indipendenti dalla temperatura
- non ci sono sorgenti di calore all'interno delle strutture edilizie

3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

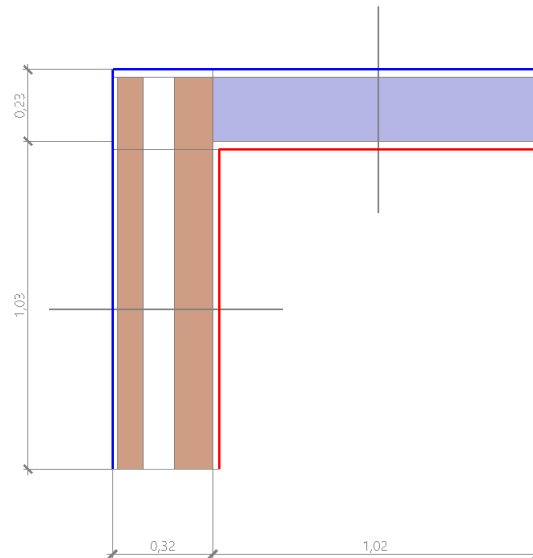
Il presente metodo numerico rispetta tutte le regole contenute nell'appendice A. In particolare:

- Fornisce le temperature e i flussi termici
- Consente di calcolare temperature e flussi termici anche in posizioni diverse da quelle indicate.
- Converge alla soluzione analitica (dove esiste) all'aumentare delle suddivisioni.
- Determina il numero di suddivisioni seguendo questa regola: esegue la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici che entrano nell'oggetto considerato, per n suddivisioni e per $2n$ suddivisioni. La differenza tra i due risultati non deve essere maggiore del 2% o in alternativa si aumenta il numero di suddivisioni fino a che il criterio non è soddisfatto.

- Le iterazioni di calcolo proseguono finché la somma di tutti i flussi termici (positivi o negativi) entranti nell'oggetto, divisa per la metà della somma dei valori assoluti dei medesimi flussi termici è minore di 0.001

4.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo pareti esterne e vano scala

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco interno	0,700
2	Intonaco interno	0,700
3	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
4	Aria 100 mm (flusso orizzontale, aperture < 500 mm ²)	0,560
5	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,387
6	Intonaco interno	0,700
7	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
8	Aria 100 mm (flusso orizzontale, aperture < 500 mm ²)	0,560
9	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,387
10	Intonaco esterno	0,900
11	Intonaco interno	0,700
12	Calcestruzzo (2200 kg a m ³)	1,650
13	Intonaco interno	0,700

4.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Albano Sant`Alessandro - (BG).
Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.
Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

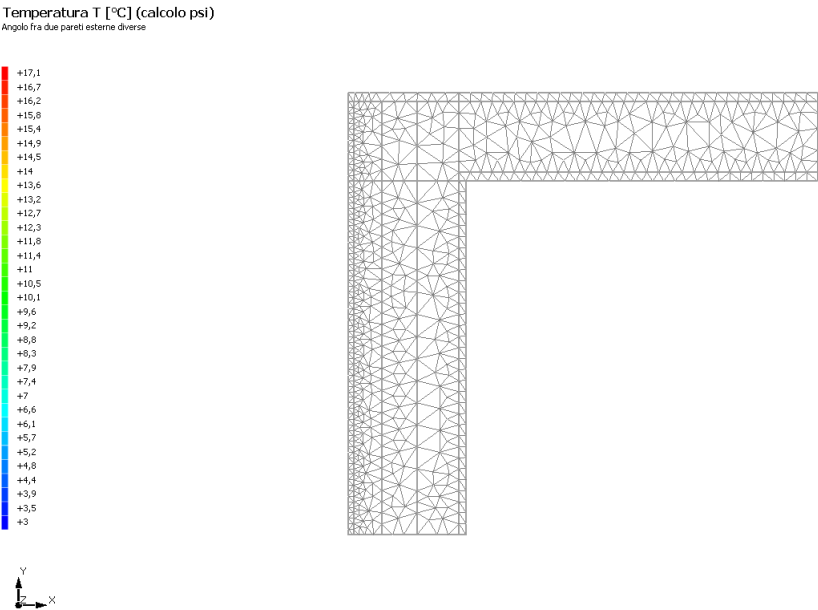
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04

4.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 758

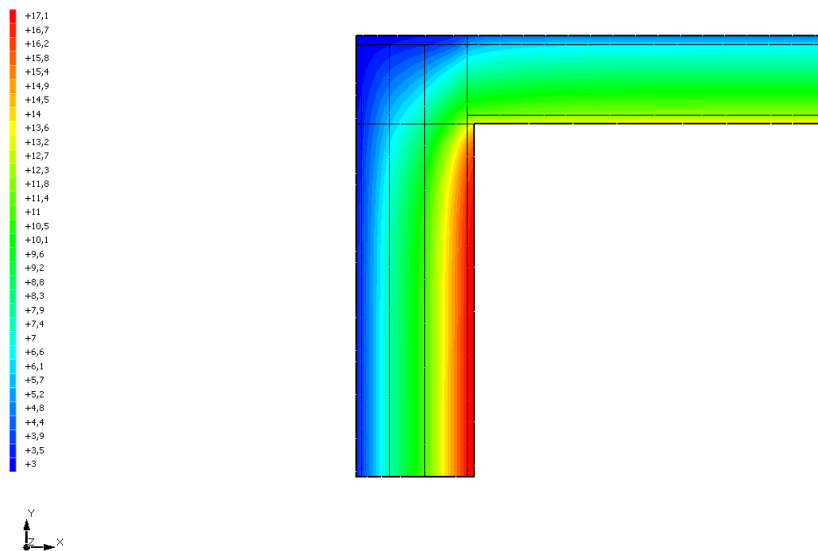
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



4.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Angolo fra due pareti esterne diverse



4.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	68,90	W/m
Ψ interno	0,1815	W/mK
Ψ esterno	-1,0194	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	4,05	W/mK
Temperatura minima	10,9	°C

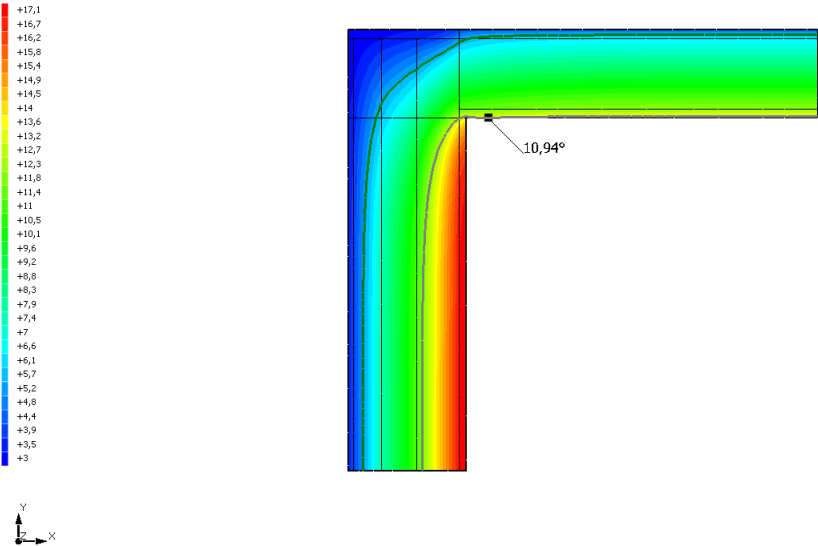
4.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]
 θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]
 θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Angolo tra due pareti esterne diverse



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.
I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Albano Sant'Alessandro, BG

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
dicembre	3,60	0,0	0,0	682,2	682,2	852,8	4,68	20,00	0,0660
gennaio	3,00	0,0	0,0	703,5	703,5	879,4	5,12	20,00	0,1249

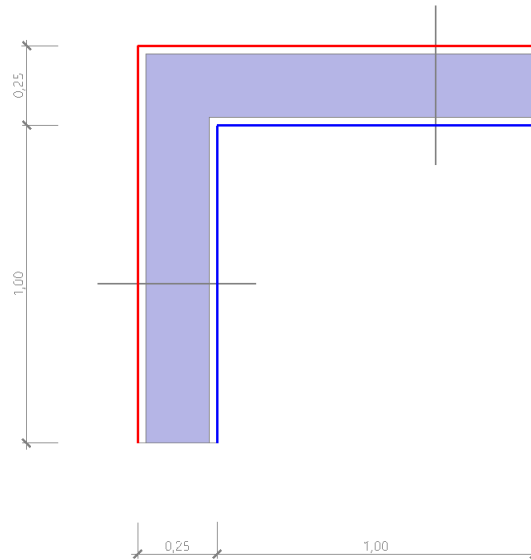
T_e temperatura esterna media mensile [°C]
 φ_e umidità relativa esterna [%]
 P_e pressione esterna [Pa]
 ΔP variazione di pressione [Pa]
 P_i pressione interna [Pa]
 P_{si} pressione di saturazione interna [Pa]
 T_{si} Temperatura superficiale interna [°C]
 fR_{si} Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi}	0,467
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{RsiAmm}	0,125
Mese critico	Gennaio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	$f_{rsi} > f_{rsi,max}$: assenza di muffa

5.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo rientrante vano scale

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco interno	0,700
2	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
3	Intonaco interno	0,700

5.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Albano Sant'Alessandro - (BG).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04

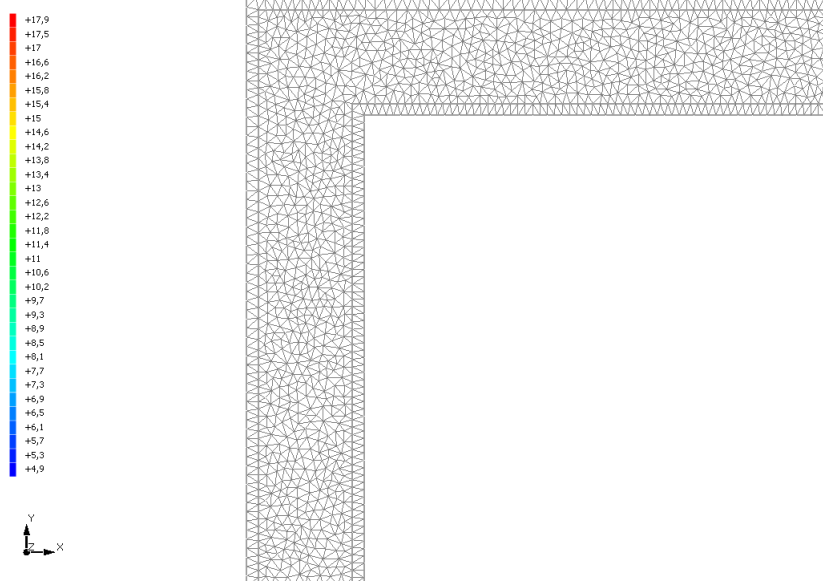
5.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1.558

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:

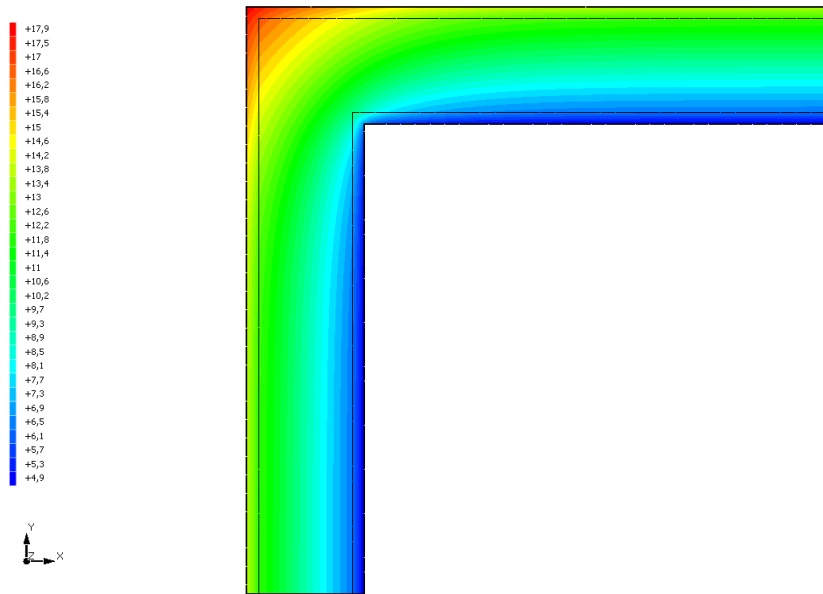
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Angolo restituito



5.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Angolo rientrante



5.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	102,47	W/m
Ψ interno	-0,8660	W/mK
Ψ esterno	0,5128	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	6,03	W/mK
Temperatura minima	11,2	°C

5.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

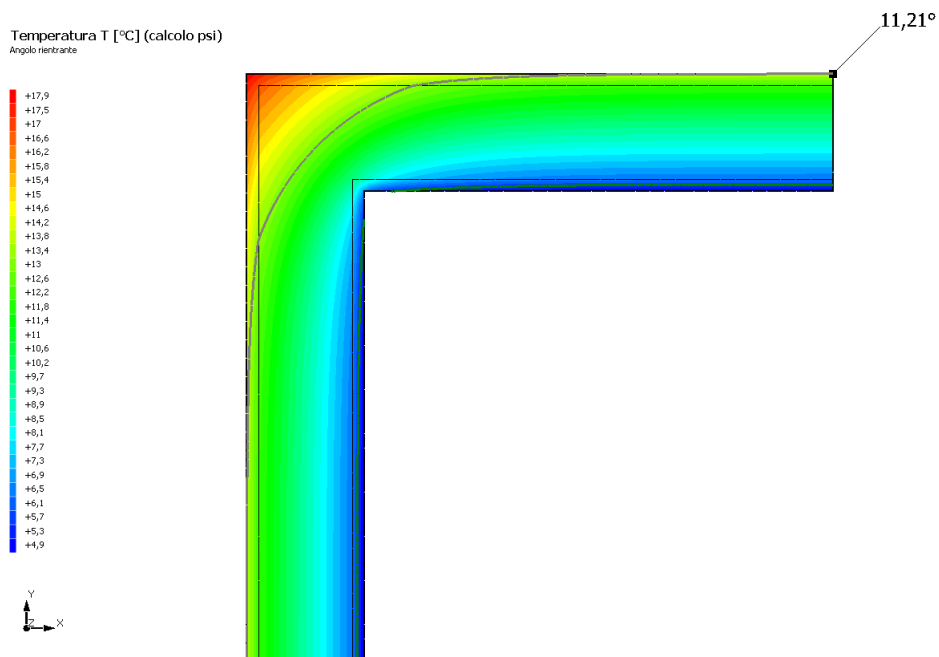
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Albano Sant'Alessandro, BG

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo
Classe di edificio

Classi di concentrazione
Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
dicembre	3,60	0,0	0,0	682,2	682,2	852,8	4,68	20,00	0,0660
gennaio	3,00	0,0	0,0	703,5	703,5	879,4	5,12	20,00	0,1249

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

Δp variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

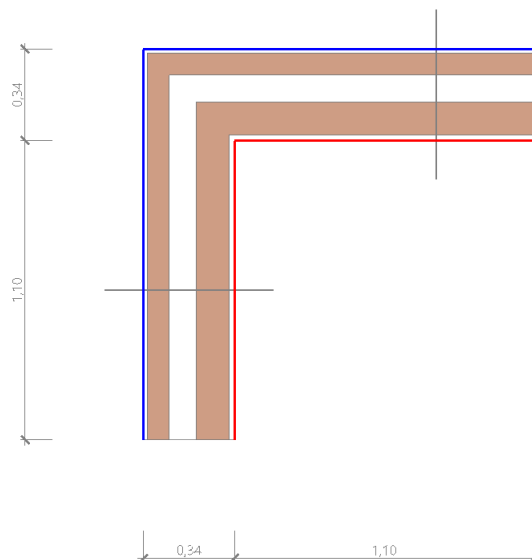
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,483
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,125
Mese critico	Gennaio

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

$f_{rsi} > f_{rsi,max}$: assenza di muffa

6.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo sporgente esterno

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco interno	0,700
2	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
3	Aria 100 mm (flusso orizzontale, aperture < 500 mm ²)	0,560
4	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,387
5	Intonaco esterno	0,900

6.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Albano Sant'Alessandro - (BG).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

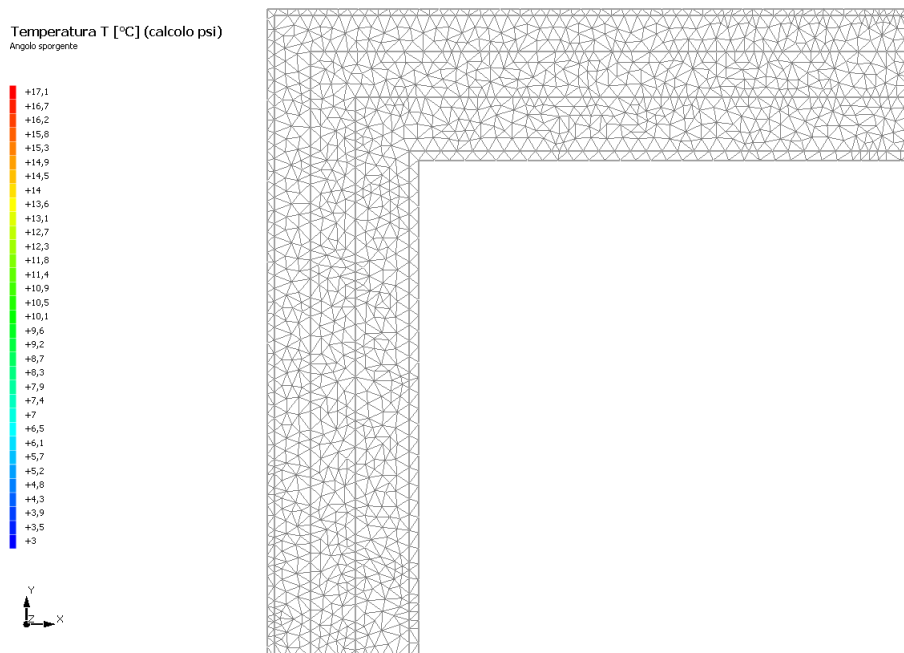
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

6.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

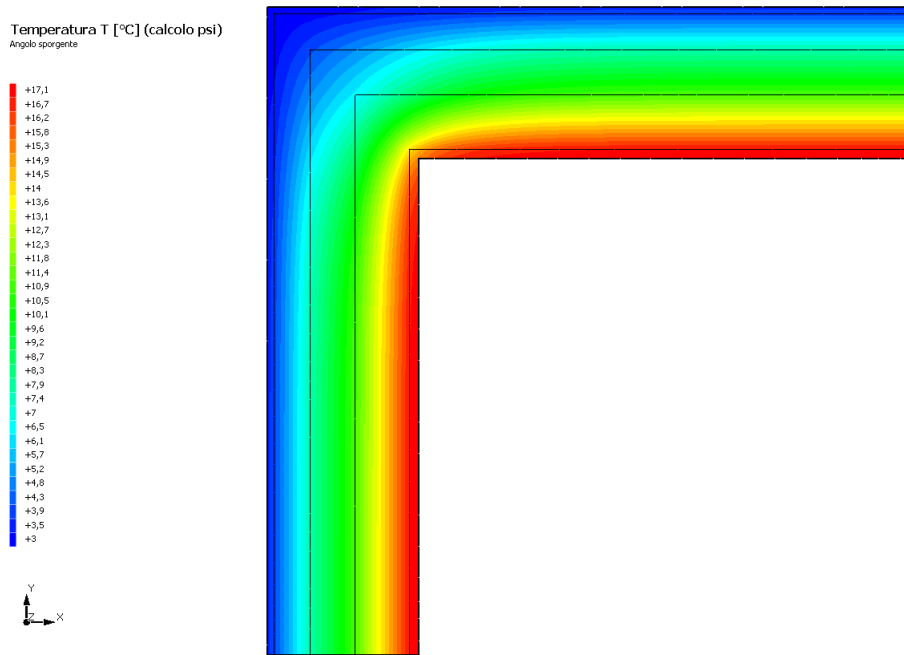
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1.465

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



6.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:



6.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	44,40	W/m
Ψ interno	0,1733	W/mK
Ψ esterno	-0,5693	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	2,61	W/mK
Temperatura minima	13,4	°C

6.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

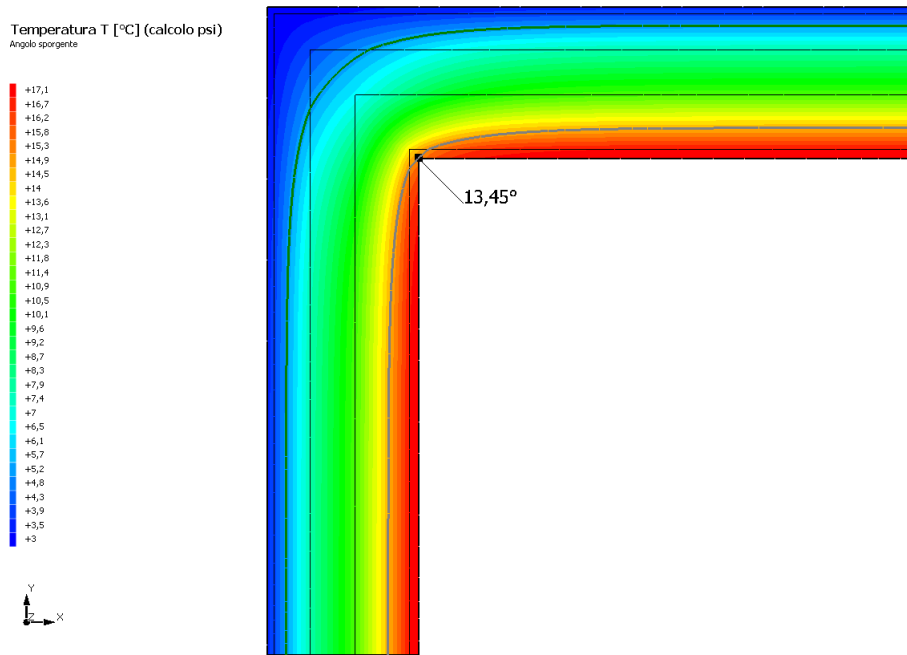
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Albano Sant'Alessandro, BG

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo
Classe di edificio

Classi di concentrazione
Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
dicembre	3,60	0,0	0,0	682,2	682,2	852,8	4,68	20,00	0,0660
gennaio	3,00	0,0	0,0	703,5	703,5	879,4	5,12	20,00	0,1249

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

Δp variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

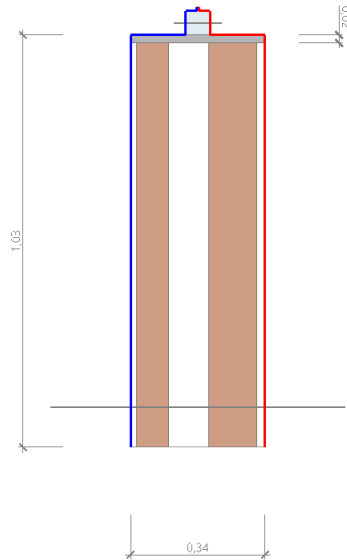
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,615
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,125
Mese critico	Gennaio

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

$f_{rsi} > f_{rsi,max}$: assenza di muffa

7.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - serramento

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco interno	0,700
2	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
3	Aria 100 mm (flusso orizzontale, aperture < 500 mm ²)	0,560
4	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,387
5	Intonaco esterno	0,900
6	Marmo	3,000
7	Alluminio	220,000
8	Vetro	1,000

7.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Albano Sant'Alessandro - (BG).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	3,0	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
5	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	3,0	0,04
6	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
7	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
8	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
9	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
10	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

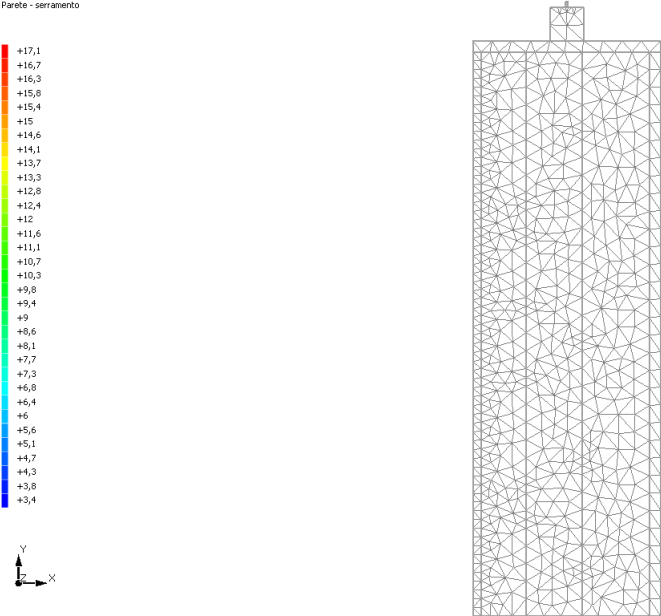
7.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 699

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:

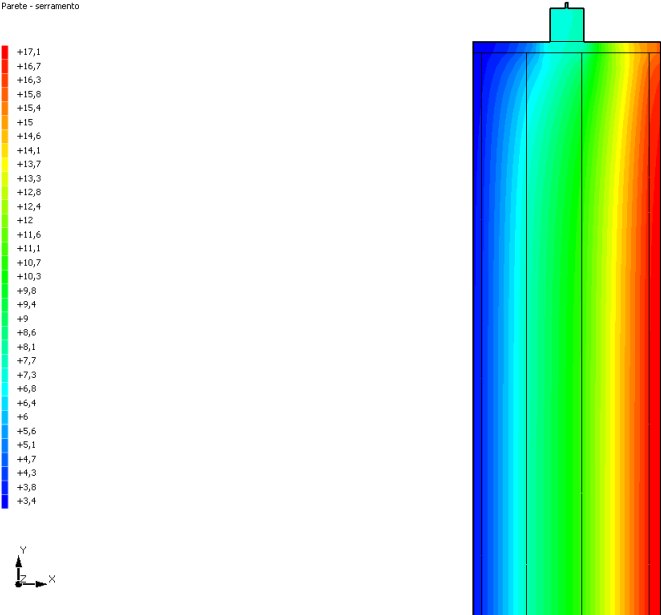
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - serramento



7.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - serramento



7.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	34,91	W/m
Ψ interno	0,5652	W/mK
Ψ esterno	0,5652	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	2,05	W/mK
Temperatura minima	7,8	°C

7.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

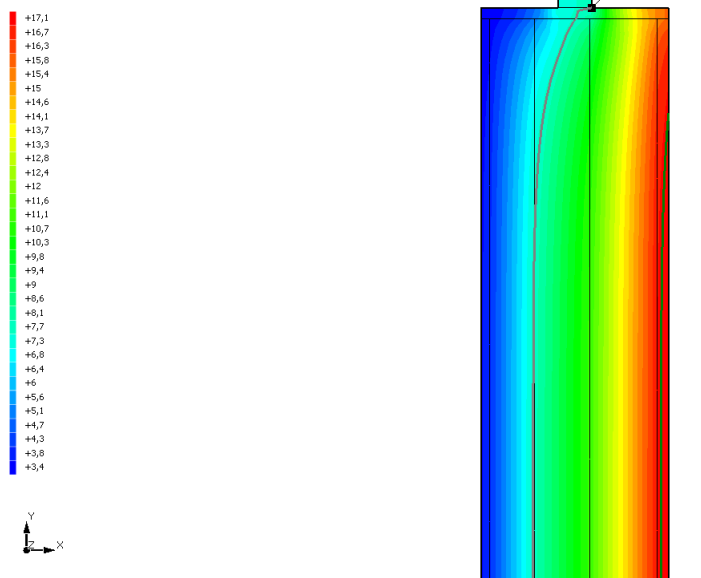
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - serramento



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Albano Sant'Alessandro, BG

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo
Classe di edificio

Classi di concentrazione
Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	13,10	92,9	1.399,8	344,9	1.744,7	2.180,9	18,89	20,00	0,8389
novembre	7,50	94,3	977,2	543,8	1.520,9	1.901,2	16,71	20,00	0,7367
dicembre	3,60	83,3	658,3	682,2	1.340,5	1.675,6	14,74	20,00	0,6790
gennaio	3,00	90,0	681,6	703,5	1.385,1	1.731,4	15,24	20,00	0,7203
febbraio	5,30	79,0	703,3	621,8	1.325,2	1.656,5	14,56	20,00	0,6298
marzo	8,70	78,2	879,3	501,2	1.380,4	1.725,5	15,19	20,00	0,5745
aprile	11,70	78,1	1.073,3	394,7	1.468,0	1.835,0	16,15	20,00	0,5364

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

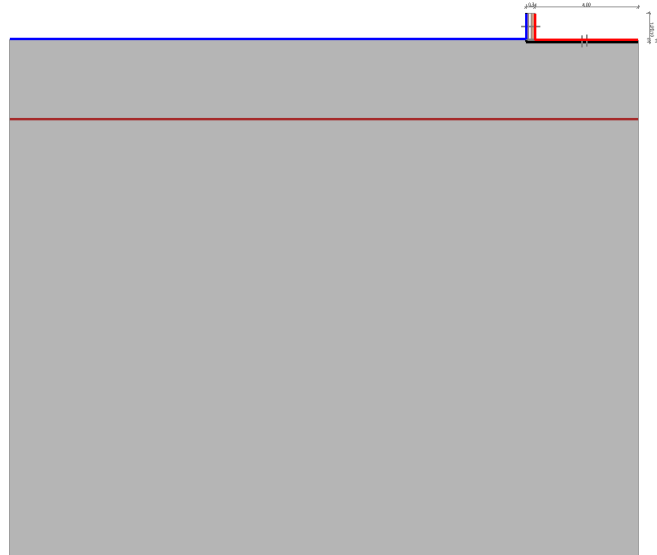
fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,285
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,839
Mese critico	Ottobre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi < fRsi,max: possibile presenza di muffa

8.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete esterna - pavimento su terreno

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Arenaria (silice)	2,300
2	Marmo	3,000
3	Massetto in cls ordinario	1,060
4	Intonaco interno	0,700
5	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
6	Aria 100 mm (flusso orizzontale, aperture < 500 mm ²)	0,560
7	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,387
8	Intonaco esterno	0,900
9	Intonaco interno	0,700
10	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
11	Aria 100 mm (flusso orizzontale, aperture < 500 mm ²)	0,560
12	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,387
13	Intonaco esterno	0,900
14	Arenaria (silice)	2,300

8.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Albano Sant'Alessandro - (BG).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

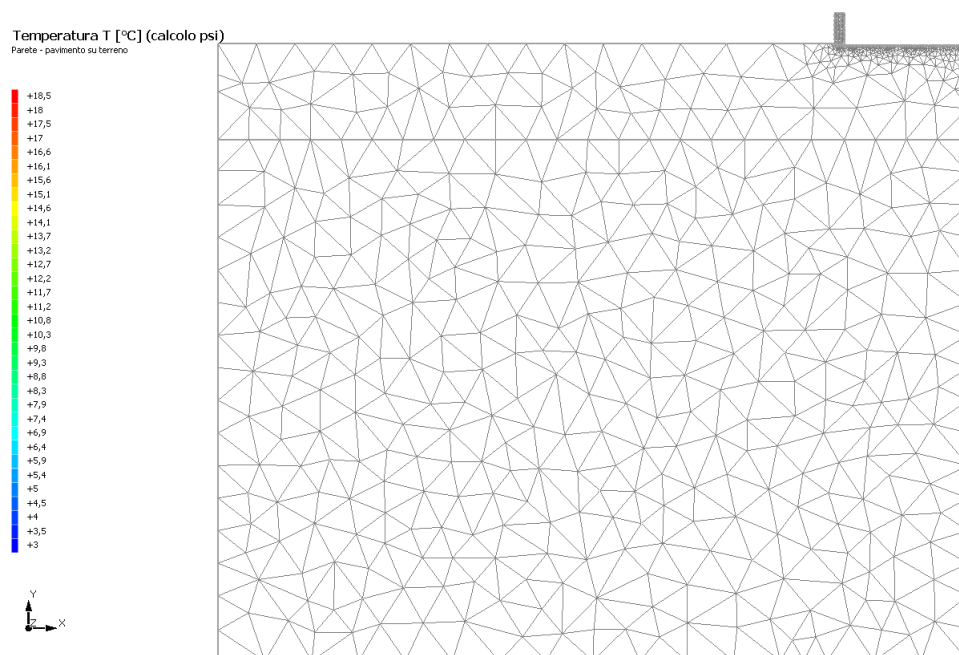
	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
2	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	3,0	0,04
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
5	Temperatura terreno: direzione ascendente del flusso	7,9	0,00

8.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

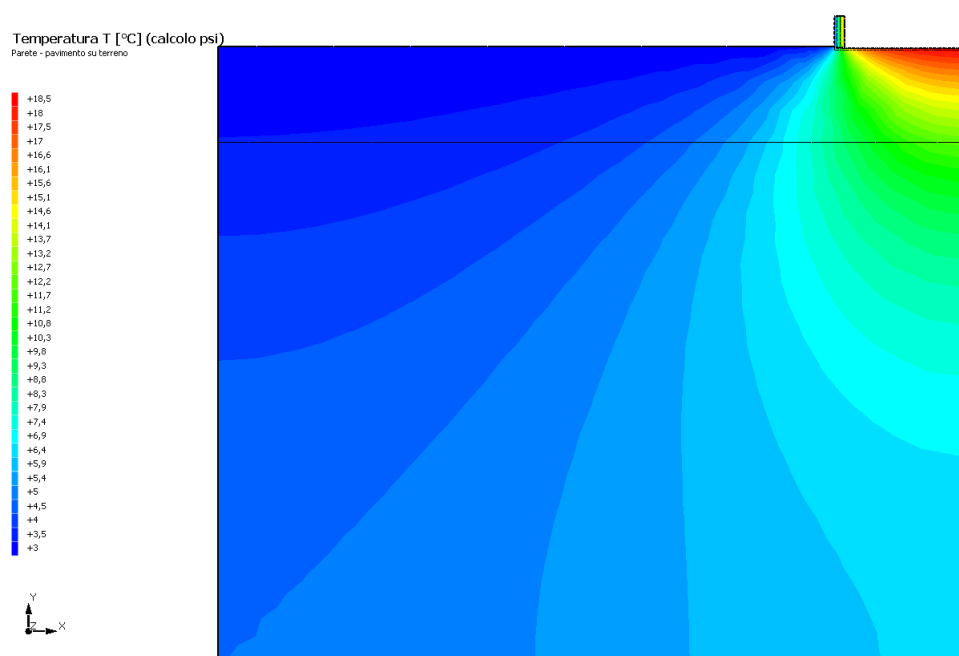
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1.475

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



8.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:



8.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	62,12	W/m
Ψ interno	0,0881	W/mK
Ψ esterno	-0,1846	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	3,65	W/mK
Temperatura minima	14,2	°C

8.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

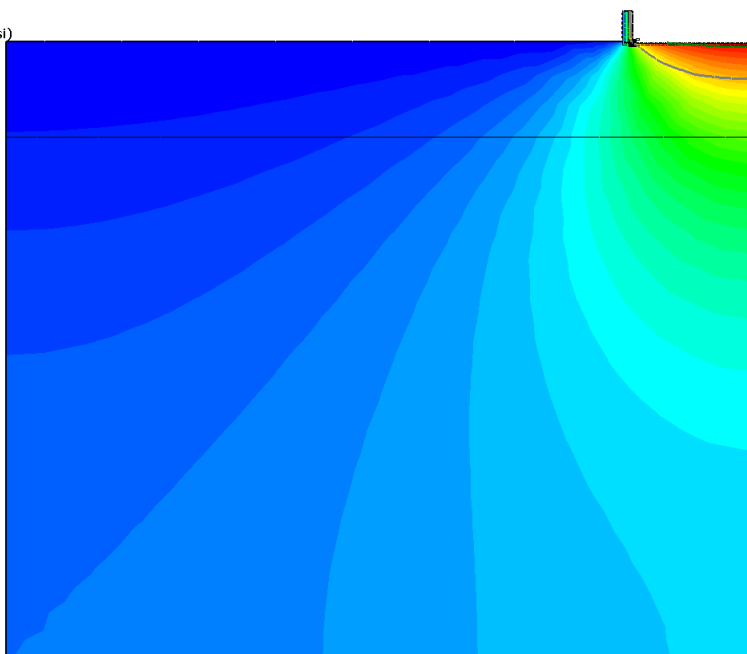
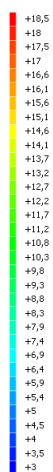
Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Parete - pavimento su terreno



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Albano Sant'Alessandro, BG

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo
Classe di edificio

Umidità relativa interna costante
Edifici con indice di affollamento non noto

Contorno interno - esterno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	φ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	13,10	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6900
novembre	7,50	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8289
dicembre	3,60	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8696
gennaio	3,00	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8742
febbraio	5,30	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8545
marzo	8,70	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8107
aprile	11,70	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7423

Contorno interno – altro contorno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	φ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	15,43	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,5315
novembre	12,98	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6951
dicembre	10,18	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7821
gennaio	8,23	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8182
febbraio	7,93	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8227
marzo	9,08	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8040
aprile	10,78	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7679

Te temperatura esterna media mensile [°C]

Ti temperatura interna media mensile [°C]

φ umidità relativa interna [%]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

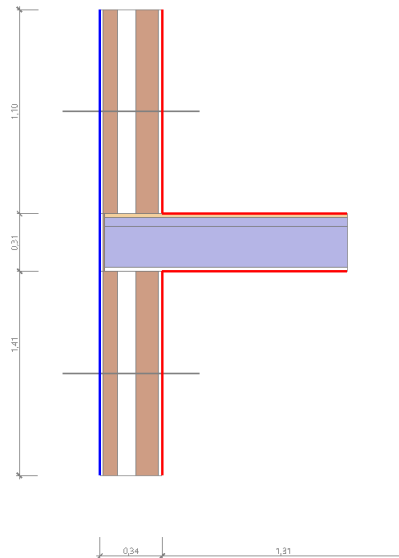
fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,656
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,874
Mese critico	Gennaio
ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE	fRsi < fRsi,max: possibile presenza di muffa

9.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete esterna - soffitto

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco interno	0,700
2	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
3	Aria 100 mm (flusso orizzontale, aperture < 500 mm ²)	0,560
4	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,387
5	Intonaco esterno	0,900
6	Intonaco interno	0,700
7	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
8	Intonaco interno	0,700
9	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
10	Aria 100 mm (flusso orizzontale, aperture < 500 mm ²)	0,560
11	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,387
12	Intonaco esterno	0,900
13	Piastrelle utente	0,580
14	Calcestruzzo (1800 kg/m ³)	0,940
15	Solaio tipo predalles(interni)senza soletta cls spessore 320 flusso ascendente	0,889
16	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900

9.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Albano Sant'Alessandro - (BG).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
5	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

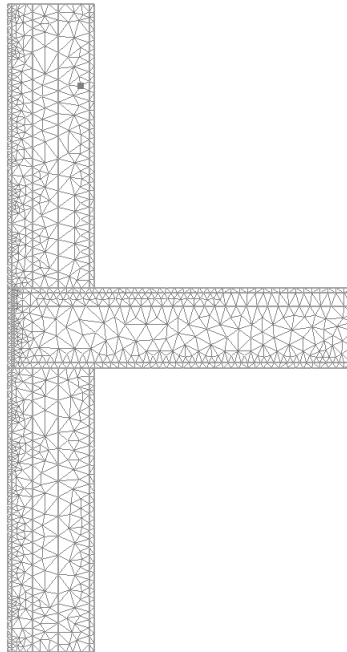
9.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1.232

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:

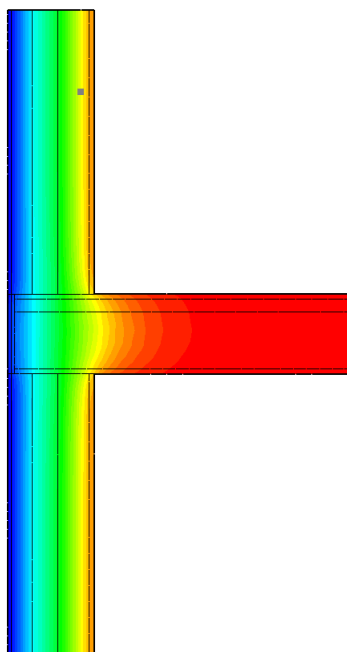
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - pavimento



9.4 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - pavimento



9.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	50,21	W/m
Ψ interno	0,5154	W/mK
Ψ esterno	0,1718	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	2,95	W/mK
Temperatura minima	15,1	°C

9.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

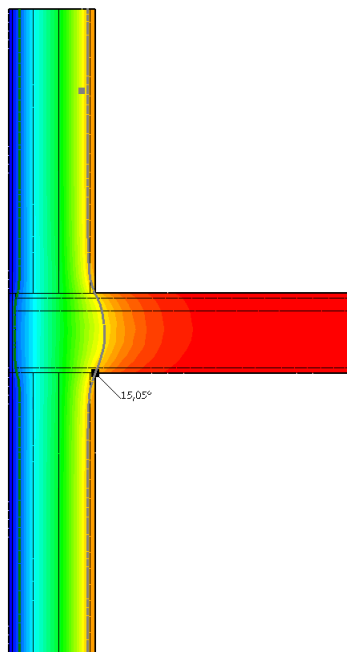
Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Parete - pavimento



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Albano Sant'Alessandro, BG

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo
Classe di edificio

Classi di concentrazione
Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
dicembre	3,60	0,0	0,0	682,2	682,2	852,8	4,68	20,00	0,0660
gennaio	3,00	0,0	0,0	703,5	703,5	879,4	5,12	20,00	0,1249

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,709
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,125
Mese critico	Gennaio
ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE	fRsi > fRsi,max: assenza di muffa