



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero dell'Istruzione  
e del Merito



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

Committente

Comune di Quincinetto

Progetto

**PNRR MISSIONE 4, COMPONENTE 1, INVESTIMENTO 1.1 FINANZIATO  
DALL'UNIONE EUROPEA – NEXT GENERATION EU: NUOVA  
COSTRUZIONE DI MICRONIDO**

**PERIZIA SUPPLETIVA DI VARIANTE**

**Relazione tecnica ai sensi del Dlgs 192/05 e s.m.i.  
(Sostituisce l'elaborato n.5 del progetto esecutivo depositato)**

Immobile

Via XXV Aprile, 10010, Quincinetto (TO)  
Foglio 10, Particella 695

**STUDIO TECNICO ASSOCIATO  
START**

Sede legale: via J. Durandi, 2 - 10144 - TORINO  
P.I. 11918080018



studio tecnico associato  
START

Responsabile del coordinamento della progettazione di variante

arch. Francesca Puzzello - Direttore dei lavori architettonici

Progettisti responsabili delle prestazioni specialistiche

**ARCHITETTURA**

arch. Francesca Puzzello

**IMPIANTI E STRUTTURE**

ing. Fabio Sessa

**COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

geom. Giandomenico Pison

Collaboratori

arch. Paola Ciaschetti

Data

DIC 2024

Cod.

B50bis-VAR

Id.Inc.

PArch

Fase

VAR

Id. Elaborato

RT01

**N. 02 di 14**



Egregio Signor Sindaco del comune di Quincinetto, (TO)  
e per conoscenza all'Ufficio Tecnico del comune di Quincinetto, (TO)

**RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL  
DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 192, ATTESTANTE LA  
RISPONDENZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL  
CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI**

***Nuova costruzione di edificio ad energia quasi zero***

*Il seguente schema di relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce all'applicazione integrale del decreto legislativo 192/2005.*

**1 INFORMAZIONI GENERALI**

Comune di <b>Quincinetto</b>	Provincia <b>TO</b>			
Progetto per la realizzazione di				
<b>Edificio NZEB da adibire a micronido</b>				
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Edificio pubblico</b>				
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Edificio ad uso pubblico</b>				
Sito in <u>via XXV aprile</u>				
Unità	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno
Micronido		<b>10</b>	<b>695</b>	
Deposito progetto esecutivo		<b>Maggio 2023</b>		
Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA				
Variante Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA				
Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui al punto 1.2 dell'allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)				
E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili				
Numero delle unità immobiliari	<u>1</u>			
<b>Soggetti coinvolti</b>				
Committente	<b>COMUNE DI QUINCINETTO</b>			
Progettista degli impianti termici	<b>ING. FABIO SESSA</b>			
Progettista dell'isolamento termico dell'edificio	<b>ARCH. FRANCESCA PUZZELLO</b>			
Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	<b>ING. FABIO SESSA</b>			
Direttore dei lavori per l'isolamento termico dell'edificio	<b>ARCH. FRANCESCA PUZZELLO</b>			
Direttore dei lavori per la realizzazione degli impianti termici	<b>ING. FABIO SESSA</b>			

Direttore dei lavori del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	ING. FABIO SESSA
Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio	ING. FABIO SESSA
Direttore dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio	ING. FABIO SESSA
Tecnico incaricato per la redazione dell'APE	DA NOMINARE

## 2 FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (o del complesso di edifici)

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i primi tre allegati obbligatori di cui al punto 8 della presente relazione.

## 3 PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)	2643 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.)	264,8 K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	303,5 K

## 4 DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE

### Climatizzazione invernale

Unità immobiliare	S [m²]	V [m³]	S/V	Su [m²]
Micronido	688,00	1.409,98	0,49	230,00

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato  
V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano  
S/V rapporto tra superficie disperdente e volume lordi o fattore di forma dell'edificio  
Su superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	Tinv [°C]	φinv [%]
Micronido	Zona unica Micronido	20,0	50

Tinv Valore di progetto della temperatura interna invernale  
φinv valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione invernale

Unità immobiliare	Metodo contabilizzazione
Micronido	Non contabilizzato

### Climatizzazione estiva

Unità immobiliare	S [m²]	V [m³]	Su [m²]
Micronido	688,00	1.409,98	230,00

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato  
V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano  
Su Superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	Test [°C]	φest [%]
Micronido	Zona unica Micronido	26,0	50

Test Valore di progetto della temperatura interna estiva

quest Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva

Unità immobiliare	Metodo
Micronido	<b>Non contabilizzato</b>

## Informazioni generali e prescrizioni

Presenza di reti di teleriscaldamento/raffreddamento a meno di 1000 m ☐ Si ☒ No

Se "sì" descrivere le opere edili ed impiantistiche previste necessarie al collegamento alle reti. Se non sono state predisposte opere inserire la motivazione:

Livello di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS), classe (min = classe B norma UNI EN 15232):

**B**

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture: ☐ Si ☒ No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

Valore di riflettanza solare 0 > 0,65 per coperture piane

Valore di riflettanza solare 0,31 > 0,30 per coperture a falda

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo dei materiali riflettenti

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture ☐ Si ☒ No

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:

**La copertura presenta una stratigrafia massiva che ne garantisce il buon comportamento estivo**

Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) ☐ Si ☒ No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore ☐ Si ☒ No

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo ☐ Si ☒ No

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'ACS ☐ Si ☒ No

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo e definire quale sistema di contabilizzazione è stato utilizzato:

Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento secondo i principi minimi di integrazione, le modalità e le decorrenze di cui all'allegato 3, del decreto legislativo 3 marzo 2011, n.28 e s.m.i..

### Produzione di energia termica

Indicare la % di copertura tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, dei consumi previsti per:

Acqua Calda Sanitaria **47,9 %**Climatizzazione invernale, Acqua Calda Sanitaria, Climatizzazione estiva **36,4 %****Produzione di energia elettrica**

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S **310,00 m<sup>2</sup>**Potenza Elettrica **9,10 kW**

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

**Pannelli fotovoltaici installati in copertura**

Adozione sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale

☒ Si ☐ No

Adozione sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale:

☒ Si ☐ No

Se "no" documentare le ragioni tecniche che hanno portato alla non utilizzazione

Verifiche di cui alla lettera b) del punto 3.3.4 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Tutte le pareti opache verticali ad eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest/nord/nord-est:

**Valore di Massa superficiale**

Elemento edilizio	M Sup [kg/m <sup>2</sup> ]	Limite [kg/m <sup>2</sup> ]	Verifica
Parete perimetrale	250,000	230,000	SI

**Valore del modulo della trasmittanza termica periodica YIE**

Elemento edilizio	YIE [W/m <sup>2</sup> K]	Limite [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
Copertura	0,050	0,180	SI
Parete perimetrale	0,000	0,100	SI

Verifiche di cui alla lettera c) del punto 3.3.4 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

**5 DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI****5.1 Impianti termici**

Impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato.

**a. Descrizione dell'impianto**

Tipologia

**Impianto termico centralizzato per la climatizzazione invernale ed estiva e per la produzione di ACS**

Sistemi di generazione

**Pompa di calore elettrica aria-acqua**

Sistemi di termoregolazione

REGOLAZIONE CLIMATICA + ZONA Gruppo di termoregolazione climatica in centrale t, pilotato dalla temperatura esterna ed operante sulla temperatura dell'acqua in uscita dal generatore di calore. Il gruppo è inoltre pilotato dalla temperatura media rilevata da sonda di temperatura posta nella zona riscaldata e dotato di programmatore, che consente l'accensione e lo spegnimento automatico e la regolazione della temperatura media degli ambienti su due livelli nell'arco delle 24 ore.

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

**Assente**

Sistemi di distribuzione del vettore termico

**Canalizzazioni a soffitto**

Sistemi di ventilazione forzata

**sistema di ventilazione meccanica controllata a doppio flusso con recuperatore di calore.**

Sistemi di accumulo termico

**serbatoio di accumulo per la produzione di acqua calda sanitaria**

Sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria

**pompa di calore aria/acqua con accumulo**

Sistemi di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

**impianto termoautonomo a distribuzione orizzontale con tubazioni in multistrato.**Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065) ☒ Si ☐ No

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore 0

**b. Specifiche dei generatori di energia**Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria ☐ Si ☒ NoInstallazione di un contatore del volume di acqua di reintegro ☐ Si ☒ No**POMPA DI CALORE****IL MODELLO SARA' SELEZIONATO IN FASE DI REALIZZAZIONE SULLA BASE DELLE CARATTERISTICHE DI PROGETTO**

Pompa di calore

☒ elettrica☐ a gas**Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) Aria esterna - Acqua**

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo, sonde orizzontali/suolo, sonde verticali/altro): \_\_\_\_\_

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro) **Acqua** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### Potenza termica utile riscaldamento [kW]

Il dato è in funzione delle temperature di pozzo caldo e sorgente fredda

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	35	45	55	-	-	-	-
-7,0	19,045	18,845	18,795	-	-	-	-
2,0	19,659	19,459	19,409	-	-	-	-
7,0	20,000	19,800	19,750	-	-	-	-
12,0	20,341	20,141	20,091	-	-	-	-

### Coefficiente di prestazione (COP)

Il dato è in funzione delle temperature di pozzo caldo e sorgente fredda

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	35	45	55	-	-	-	-
-7,0	2,045	1,845	1,795	-	-	-	-
2,0	2,659	2,459	2,409	-	-	-	-
7,0	3,000	2,800	2,750	-	-	-	-
12,0	3,341	3,141	3,091	-	-	-	-

### MACCHINA FRIGORIFERA

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) **Aria interna dipendente dal clima/Acqua** \_\_\_\_\_

Temperatura dell'acqua in uscita: 7,00

Temperatura bulbo secco dell'aria esterna: 35,00

Funzionamento pompa Energia elettrica

Funzionamento pompa Raffrescamento

Potenza nominale 20 kW

### PRESTAZIONI

Fattore di carico	EER
100 %	2,94
75 %	3,45
50 %	4,5
25 %	4,9

Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse da quelle sopra descritte, le prestazioni di dette macchine sono fornite utilizzando le caratteristiche fisiche della specifica apparecchiatura, e applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.



**c. Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico**

Tipo di conduzione invernale prevista:

☒ Continua con attenuazione notturna☐ Intermittente

Tipo di conduzione estiva prevista:

☒ Continua con attenuazione notturna☐ Intermittente

Sistema di gestione dell'impianto termico

cronotermostato generale con sezionamenti e sottotermostati per ambiente

Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati)

Centralina climatica

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore 2

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari:

Denominazione	Regolazione	N	Descrizione	Livelli
Micronido-Zona unica Micronido	Termostato di zona e sonda climatica	0		2

*N: numero apparecchi**Livelli: Numero di livelli di programmazione nelle 24 ore***d. Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)****Non applica****e. Terminali di erogazione dell'energia termica**

Elenco dei terminali di erogazione dell'unità immobiliare

Denominazione	N	Tipologia	P [W]
U.I.1-Zona unica Micronido	10	Ventilconvettori	29.780,0

*N Numero di apparecchi**P Potenza installata***f. Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione**

Descrizione e caratteristiche principali

**Non applica**

**g. Sistemi di trattamento dell'acqua (tipo di trattamento)**

-

**h. Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione**

Tipologia, conduttività termica, spessore (vedi allegati alla relazione tecnica)

**i. Schemi funzionali degli impianti termici****Si rimanda all'elaborato progettuale "Elaborato grafico impiantistico di variante - Impianto di climatizzazione invernale ed estiva"****5.2 Impianti fotovoltaici**Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti fotovoltaici ☒ Si ☐ No**Si rimanda all'elaborato progettuale Elaborato grafico di progetto esecutivo n. 35****5.3 Impianti solari termici**Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti solari termici ☐ Si ☒ No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali (vedi allegati alla relazione tecnica)

**5.4 Impianti di illuminazione**Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti di illuminazione ☐ Si ☒ No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali (vedi allegati alla relazione tecnica)

**5.5 Altri impianti**Altri impianti dell'edificio ☒ Si ☐ No **Impianto di ventilazione meccanica controllata**

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali

**Si rimanda all'elaborato progettuale "Elaborato grafico impiantistico di variante - Impianto di ventilazione meccanica controllata"**

Livello minimo di efficienza dei motori elettrici per ascensori e scale mobili

**6 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI**

- ☒ Si dichiara che l'edificio oggetto della presente relazione può essere definito "edificio ad energia quasi zero" in quanto sono contemporaneamente rispettati - tutti i requisiti previsti dalla lettera b), del comma 2, del paragrafo 3.3 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, secondo i valori vigenti dal 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici e dal 1° gennaio 2021 per tutti gli altri edifici; - gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili nel rispetto dei principi minimi di cui all'allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del decreto legislativo 3 marzo 2011, n.28 e s.m.i.

## Involucro edilizio e ricambi d'aria

Trasmittanza termica degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti; confronto con i valori limite:

### Trasmittanza termica (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti

Elemento edilizio	U	U <sub>lim</sub>	Verificato
Doppio solaio	0,160 W/(m²K)	0,800 W/(m²K)	SI

Verifica termoigrometrica:

*vedi allegati alla relazione tecnica.*

Numero di ricambi d'aria (media nelle 24 ore):

*vedi allegati alla relazione tecnica.*

Portata d'aria di ricambio solo nei casi di ventilazione meccanica controllata:

*vedi allegati alla relazione tecnica.*

Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso:

*vedi allegati alla relazione tecnica.*

Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso:

*vedi allegati alla relazione tecnica.*

## b. Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione, l'illuminazione e il trasporto

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in kWh/m² anno, così come definite al comma 3.3 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica.

### Verifica coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione:

Unità immobiliare	H'T	H'T <sub>lim</sub>	Verifica
H'T Micronido	0,219	0,550	SI

*H'T: Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente H'T (UNI EN ISO 13789)*

*H'T<sub>lim</sub>: Valore limite del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente*

### Verifica dell'area solare equivalente estiva dei componenti finestrati

Unità immobiliare	A <sub>sol,est</sub> /A <sub>sup,utile</sub>	A <sub>sol,est</sub> /A <sub>sup,utile</sub> limite	Verifica
A <sub>sol,est</sub> /A <sub>sup,utile</sub> Micronido	0,014	0,040	SI

### Verifica indice di prestazione termica utile

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale EPH,nd 94,22 kWh/m²

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento EPH,nd 112,67 kWh/m²

Verifica: SI

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva EPC,nd 2,01 kWh/m²

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento EPC,nd 2,74 kWh/m²

Verifica: SI

**Verifica indice di prestazione energetica globale dell'edificio**

Indice di prestazione energetica globale dell'edificio, espresso in energia primaria non rinnovabile $EP_{gl,nr}$	66,37 kWh/m <sup>2</sup>
Indice di prestazione energetica globale dell'edificio $EP_{gl,tot}$	121,50 kWh/m <sup>2</sup>
Indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento $EP_{gl,tot,limite}$	185,79 kWh/m <sup>2</sup>
Verifica: SI	

**Verifica Efficienza media stagionale**

*In caso di sola sostituzione del generatore di calore, le verifiche di efficienza media stagionale non sono richieste e si intendono rispettate se l'efficienza dei nuovi generatori è superiore al limite normativo.*

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento $\eta_H$	2,393
Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{H,limite}$	1,245
Verifica: SI	
Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS $\eta_W$ :	1,110
Efficienza media stagionale dell'impianto di ACS calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{W,limite}$	0,462
Verifica: SI	
Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento $\eta_C$	0,342
Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{C,limite}$	0,230
Verifica: SI	

**c. Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria**

Tipo collettore	-
Tipo installazione	-
Descrizione tipo installazione (se altro)	-
Tipo supporto	-
Descrizione tipo supporto (se altro)	-
Inclinazione	-°
Orientamento	-°
Capacità accumulo	- l
Impianto integrazione (specificare tipo e alimentazione)	-
Percentuale copertura fabbisogno annuo	- %

## d. Impianti fotovoltaici

Connessione impianto: Grid connected

Tipo moduli Silicio monocristallino

Tipo installazione Parzialmente integrati

Descrizione tipo installazione (se altro) \_\_\_\_\_

Tipo supporto Metallico

Descrizione tipo supporto (se altro) \_\_\_\_\_

Inclinazione 20 °

Orientamento 35 °

Potenza installata 9,15 kW

Connessione impianto: Grid connected

Tipo moduli Silicio monocristallino

Tipo installazione Parzialmente integrati

Descrizione tipo installazione (se altro) \_\_\_\_\_

Tipo supporto Metallico

Descrizione tipo supporto (se altro) \_\_\_\_\_

Inclinazione 20 °

Orientamento 35 °

Potenza installata 4,58 kW

Percentuale copertura fabbisogno annuo 29,18 %

## e. Consuntivo energia

### Energia prodotta in sito

Vettore energetico	Udm	Qdel,insitu
Energia elettrica da solare fotovoltaico [H]	kWh	1.055,75
Energia elettrica da solare fotovoltaico [W]	kWh	820,97
Energia elettrica da solare fotovoltaico [C]	kWh	1.222,02
Energia elettrica da solare fotovoltaico [L]	kWh	5.634,28
Energia elettrica da solare fotovoltaico [V]	kWh	268,71
Energia termica da solare termico [H]	kWh	0,00
Energia termica da solare termico [W]	kWh	0,00
Energia termica da solare termico [C]	kWh	0,00
Energia termica da solare termico [L]	kWh	0,00
Energia termica da solare termico [V]	kWh	0,00

### Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel,consegnata
Energia elettrica da rete [H]	kWh	3.306,13
Energia elettrica da rete [W]	kWh	522,29
Energia elettrica da rete [C]	kWh	54,86
Energia elettrica da rete [L]	kWh	3.775,66
Energia elettrica da rete [V]	kWh	169,29

**Energia esportata**

Vettore energetico	Udm	Qdel,esportata
Energia elettrica da rete [H]	kWh	0,00
Energia elettrica da rete [W]	kWh	15,72
Energia elettrica da rete [C]	kWh	24,89
Energia elettrica da rete [L]	kWh	104,71
Energia elettrica da rete [V]	kWh	5,11

**Energia primaria****Indice di prestazione rinnovabile diviso per servizio**

Servizio	EPren [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	11,35
Acqua calda sanitaria	4,64
Raffrescamento	5,43
Illuminazione	32,21
Ventilazione	1,51

**Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio**

Servizio	EPnren [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	28,03
Acqua calda sanitaria	4,43
Raffrescamento	0,47
Illuminazione	32,01
Ventilazione	1,44

**Indice di prestazione globale diviso per servizio**

Servizio	EPtot [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	39,38
Acqua calda sanitaria	9,06
Raffrescamento	5,89
Illuminazione	64,22
Ventilazione	2,95

**f. Valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi ad alta efficienza**

Vedi allegati alla relazione tecnica

## 7 ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE

---

Nei casi in cui la normativa vigente consente di derogare ad obblighi generalmente validi, in questa sezione vanno adeguatamente illustrati i motivi che giustificano la deroga nel caso specifico:

---

## 8 DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

---

- ☒ Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi. SI RIMANDA AGLI ELABORATI DEL PROGETTO DEL QUALELA PRESENTE RELAZIONE E' PARTE INTEGRANTE
- ☒ Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi. SI RIMANDA AGLI ELABORATI DEL PROGETTO DEL QUALELA PRESENTE RELAZIONE E' PARTE INTEGRANTE
- ☐ Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.
- ☒ Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analoga voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 -
- ☒ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali.
- ☒ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria.
- ☐ Schede con indicazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza.
- ☐ Altri eventuali allegati non obbligatori: -

## 9 DICHIARAZIONE DI RISPONDERENZA

---

Il sottoscritto ARCH. FRANCESCA PUZZELLO, iscritto a ARCHITETTI DI TORINO , n° 10530, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo 192/2005

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che:

a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute dal decreto legislativo 192/2005 nonché dal decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005;

- b) il progetto relativo alle opere di cui sopra rispetta gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi e le decorrenze di cui all'allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del decreto legislativo 3 marzo 2011, n.28 e s.m.i.;
- c) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali

Data

14/11/2024

---

Firma





## VERIFICHE REGIONE PIEMONTE – DGR 46-11968 / 2016

---

### Isolamento termico

L'intervento richiede il rispetto dei requisiti di **1° livello**

#### Micronido

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	0,146 W/(m <sup>2</sup> K)	0,330 W/(m <sup>2</sup> K)	SI
Strutture orizzontali di pavimento	0,218 W/(m <sup>2</sup> K)	0,300 W/(m <sup>2</sup> K)	SI
Strutture orizzontali o inclinate di copertura	0,187 W/(m <sup>2</sup> K)	0,300 W/(m <sup>2</sup> K)	SI
Serramenti	0,894 W/(m <sup>2</sup> K)	2,000 W/(m <sup>2</sup> K)	SI

#### Scuola dell'infanzia

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	0,131 W/(m <sup>2</sup> K)	0,330 W/(m <sup>2</sup> K)	SI
Strutture orizzontali di pavimento	0,115 W/(m <sup>2</sup> K)	0,300 W/(m <sup>2</sup> K)	SI
Strutture orizzontali o inclinate di copertura	0,000 W/(m <sup>2</sup> K)	0,300 W/(m <sup>2</sup> K)	SI
Serramenti	0,848 W/(m <sup>2</sup> K)	2,000 W/(m <sup>2</sup> K)	SI

## RIFERIMENTI NORMATIVI

Le norme di seguito elencate costituiscono i riferimenti principali sui quali si basa la metodologia di calcolo

### **Normativa nazionale**

<b>UNI/TS 11300-1</b>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
<b>UNI/TS 11300-2</b>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali
<b>UNI/TS 11300-3</b>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
<b>UNI/TS 11300-4</b>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
<b>UNI/TS 11300-5</b>	Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
<b>UNI/TS 11300-6</b>	Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili
<b>UNI 10349</b>	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici
<b>UNI EN ISO 13370</b>	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
<b>UNI EN ISO 13788</b>	Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo
<b>UNI EN 15193</b>	Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione
<b>Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28</b>	Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE

### **Normative regionali**

<b>Lombardia</b>	Decreto dirigente unità organizzativa 18 dicembre 2019 - n. 18546 Decreto dirigente unità organizzativa 8 marzo 2017 - n. 2456 Decreto dirigente unità organizzativa 12 gennaio 2017 - n. 176 Decreto dirigente unità organizzativa 18 gennaio 2016 - n. 224 Decreto dirigente unità organizzativa 30 luglio 2015 n. 6480 Deliberazione della giunta regionale 17 luglio 2015 - n. 3868
<b>Emilia Romagna</b>	Deliberazione della giunta regionale 25 luglio 2022, n.1261 Deliberazione della giunta regionale 9 novembre 2020, n.1548 Deliberazione della giunta regionale 19 ottobre 2020, n. 1385 Deliberazione della giunta regionale 7 settembre 2015 - n. 1275 Deliberazione della giunta regionale 20 luglio 2015 - n. 967
<b>Valle d'Aosta</b>	Deliberazione della giunta regionale 30 dicembre 2016 - n. 1824 Deliberazione della giunta regionale 26 febbraio 2016 - n. 272
<b>Provincia autonoma di Trento</b>	Decreto del Presidente della Provincia 16 agosto 2022, n. 11-68/Leg Deliberazione della giunta regionale 3 febbraio 2017 - n. 163 Deliberazione della giunta regionale 12 febbraio 2016 - n. 162
<b>Piemonte</b>	Deliberazione della giunta regionale n. 46-11968

# ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA

# 1 CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

## ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA PROGETTUALE: L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO

### *Caratteristiche e dettagli dell'involucro opaco e trasparente.*

Di seguito si riportano gli elementi che costituiscono l'involucro dell'edificio e i rispettivi valori di trasmittanza. La trasmittanza termica corretta  $U'$  è valutata attribuendo i ponti termici associati agli elementi. La verifica è riportata e richiesta solo per interventi di riqualificazione di involucro o ristrutturazione importante di II livello.

### Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

Micronido

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	- $W/(m^2K)$	- $W/(m^2K)$	-
Strutture orizzontali di pavimento	- $W/(m^2K)$	- $W/(m^2K)$	-
Strutture orizzontali o inclinate di copertura	- $W/(m^2K)$	- $W/(m^2K)$	-
Serramenti	- $W/(m^2K)$	- $W/(m^2K)$	-

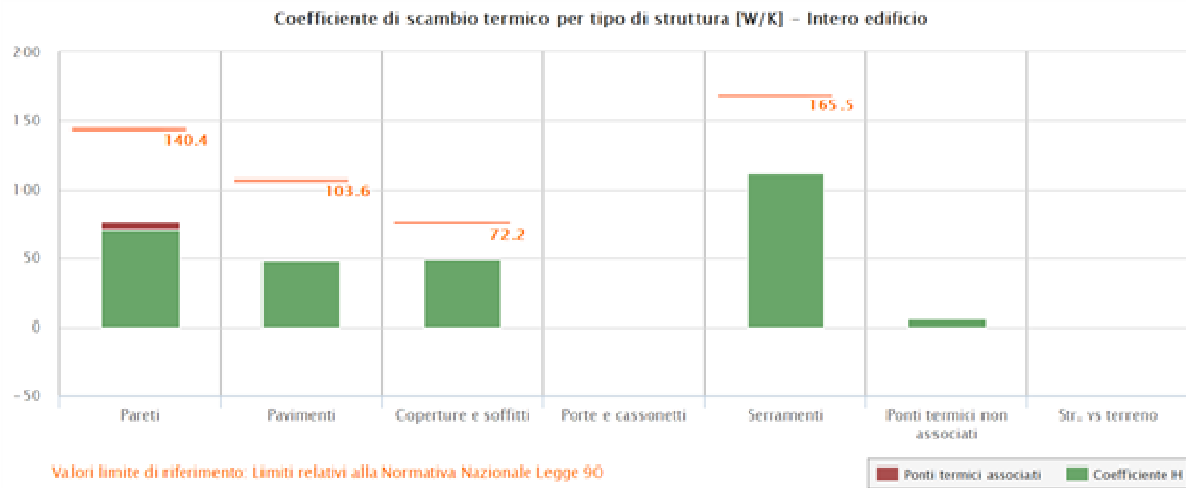
Scuola dell'infanzia

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	- $W/(m^2K)$	- $W/(m^2K)$	-
Strutture orizzontali di pavimento	- $W/(m^2K)$	- $W/(m^2K)$	-
Strutture orizzontali o inclinate di copertura	- $W/(m^2K)$	- $W/(m^2K)$	-
Serramenti	- $W/(m^2K)$	- $W/(m^2K)$	-

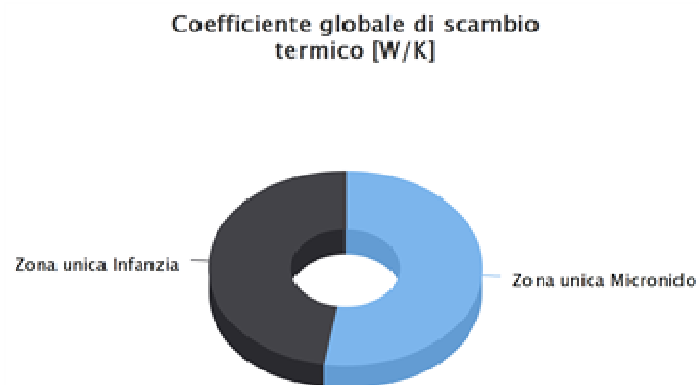
# 2 SCAMBI TERMICI PER CATEGORIA DI ELEMENTO

La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici, opportunamente moltiplicate per il fattore di correzione dello scambio termico dovuto agli ambienti non climatizzati o climatizzati adiacenti.

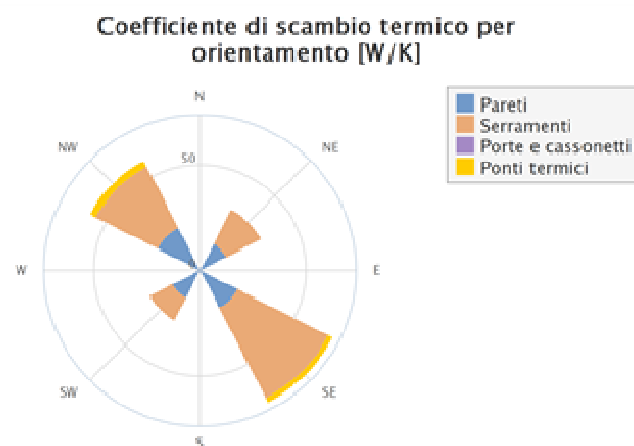
Di seguito si riporta la distribuzione degli scambi termici per trasmissione in funzione del tipo di struttura opaca o trasparente che costituisce l'involucro.



Il grafico mostra la suddivisione dello scambio termico per zona termica.



Di seguito viene evidenziato il peso dell'orientamento delle strutture verticali sullo scambio termico globale.



### 3 ATTRIBUZIONE DEI PONTI TERMICI AGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

I ponti termici dell'edificio vengono attribuiti alle sole superfici di involucro alle quali sono associati. Il valore della trasmittanza corretta, molto utile per la progettazione, è determinata in funzione della relazione seguente:

$$U' = \frac{U \cdot A + \sum \Psi \cdot l}{A}$$

Nel calcolo energetico vengono considerati tutti i ponti termici, compresi gli elementi con trasmittanza lineica negativa.

Di seguito vengono elencati per locale, gli elementi disperdenti con ponti termici associati e la percentuale di influenza relativa.

#### Micronido - Zona unica Micronido - Locale unico Micronido

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PA0001	Parete perimetrale	99,0 m <sup>2</sup>	NW	0,131 W/(m <sup>2</sup> K)	0,163 W/(m <sup>2</sup> K)
	Ponte termico associato	$\Psi$	Lunghezza	$\Psi \cdot L$	Incremento
PT0007	Micronido_Parete - pilastro	0,114 W/(mK)	27,0 m	3,078 W/K	20,5 %
Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PA0002	Parete perimetrale	96,0 m <sup>2</sup>	SE	0,131 W/(m <sup>2</sup> K)	0,155 W/(m <sup>2</sup> K)
	Ponte termico associato	$\Psi$	Lunghezza	$\Psi \cdot L$	Incremento
PT0011	Micronido_Angolo sporgente con pilastro	-0,067 W/(mK)	3,7 m	-0,249 W/K	- %
PT0010	Micronido_Angolo sporgente con pilastro	-0,067 W/(mK)	3,8 m	-0,258 W/K	- %
PT0009	Micronido_Angolo sporgente con pilastro	-0,067 W/(mK)	4,9 m	-0,327 W/K	- %
PT0008	Micronido_Parete - pilastro	0,114 W/(mK)	27,0 m	3,078 W/K	20,5 %

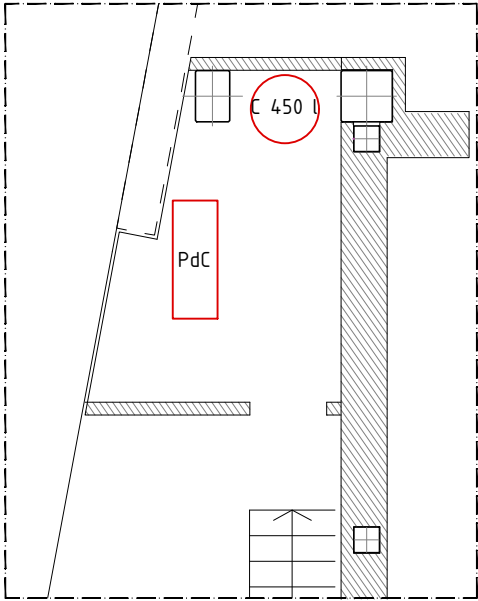
Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PV0005	Doppio solaio	233,0 m <sup>2</sup>	-	0,160 W/(m <sup>2</sup> K)	0,160 W/(m <sup>2</sup> K)
	Ponte termico associato	$\Psi$	Lunghezza	$\Psi \cdot L$	Incremento
PT0004	Micronido_Parete - doppio solaio	-0,001 W/(mK)	73,0 m	-0,073 W/K	- %

#### Scuola dell'infanzia - Zona unica Infanzia - Locale unico Infanzia

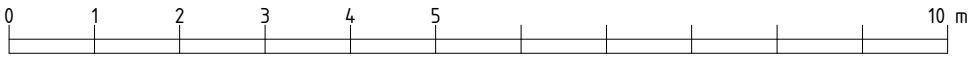
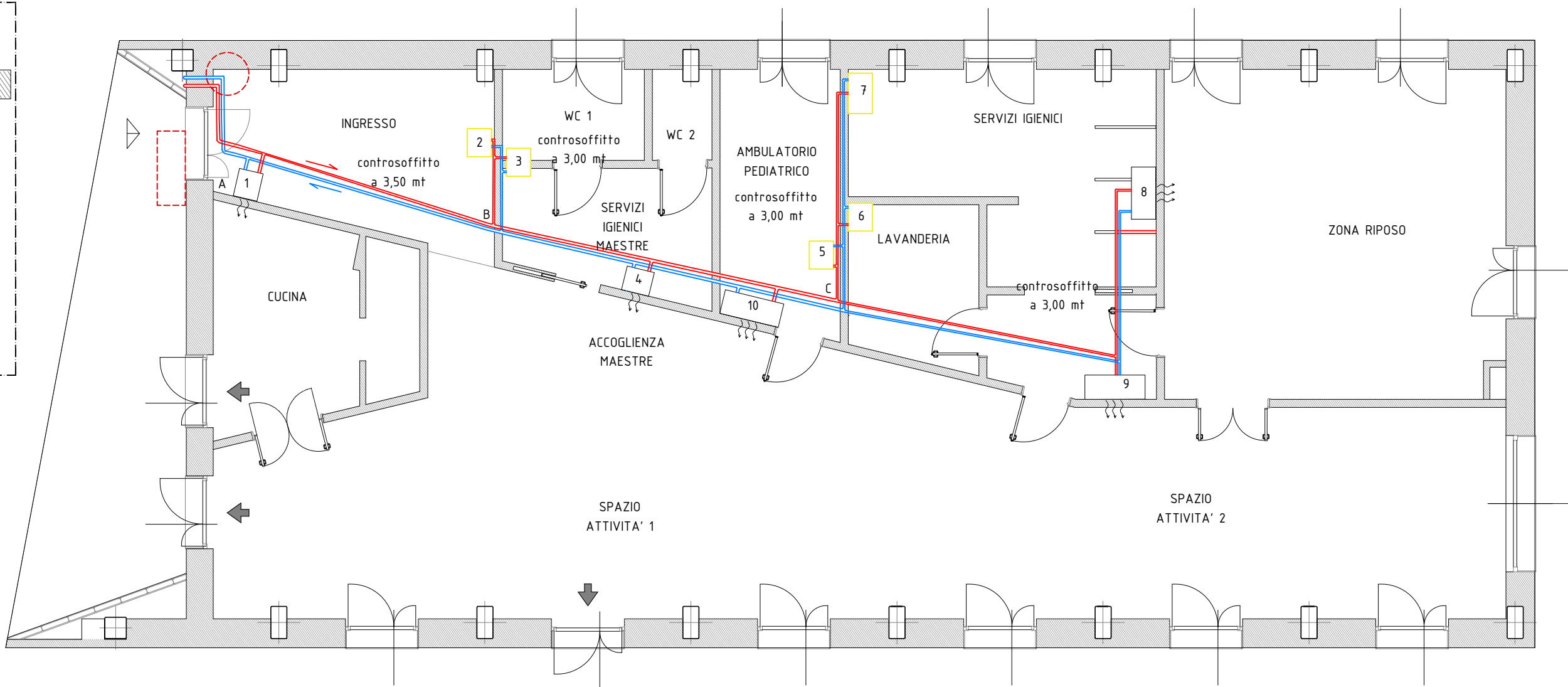
Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PV0006	Doppio solaio	204,0 m <sup>2</sup>	-	0,160 W/(m <sup>2</sup> K)	0,160 W/(m <sup>2</sup> K)
	Ponte termico associato	$\Psi$	Lunghezza	$\Psi \cdot L$	Incremento
PT0005	Micronido_Parete - doppio solaio	-0,001 W/(mK)	53,0 m	-0,053 W/K	- %



STRALCIO PLANIMETRICO -  
LOCALE TECNICO - PIANO TERRA



PIANTA - PIANO PRIMO

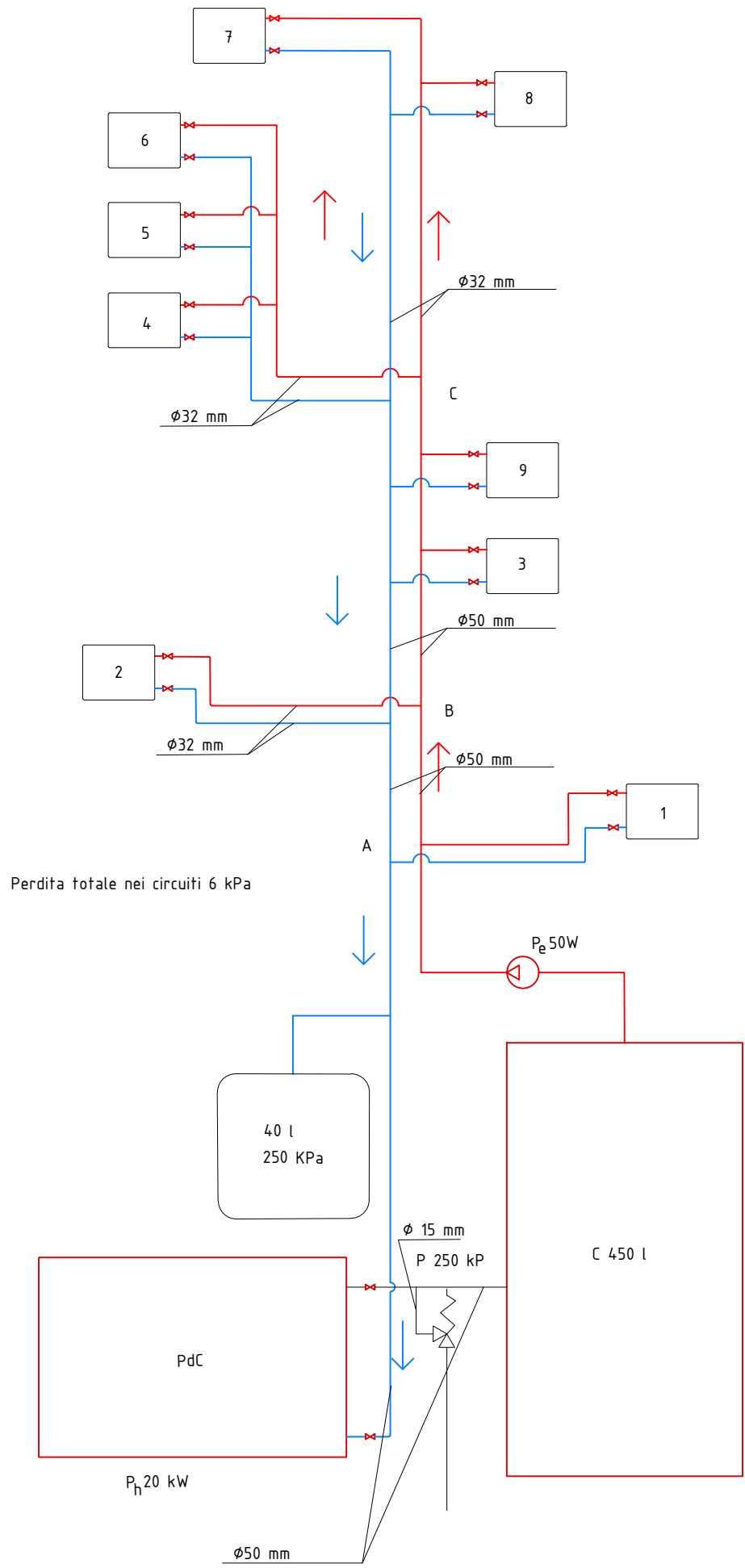
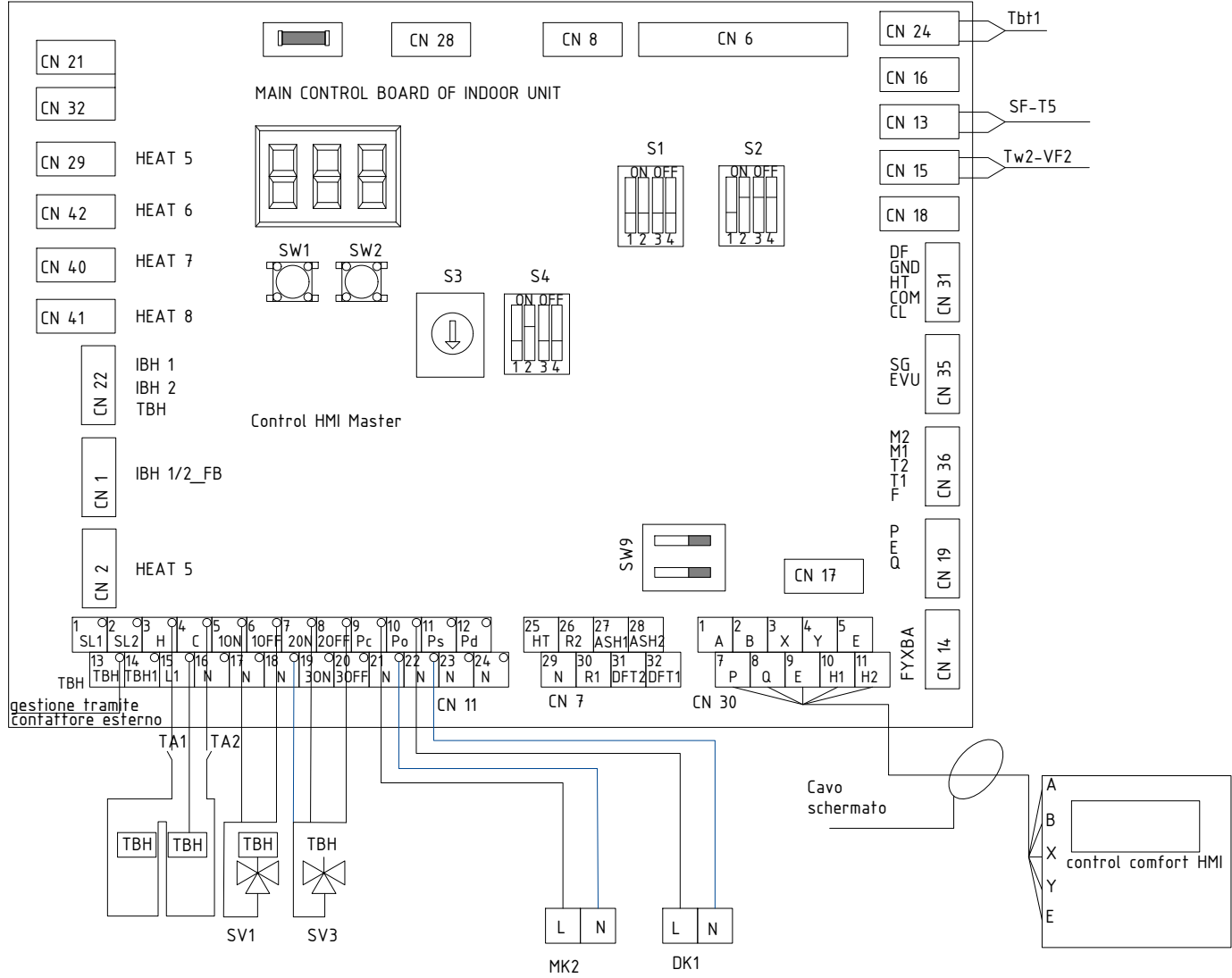


- Legenda
- Ventilconvettore con bocchetta laterale
  - Ventilconvettore con bocchetta in basso

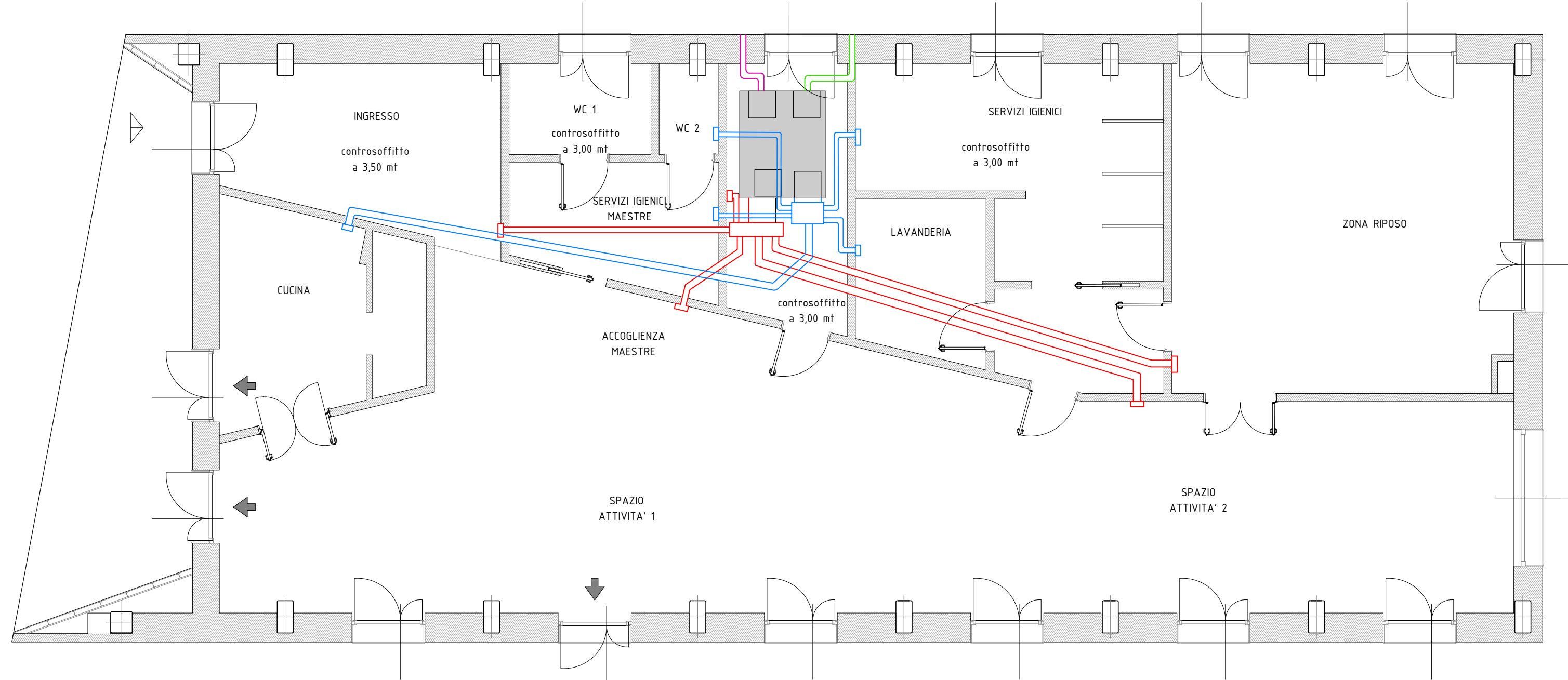


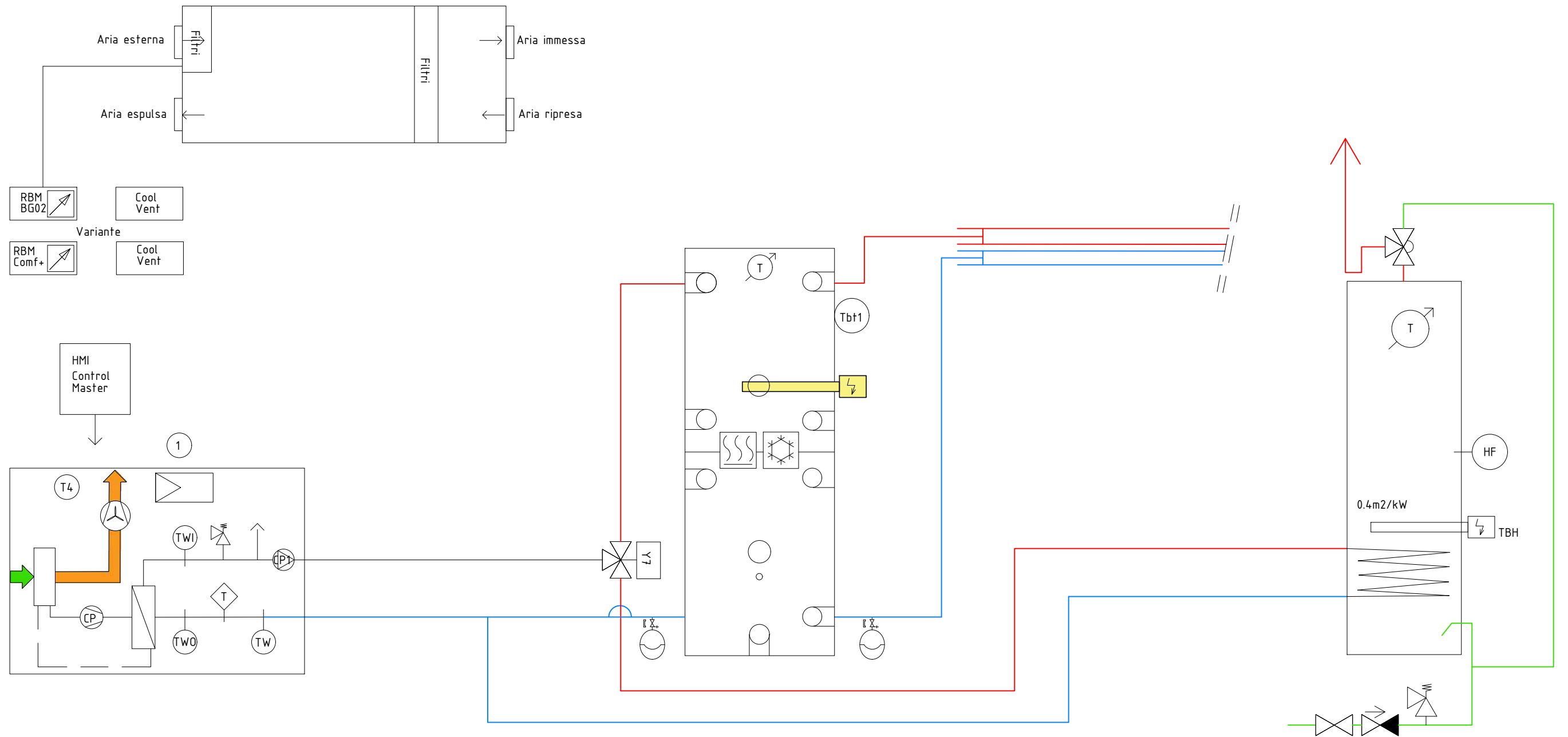
Ventilconvettori

	Ambiente	Tipo di Fan coil	Potenza termica (kW)	Portata acqua utenza (l/h)	Perdita di carico lato utenza (kPa)
1	Cucina	1	1.49	224	12
2	Ingresso	1	1.49	224	12
3	Servizi igienici maestre	1	1.49	224	12
4	Accoglienza maestre	1	1.49	224	12
5	Ambulatorio pediatrico	1	1.49	224	12
6	Lavanderia	1	1.49	224	12
7	Servizi igienici	2	2.5	430	15
8	Zona riposo	3	3.68	633	15
9	Spazio attività	4	5.72	984	31
10	Spazio attività	4	5.72	984	31



PIANTA - PIANO PRIMO





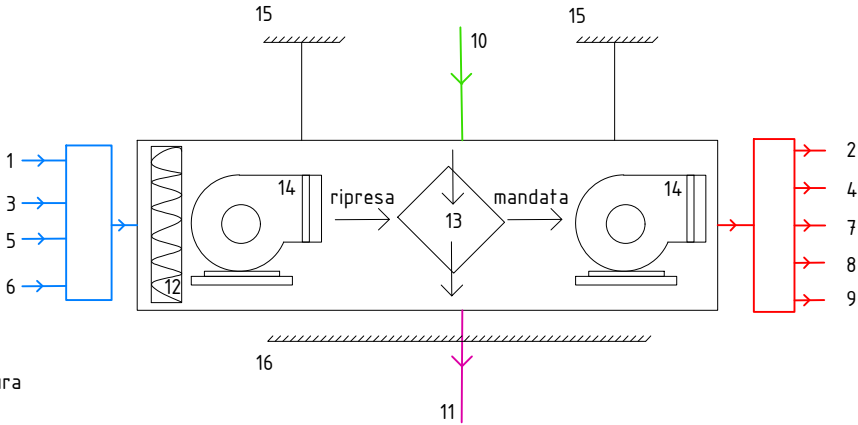
Unità trattamento aria		
Modulare		Tipo "L ALB04*B"
Dimensione		04
Flusso d'aria	m <sup>3</sup> /h	1200
Efficienza termica dello scambiatore di calore	%	91
Pressione esterna statica	Pa	100
Corrente	A	2.26
Potenza d'ingresso	kW	0.52
SFPv	kW/m <sup>3</sup> /s	1.32
Unità primaria - Profondità	mm	1600
Unità primaria - Altezza	mm	415
Unità primaria - Lunghezza	mm	2000
Profondità del condotto rettangolare	mm	500
Altezza del condotto rettangolare	mm	300
Livello di potenza sonora	dB(A)	62
Livello di pressione sonora	dB(A)	55
Peso dell'unità	Kg	270

UNI EN 13779  
UNI 16798

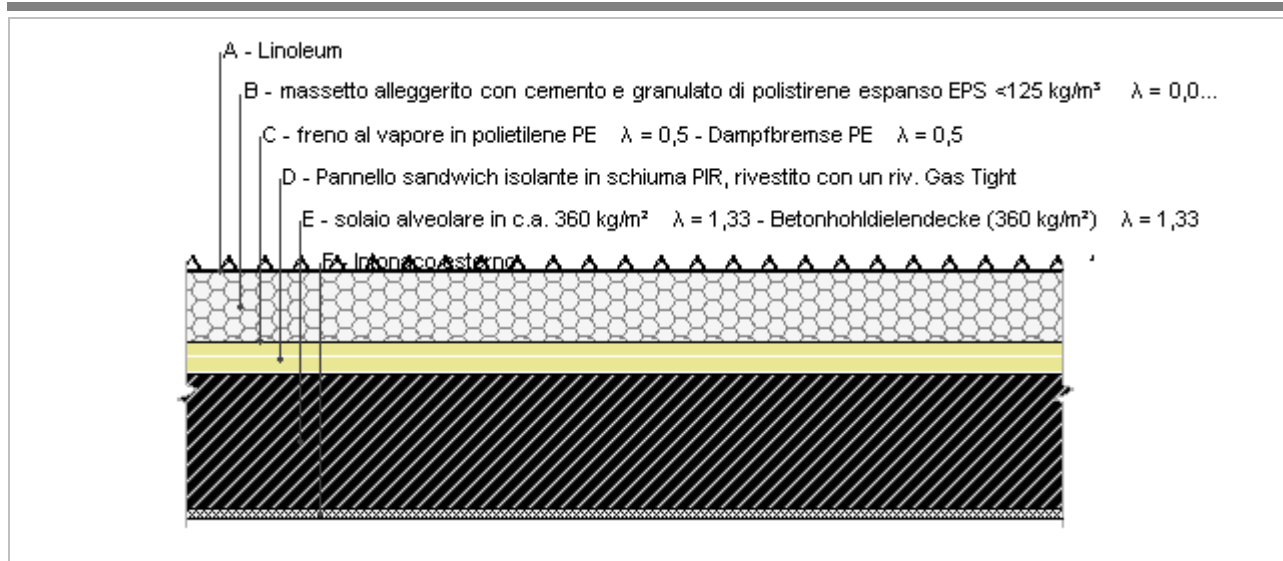
Unità trattamento aria - dati macchina e tubaziani						
numero	ambiente	Portata volumetrica (m <sup>3</sup> /h)	Diametro (mm)	Lunghezza (m)	Perdita (Pa)	Dimensioni della bocchetta (mm*mm)
1	Cucina	100	125	9.59	0.9756	200 * 100
2	Ingresso	150	150	4.23	0.2869	250 * 100
3	Servizi Igienici maestre	150	150	1.36	0.092	250 * 100
4	Ambulatorio pediatrico	50	90	0.527	0.107	200 * 100
5	Lavanderia	50	90	1	0.203	200 * 100
6	Servizi igienici	200	175	1.81	0.092	300 * 100
7	Zona riposo	200	175	7.74	0.394	300 * 100
8	Spazio attività 1	157	175	1.23	0.079	250 * 100
9	Spazio attività 2	157	175	3.03	0.196	250 * 100
10	Immissione	400	250	1.89	0.048	∅ 250
11	Espulsione	186	175	1.38	0.0756	∅ 175

Legenda

- 1 Cucina
- 2 Ingresso
- 3 Servizi igienici maestre
- 4 Ambulatorio pediatrico
- 5 Lavanderia
- 6 Servizi igienici
- 7 Zona riposo
- 8 Spazio attività 1
- 9 Spazio attività 2
- 10 Immissione
- 11 Espulsione
- 12 Filtro
- 13 Scambiatore di calore
- 14 Ventilatore Potenza 100W
- 15 Appendimento allo struttura in legno della copertura
- 16 Controsoffitto





**Calpestio Micro vso esterno**

Spessore	465,0 mm	Trasmittanza	0,187 W/m²K
Resistenza	5,340 m²K/W	Massa superf.	474 kg/m²
Tipologia	Pavimento		
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 discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	Linoleum	4,0	0,170	0,024	1.200	1,40	800,0
B	massetto alleggerito con cemento e granulato di polistirene espanso EPS <125 kg/m³ λ = 0,06 - Polystyrol expandiert Granulat zementgebunden <125kg/m³ λ = 0,06	130,0	0,060	2,167	125	1,45	7,0
C	freno al vapore in polietilene PE λ = 0,5 - Dampfbremse PE λ = 0,5	1,0	0,500	0,002	980	1,26	100.000,0
D	Pannello sandwich isolante in schiuma PIR, rivestito con un riv. Gas Tight	60,0	0,022	2,727	36	1,45	147,0
E	solaio alveolare in c.a. 360 kg/m² λ = 1,33 - Betonhohldielendecke (360 kg/m²) λ = 1,33	250,0	1,330	0,188	1.800	1,11	35,0
F	Intonaco esterno	20,0	0,900	0,022	1.800	1,00	16,7
	Adduttanza esterna (flusso verticale discendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	465,0		5,340			

**CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE****Condizioni al contorno e dati climatici**

Comune	Quincinetto
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produtz. nota	- kg/h

Mese	$\theta_i$	$\varphi_i$	$\theta_e$	$\varphi_e$	n
gennaio	20,0 °C	- %	1,2 °C	82,9 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	2,8 °C	76,4 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,0 °C	57,9 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,8 °C	69,0 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	16,8 °C	72,4 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	20,6 °C	67,1 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	22,1 °C	70,4 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	21,2 °C	75,8 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	16,3 °C	89,8 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	11,8 °C	84,9 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	5,4 °C	91,4 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	1,0 °C	81,1 %	0,5 1/h

Condizione	$\theta_i$	$p_i$	$\theta_e$	$p_e$
INVERNALE	20,00 °C	1.519,00 Pa	1,00 °C	532,30 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1.728,10 Pa	22,10 °C	1.871,00 Pa

$\theta_i$ : temperatura interna

$\varphi_i$ : umidità relativa interna

$\theta_e$ : temperatura esterna

$\varphi_e$ : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

$p_i$ : pressione interna

$p_e$ : pressione esterna

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 381,322 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m <sup>2</sup> (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 381,322 Pa.

## Verifica di formazione di muffe superficiali

### Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	$\theta_e$	$P_e$	$\Delta P$	$P_i$	$\theta_i$	$\varphi_i$
ottobre	11,8 °C	1174,74 Pa	391,1 Pa	1565,84 Pa	20 °C	85 %
novembre	5,4 °C	819,52 Pa	618,3 Pa	1437,82 Pa	20 °C	91 %
dicembre	1,0 °C	532,26 Pa	774,5 Pa	1306,76 Pa	20 °C	81 %
gennaio	1,2 °C	552,27 Pa	767,4 Pa	1319,67 Pa	20 °C	83 %
febbraio	2,8 °C	570,66 Pa	710,6 Pa	1281,26 Pa	20 °C	76 %
marzo	8,0 °C	620,72 Pa	526 Pa	1146,72 Pa	20 °C	58 %
aprile	11,8 °C	953,89 Pa	391,1 Pa	1344,99 Pa	20 °C	69 %

### Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fR <sub>si-amm</sub>
ottobre	17,17°C	0,6546
novembre	15,83°C	0,7142
dicembre	14,34°C	0,7022
gennaio	14,49°C	0,7071
febbraio	14,04°C	0,6533
marzo	12,34°C	0,3615
aprile	14,79°C	0,3643

$\theta_e$ : temperatura esterna

$P_e$ : pressione esterna

$\Delta P$ : variazione di pressione

$P_i$ : pressione interna

$\theta_i$ : temperatura interna

$\varphi_i$ : umidità relativa interna

$\theta_{si}$  critica: temperatura superficiale critica

$f_{Rsi}$  amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

## Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale  $f_{Rsi}$ : 0,7142 (mese di Novembre)

## Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.319,7	1.281,3	1.146,7	1.345,0	1.598,1	1.705,9	1.896,5	1.963,6	1.894,3	1.565,8	1.437,8	1.306,8
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.294,7	1.258,1	1.129,6	1.332,3	1.591,2	1.703,4	1.895,7	1.961,8	1.886,8	1.553,1	1.417,7	1.281,5
	2.203,2	2.214,3	2.250,8	2.277,8	2.313,7	2.341,3	2.352,3	2.345,7	2.310,1	2.277,8	2.232,5	2.201,8
A-B	1.289,0	1.252,9	1.125,7	1.329,4	1.589,6	1.702,8	1.895,5	1.961,4	1.885,1	1.550,2	1.413,1	1.275,8
	1.359,4	1.425,6	1.660,7	1.853,3	2.136,5	2.376,3	2.477,3	2.416,3	2.106,6	1.853,3	1.539,2	1.351,4
B-C	664,1	674,2	697,4	1.010,9	1.415,7	1.638,7	1.874,7	1.914,6	1.696,7	1.231,8	909,7	645,2
	1.358,8	1.425,0	1.660,2	1.853,0	2.136,3	2.376,3	2.477,4	2.416,3	2.106,4	1.853,0	1.538,7	1.350,7
C-D	609,0	623,2	659,6	982,8	1.400,3	1.633,0	1.872,9	1.910,5	1.680,1	1.203,7	865,3	589,5
	708,7	789,9	1.113,3	1.418,4	1.930,2	2.421,0	2.642,9	2.507,7	1.872,7	1.418,4	939,4	699,1
D-E	554,4	572,6	622,1	955,0	1.385,1	1.627,4	1.871,1	1.906,4	1.663,6	1.175,8	821,2	534,4
	676,3	757,2	1.082,3	1.392,1	1.916,7	2.424,1	2.654,7	2.514,2	1.857,4	1.392,1	907,0	666,8
E-F	552,3	570,7	620,7	953,9	1.384,5	1.627,2	1.871,0	1.906,2	1.663,0	1.174,7	819,5	532,3
	672,6	753,5	1.078,7	1.389,0	1.915,1	2.424,5	2.656,0	2.514,9	1.855,6	1.389,0	903,3	663,1
F-Add	552,3	570,7	620,7	953,9	1.384,5	1.627,2	1.871,0	1.906,2	1.663,0	1.174,7	819,5	532,3
	665,9	746,7	1.072,2	1.383,4	1.912,2	2.425,2	2.658,6	2.516,3	1.852,4	1.383,4	896,5	656,4

## Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,1	19,2	19,4	19,6	19,9	20,0	20,1	20,1	19,8	19,6	19,3	19,1
A-B	19,1	19,1	19,4	19,6	19,8	20,0	20,1	20,1	19,8	19,6	19,3	19,0
B-C	11,5	12,3	14,6	16,3	18,6	20,3	20,9	20,5	18,3	16,3	13,4	11,4
C-D	11,5	12,2	14,6	16,3	18,6	20,3	20,9	20,5	18,3	16,3	13,4	11,4
D-E	2,1	3,6	8,6	12,2	16,9	20,6	22,0	21,1	16,5	12,2	6,1	1,9
E-F	1,4	3,0	8,1	11,9	16,8	20,6	22,1	21,2	16,3	11,9	5,6	1,2
F-Add	1,3	2,9	8,1	11,9	16,8	20,6	22,1	21,2	16,3	11,9	5,5	1,1
Add-Esterno	1,2	2,8	8,0	11,8	16,8	20,6	22,1	21,2	16,3	11,8	5,4	1,0

## Verifica formazione di condensa interstiziale



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m <sup>2</sup> ]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m <sup>2</sup> ]												

**Verifica di condensa interstiziale:**

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

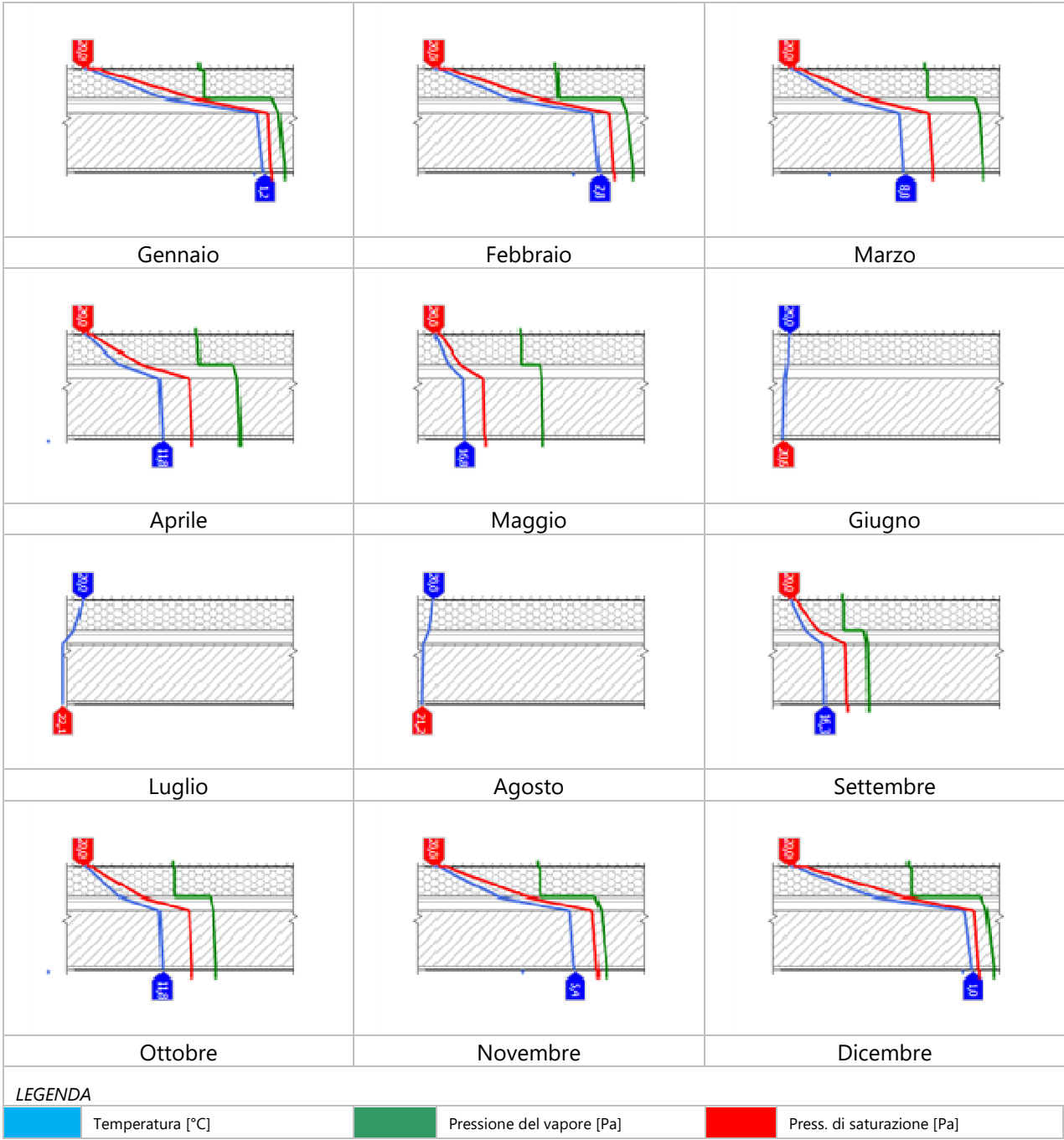
Gc: 0,0000 kg/m<sup>2</sup>

Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m<sup>2</sup>Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 kg/m<sup>2</sup>

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



**CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786****Verifica di massa**

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	474 kg/m <sup>2</sup>
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m <sup>2</sup>
Esito della verifica di massa	OK

**Condizioni al contorno**

Comune	Quincinetto
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	20,6 °C
Temperatura massima estiva	32,1 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	17,8 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	276,62 W/m <sup>2</sup>

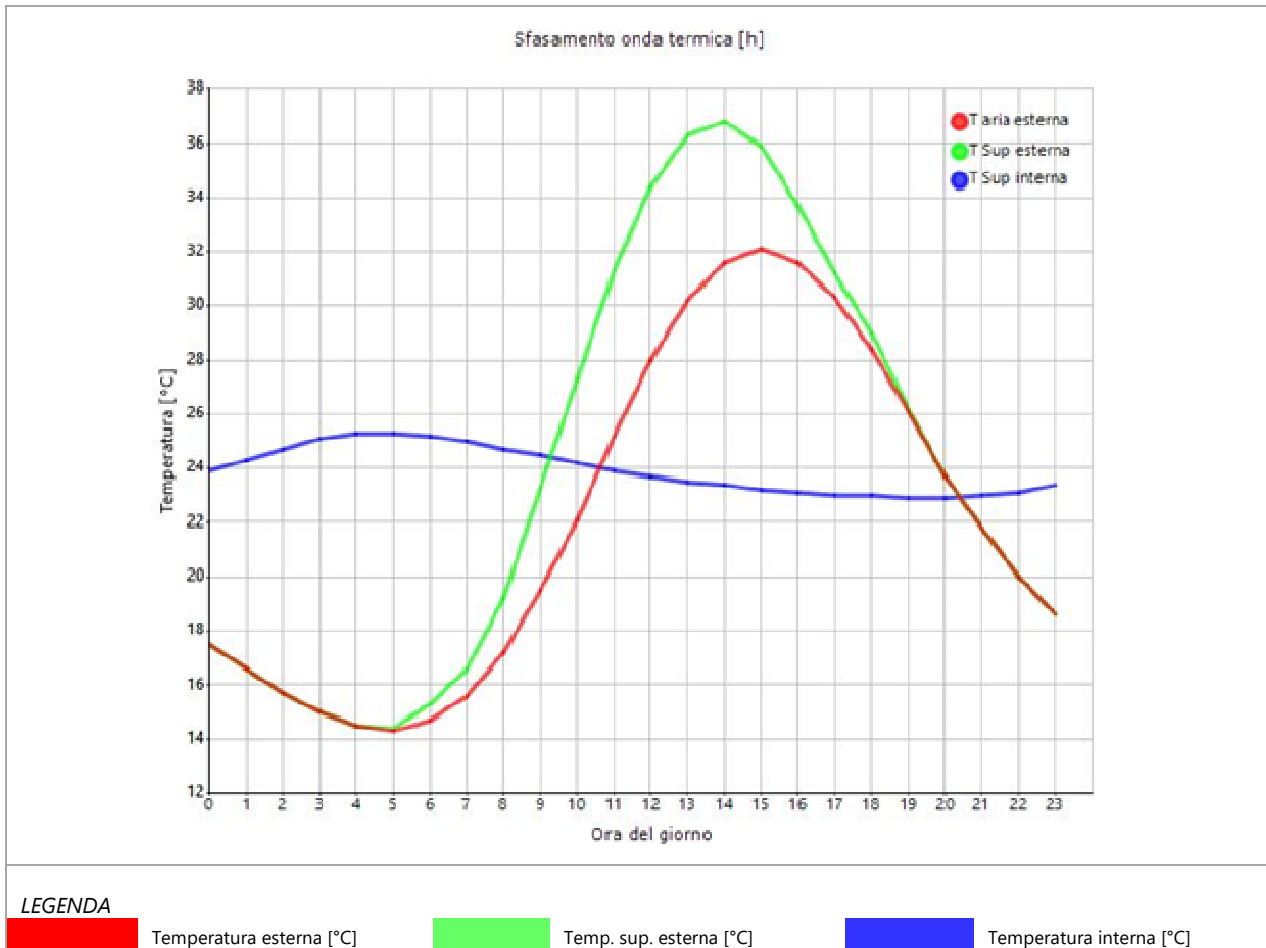
**Inerzia termica**

Sfasamento dell'onda termica	14h 35'
Fattore di attenuazione	0,1081
Capacità termica interna C1	16,0 kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica esterna C2	125,0 kJ/m <sup>2</sup> K
Ammettenza interna oraria	15,4 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza interna	9,1 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza esterna oraria	13,8 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza esterna	9,1 W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza periodica Y	0,020 W/m <sup>2</sup> K
Valore limite Ylim	0,180 W/m <sup>2</sup> K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

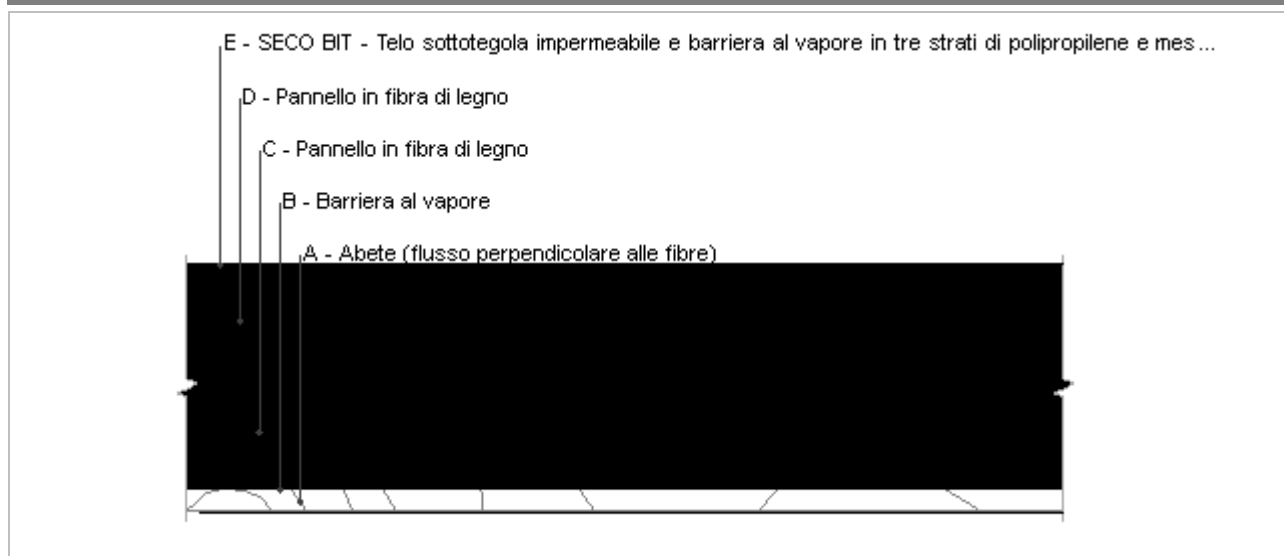
Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradianza solare giorno più caldo Ie W/m <sup>2</sup>	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	17,52	0,00	17,52	23,86
1:00	16,63	0,00	16,63	24,30
2:00	15,74	0,00	15,74	24,72
3:00	15,02	0,00	15,02	25,06
4:00	14,49	0,00	14,49	25,26
5:00	14,31	10,10	14,43	25,32
6:00	14,67	49,10	15,26	25,22
7:00	15,56	85,78	16,59	24,98
8:00	17,16	173,40	19,24	24,71
9:00	19,47	316,28	23,27	24,47
10:00	22,14	433,38	27,34	24,17
11:00	25,17	508,93	31,28	23,91
12:00	28,02	534,93	34,44	23,70
13:00	30,15	508,93	36,26	23,50
14:00	31,58	433,38	36,78	23,35
15:00	32,11	316,28	35,91	23,24
16:00	31,58	173,40	33,66	23,14
17:00	30,33	68,45	31,15	23,04
18:00	28,37	49,55	28,97	22,97

19:00	26,06	10,10	26,18	22,91
20:00	23,75	0,00	23,75	22,90
21:00	21,79	0,00	21,79	22,99
22:00	20,01	0,00	20,01	23,14
23:00	18,58	0,00	18,58	23,42

### DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



## Copertura



Spessore	266,6 mm	Trasmittanza	0,150 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	6,670 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	48 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

## Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	25,0	0,120	0,208	450	1,38	33,3
B	Barriera al vapore	1,0	0,400	0,003	360	1,50	20.000,0
C	Pannello in fibra di legno	120,0	0,038	3,158	150	2,10	3,0
D	Pannello in fibra di legno	120,0	0,038	3,158	150	2,10	3,0
E	SECO BIT - Telo sottotegola impermeabile e barriera al vapore in tre strati di polipropilene e miscela bituminosa, sp. 0,65 mm.	0,7	0,179	0,004	585	1,70	61.538,5
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	266,6		6,670			

## CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

### Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Quincinetto
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m <sup>3</sup>
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produtz. nota	- kg/h

Mese	$\theta_i$	$\varphi_i$	$\theta_e$	$\varphi_e$	n
gennaio	20,0 °C	- %	1,2 °C	82,9 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	2,8 °C	76,4 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,0 °C	57,9 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,8 °C	69,0 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	16,8 °C	72,4 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	20,6 °C	67,1 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	22,1 °C	70,4 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	21,2 °C	75,8 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	16,3 °C	89,8 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	11,8 °C	84,9 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	5,4 °C	91,4 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	1,0 °C	81,1 %	0,5 1/h

Condizione	$\theta_i$	$p_i$	$\theta_e$	$p_e$
INVERNALE	20,00 °C	1.519,00 Pa	1,00 °C	532,30 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1.728,10 Pa	22,10 °C	1.871,00 Pa

$\theta_i$ : temperatura interna

$\varphi_i$ : umidità relativa interna

$\theta_e$ : temperatura esterna

$\varphi_e$ : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

$p_i$ : pressione interna

$p_e$ : pressione esterna

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,051 kg/m <sup>2</sup> (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 379,673 Pa.

## Verifica di formazione di muffe superficiali

### Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	$\theta_e$	$P_e$	$\Delta P$	$P_i$	$\theta_i$	$\varphi_i$
ottobre	11,8 °C	1174,74 Pa	391,1 Pa	1565,84 Pa	20 °C	85 %
novembre	5,4 °C	819,52 Pa	618,3 Pa	1437,82 Pa	20 °C	91 %
dicembre	1,0 °C	532,26 Pa	774,5 Pa	1306,76 Pa	20 °C	81 %
gennaio	1,2 °C	552,27 Pa	767,4 Pa	1319,67 Pa	20 °C	83 %
febbraio	2,8 °C	570,66 Pa	710,6 Pa	1281,26 Pa	20 °C	76 %
marzo	8,0 °C	620,72 Pa	526 Pa	1146,72 Pa	20 °C	58 %
aprile	11,8 °C	953,89 Pa	391,1 Pa	1344,99 Pa	20 °C	69 %

### Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fR <sub>si-amm</sub>
ottobre	17,17°C	0,6546
novembre	15,83°C	0,7142
dicembre	14,34°C	0,7022
gennaio	14,49°C	0,7071
febbraio	14,04°C	0,6533
marzo	12,34°C	0,3615
aprile	14,79°C	0,3643

$\theta_e$ : temperatura esterna  
 $P_e$ : pressione esterna  
 $\Delta P$ : variazione di pressione  
 $P_i$ : pressione interna  
 $\theta_i$ : temperatura interna  
 $\varphi_i$ : umidità relativa interna  
 $\theta_{si}$  critica: temperatura superficiale critica  
 $f_{Rsi}$  amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione  
Fattore di resistenza superficiale  $f_{Rsi}$ : 0,7142 (mese di Novembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.319,7	1.281,3	1.146,7	1.345,0	1.598,1	1.705,9	1.896,5	1.963,6	1.894,3	1.565,8	1.437,8	1.306,8
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.305,9	1.268,5	1.137,3	1.338,0	1.594,3	1.704,5	1.896,0	1.962,6	1.890,2	1.558,8	1.426,7	1.292,8
	2.160,3	2.174,9	2.222,8	2.258,4	2.306,0	2.342,8	2.357,4	2.348,6	2.301,2	2.258,4	2.198,7	2.158,5
A-B	1.057,7	1.038,6	967,1	1.211,5	1.525,2	1.679,0	1.887,8	1.944,1	1.815,4	1.432,3	1.226,7	1.042,3
	2.159,4	2.174,0	2.222,2	2.258,0	2.305,9	2.342,8	2.357,6	2.348,7	2.301,0	2.258,0	2.198,0	2.157,6
B-C	1.053,2	1.034,5	964,1	1.209,2	1.524,0	1.678,6	1.887,6	1.943,7	1.814,0	1.430,0	1.223,1	1.037,8
	1.229,4	1.301,1	1.560,1	1.777,0	2.102,3	2.383,4	2.503,1	2.430,7	2.067,6	1.777,0	1.425,4	1.220,7
C-D	1.048,7	1.030,4	961,0	1.206,9	1.522,7	1.678,1	1.887,5	1.943,4	1.812,7	1.427,8	1.219,5	1.033,3
	671,7	752,6	1.077,8	1.388,2	1.914,7	2.424,6	2.656,4	2.515,1	1.855,2	1.388,2	902,4	662,2
D-E	552,3	570,7	620,7	953,9	1.384,5	1.627,2	1.871,0	1.906,2	1.663,0	1.174,7	819,5	532,3
	671,2	752,1	1.077,4	1.387,8	1.914,5	2.424,6	2.656,6	2.515,2	1.855,0	1.387,8	901,9	661,7
E-Add	552,3	570,7	620,7	953,9	1.384,5	1.627,2	1.871,0	1.906,2	1.663,0	1.174,7	819,5	532,3
	665,9	746,7	1.072,2	1.383,4	1.912,2	2.425,2	2.658,6	2.516,3	1.852,4	1.383,4	896,5	656,4

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,3	19,4	19,6	19,7	19,9	20,0	20,1	20,0	19,9	19,7	19,5	19,3
A-B	18,7	18,8	19,2	19,4	19,8	20,0	20,1	20,1	19,8	19,4	19,0	18,7
B-C	18,7	18,8	19,2	19,4	19,8	20,0	20,1	20,1	19,7	19,4	19,0	18,7
C-D	10,0	10,9	13,6	15,6	18,3	20,3	21,1	20,6	18,0	15,6	12,3	9,9
D-E	1,3	2,9	8,1	11,9	16,8	20,6	22,1	21,2	16,3	11,9	5,5	1,1
E-Add	1,3	2,9	8,1	11,8	16,8	20,6	22,1	21,2	16,3	11,8	5,5	1,1
Add-Esterno	1,2	2,8	8,0	11,8	16,8	20,6	22,1	21,2	16,3	11,8	5,4	1,0

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. D/E												
Gc [Kg/m²]	0,0143	0,0095	-0,0044	-0,0067	-0,0149	-0,0274	0,0000	0,0000	0,0000	0,0015	0,0116	0,0141
Ma [Kg/m²]	0,0415	0,0510	0,0466	0,0399	0,0251	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0015	0,0131	0,0272
Interf. E/F												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

gennaio - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0,0415 kg/m²  
febbraio - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0,0510 kg/m²  
marzo - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0,0466 kg/m²  
aprile - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0,0399 kg/m²  
maggio - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0,0251 kg/m²  
ottobre - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0,0015 kg/m²  
novembre - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0,0131 kg/m²  
dicembre - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0,0272 kg/m²  
Visualizza/modifica gli elementi in archiviofebbraio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0143 kg/m<sup>2</sup> D-E nel mese di gennaio

Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

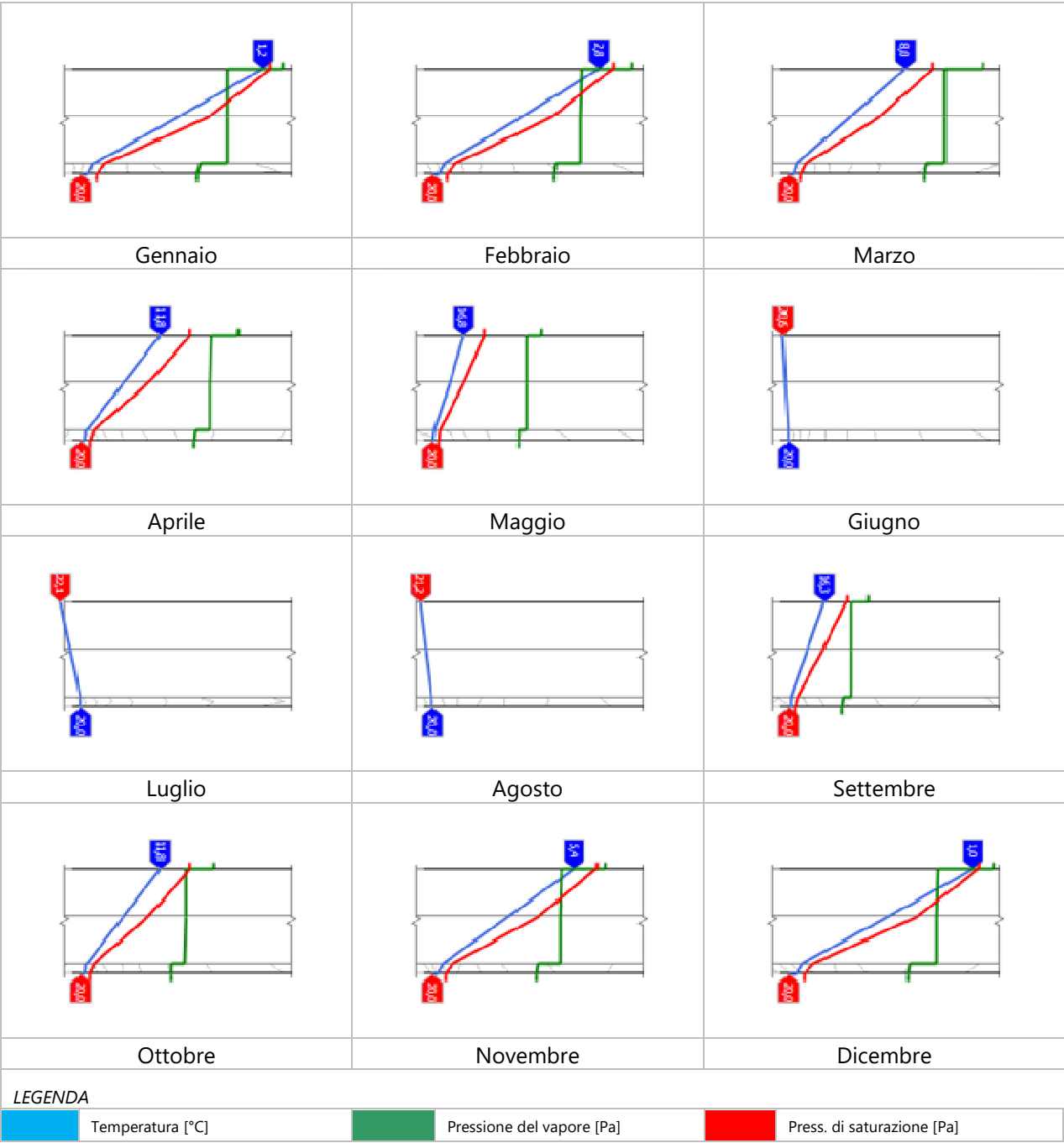
Gc,max: 0,5000 kg/m<sup>2</sup>

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0510 nel mese di febbraio kg/m<sup>2</sup> D-E

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia D-E - Formazione di condensa: 0,0510 kg/m<sup>2</sup>



DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



**CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786****Verifica di massa**

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	48 kg/m <sup>2</sup>
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m <sup>2</sup>
Esito della verifica di massa	OK

**Condizioni al contorno**

Comune	Quincinetto
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	20,6 °C
Temperatura massima estiva	32,1 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	17,8 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	276,62 W/m <sup>2</sup>

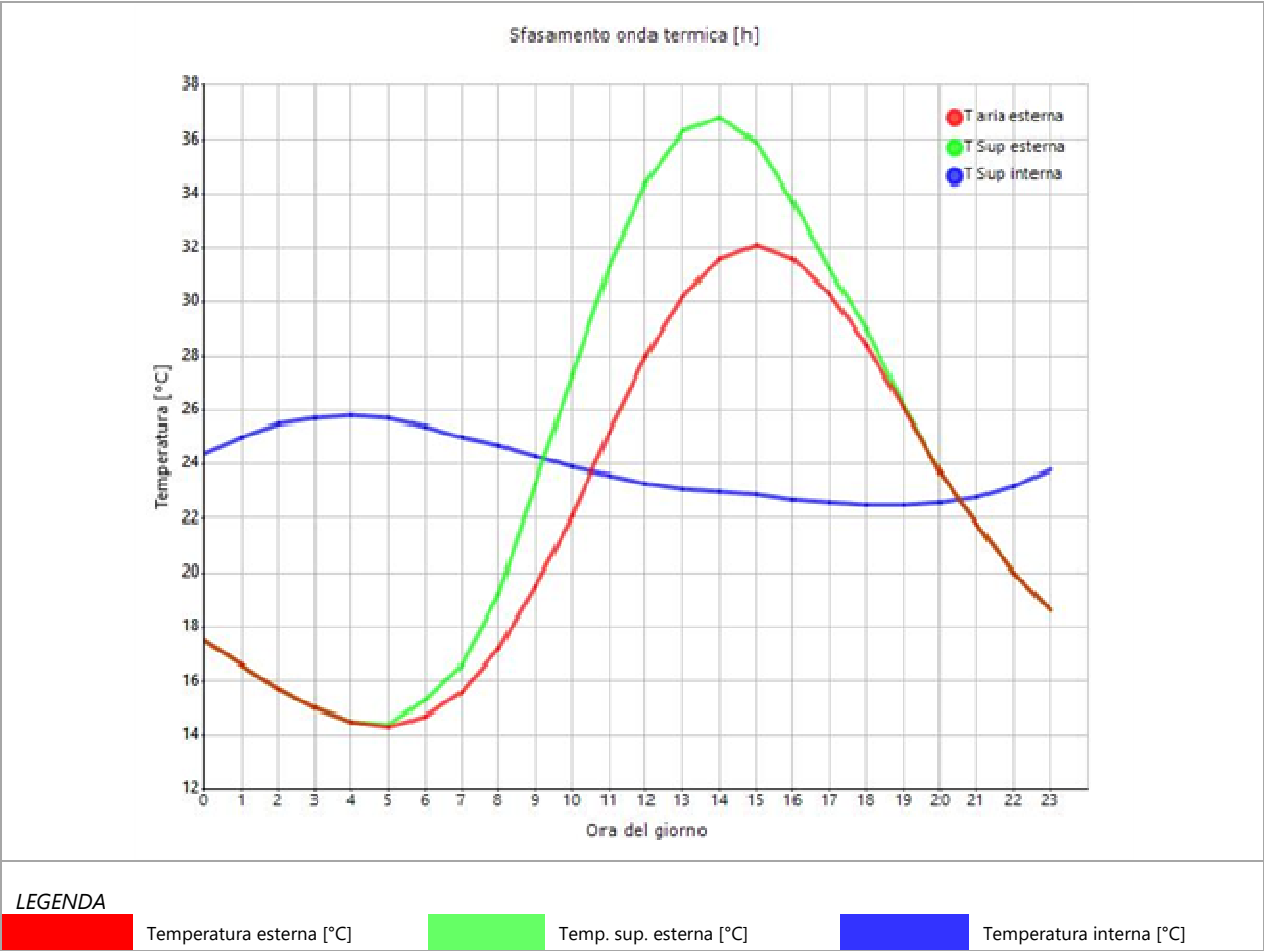
**Inerzia termica**

Sfasamento dell'onda termica	14h 27'
Fattore di attenuazione	0,1476
Capacità termica interna C1	21,4 kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica esterna C2	13,0 kJ/m <sup>2</sup> K
Ammettenza interna oraria	15,5 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza interna	0,9 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza esterna oraria	15,0 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza esterna	0,9 W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza periodica Y	0,022 W/m <sup>2</sup> K
Valore limite Ylim	0,180 W/m <sup>2</sup> K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

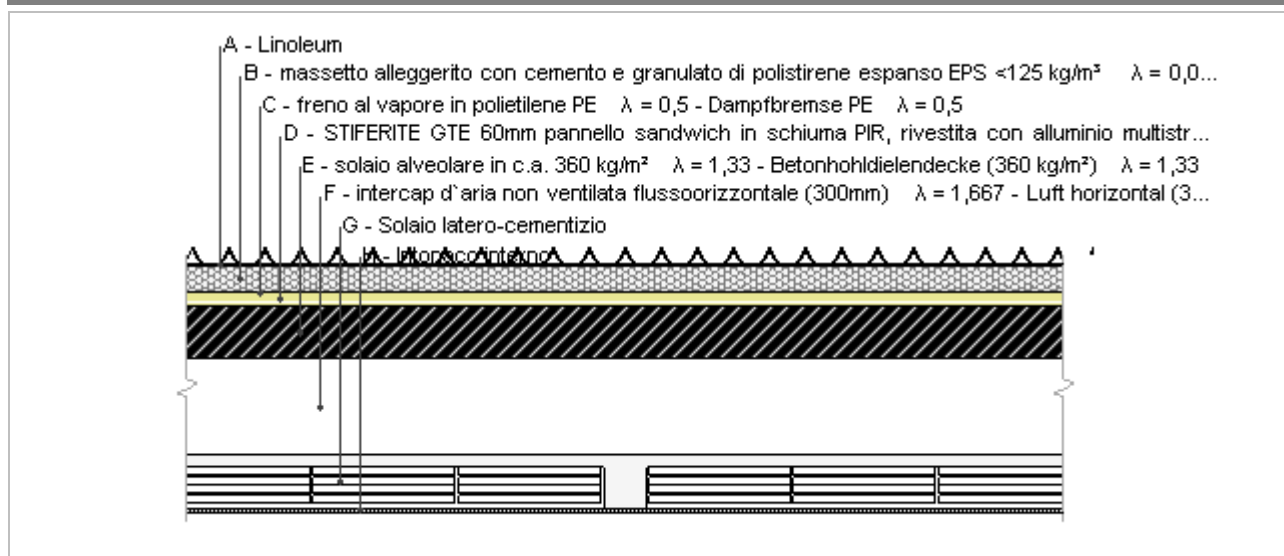
	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradianza solare giorno più caldo Ie	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m <sup>2</sup>	°C	°C
0:00	17,52	0,00	17,52	24,43
1:00	16,63	0,00	16,63	25,01
2:00	15,74	0,00	15,74	25,48
3:00	15,02	0,00	15,02	25,75
4:00	14,49	0,00	14,49	25,82
5:00	14,31	10,10	14,43	25,70
6:00	14,67	49,10	15,26	25,36
7:00	15,56	85,78	16,59	24,99
8:00	17,16	173,40	19,24	24,67
9:00	19,47	316,28	23,27	24,26
10:00	22,14	433,38	27,34	23,90
11:00	25,17	508,93	31,28	23,61
12:00	28,02	534,93	34,44	23,35
13:00	30,15	508,93	36,26	23,14
14:00	31,58	433,38	36,78	22,98
15:00	32,11	316,28	35,91	22,85
16:00	31,58	173,40	33,66	22,72
17:00	30,33	68,45	31,15	22,61
18:00	28,37	49,55	28,97	22,54

19:00	26,06	10,10	26,18	22,53
20:00	23,75	0,00	23,75	22,65
21:00	21,79	0,00	21,79	22,85
22:00	20,01	0,00	20,01	23,24
23:00	18,58	0,00	18,58	23,83

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



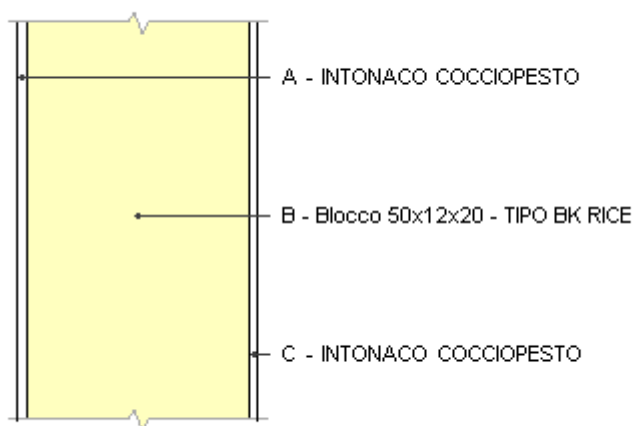
## Doppio solaio



Spessore	1.165,0 mm	Trasmittanza	0,160 W/m²K
Resistenza	6,246 m²K/W	Massa superf.	925 kg/m²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

## Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	Linoleum	4,0	0,170	0,024	1.200	1,40	800,0
B	massetto alleggerito con cemento e granulato di polistirene espanso EPS <125 kg/m³ λ = 0,06 - Polystyrol expandiert Granulat zementgebunden <125kg/m³ λ = 0,06	130,0	0,060	2,167	125	1,45	7,0
C	freno al vapore in polietilene PE λ = 0,5 - Dampfbremse PE λ = 0,5	1,0	0,500	0,002	980	1,26	100.000,0
D	STIFERITE GTE 60mm pannello sandwich in schiuma PIR, rivestita con alluminio multistrato rinforzato	60,0	0,022	2,727	34	1,44	89.900,0
E	solaio alveolare in c.a. 360 kg/m² λ = 1,33 - Betonhohldieleendecke (360 kg/m²) λ = 1,33	250,0	1,330	0,188	1.800	1,11	35,0
F	intercap d'aria non ventilata flussoorizzontale (300mm) λ = 1,667 - Luft horizontal (300mm) λ = 1,667	450,0	1,667	0,270	1	1,00	1,0
G	Solaio latero-cementizio	250,0	0,500	0,500	1.800	1,00	0,0
H	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
	TOTALE	1.165,0		6,246			

**Parete perimetrale**

Spessore	540,0 mm	Trasmittanza	0,131 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	7,606 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	250 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

**Stratigrafia**

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	Kg/m <sup>3</sup>	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	INTONACO COCCIOPESTO	20,0	0,480	0,042	1.380	1,00	8,5
B	Blocco 50x12x20 - TIPO BK RICE	500,0	0,068	7,353	500	1,84	8,0
C	INTONACO COCCIOPESTO	20,0	0,480	0,042	1.380	1,00	8,5
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	540,0		7,606			

**CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE****Condizioni al contorno e dati climatici**

Comune	Quincinetto
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m <sup>3</sup>
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produtz. nota	- kg/h

Mese	$\theta_i$	$\varphi_i$	$\theta_e$	$\varphi_e$	n
gennaio	20,0 °C	- %	1,2 °C	82,9 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	2,8 °C	76,4 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,0 °C	57,9 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,8 °C	69,0 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	16,8 °C	72,4 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	20,6 °C	67,1 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	22,1 °C	70,4 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	21,2 °C	75,8 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	16,3 °C	89,8 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	11,8 °C	84,9 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	5,4 °C	91,4 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	1,0 °C	81,1 %	0,5 1/h

Condizione	$\theta_i$	$p_i$	$\theta_e$	$p_e$
INVERNALE	20,00 °C	1.519,00 Pa	1,00 °C	532,30 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1.728,10 Pa	22,10 °C	1.871,00 Pa

$\theta_i$ : temperatura interna

$\varphi_i$ : umidità relativa interna

$\theta_e$ : temperatura esterna

$\varphi_e$ : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

$p_i$ : pressione interna

$p_e$ : pressione esterna

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 378,925 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m <sup>2</sup> (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 378,925 Pa.

## Verifica di formazione di muffe superficiali

### Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	$\theta_e$	$P_e$	$\Delta P$	$P_i$	$\theta_i$	$\varphi_i$
ottobre	11,8 °C	1174,74 Pa	391,1 Pa	1565,84 Pa	20 °C	85 %
novembre	5,4 °C	819,52 Pa	618,3 Pa	1437,82 Pa	20 °C	91 %
dicembre	1,0 °C	532,26 Pa	774,5 Pa	1306,76 Pa	20 °C	81 %
gennaio	1,2 °C	552,27 Pa	767,4 Pa	1319,67 Pa	20 °C	83 %
febbraio	2,8 °C	570,66 Pa	710,6 Pa	1281,26 Pa	20 °C	76 %
marzo	8,0 °C	620,72 Pa	526 Pa	1146,72 Pa	20 °C	58 %
aprile	11,8 °C	953,89 Pa	391,1 Pa	1344,99 Pa	20 °C	69 %

### Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	17,17°C	0,6546
novembre	15,83°C	0,7142
dicembre	14,34°C	0,7022
gennaio	14,49°C	0,7071
febbraio	14,04°C	0,6533
marzo	12,34°C	0,3615
aprile	14,79°C	0,3643

$\theta_e$ : temperatura esterna

$P_e$ : pressione esterna

$\Delta P$ : variazione di pressione

$P_i$ : pressione interna

$\theta_i$ : temperatura interna

$\varphi_i$ : umidità relativa interna

$\theta_{si}$  critica: temperatura superficiale critica

$f_{Rsi}$  amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

## Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale  $f_{Rsi}$ : 0,7142 (mese di Novembre)

## Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.319,7	1.281,3	1.146,7	1.345,0	1.598,1	1.705,9	1.896,5	1.963,6	1.894,3	1.565,8	1.437,8	1.306,8
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.289,6	1.253,4	1.126,1	1.329,7	1.589,8	1.702,8	1.895,5	1.961,4	1.885,3	1.550,5	1.413,6	1.276,4
	2.236,2	2.244,7	2.272,2	2.292,5	2.319,5	2.340,2	2.348,4	2.343,5	2.316,8	2.292,5	2.258,4	2.235,2
A-B	582,3	598,5	641,3	969,2	1.392,9	1.630,3	1.872,0	1.908,5	1.672,1	1.190,1	843,7	562,6
	675,5	756,4	1.081,5	1.391,4	1.916,3	2.424,2	2.655,0	2.514,3	1.857,0	1.391,4	906,2	666,0
B-C	552,3	570,7	620,7	953,9	1.384,5	1.627,2	1.871,0	1.906,2	1.663,0	1.174,7	819,5	532,3
	670,6	751,4	1.076,8	1.387,3	1.914,3	2.424,7	2.656,8	2.515,3	1.854,7	1.387,3	901,2	661,1
C-Add	552,3	570,7	620,7	953,9	1.384,5	1.627,2	1.871,0	1.906,2	1.663,0	1.174,7	819,5	532,3
	665,9	746,7	1.072,2	1.383,4	1.912,2	2.425,2	2.658,6	2.516,3	1.852,4	1.383,4	896,5	656,4

## Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,4	19,4	19,6	19,7	19,9	20,0	20,1	20,0	19,9	19,7	19,5	19,4
A-B	19,3	19,4	19,5	19,7	19,9	20,0	20,1	20,0	19,9	19,7	19,4	19,3
B-C	1,4	3,0	8,1	11,9	16,8	20,6	22,1	21,2	16,3	11,9	5,6	1,2
C-Add	1,3	2,9	8,1	11,8	16,8	20,6	22,1	21,2	16,3	11,8	5,5	1,1
Add-Esterno	1,2	2,8	8,0	11,8	16,8	20,6	22,1	21,2	16,3	11,8	5,4	1,0

## Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

## Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0000 kg/m²

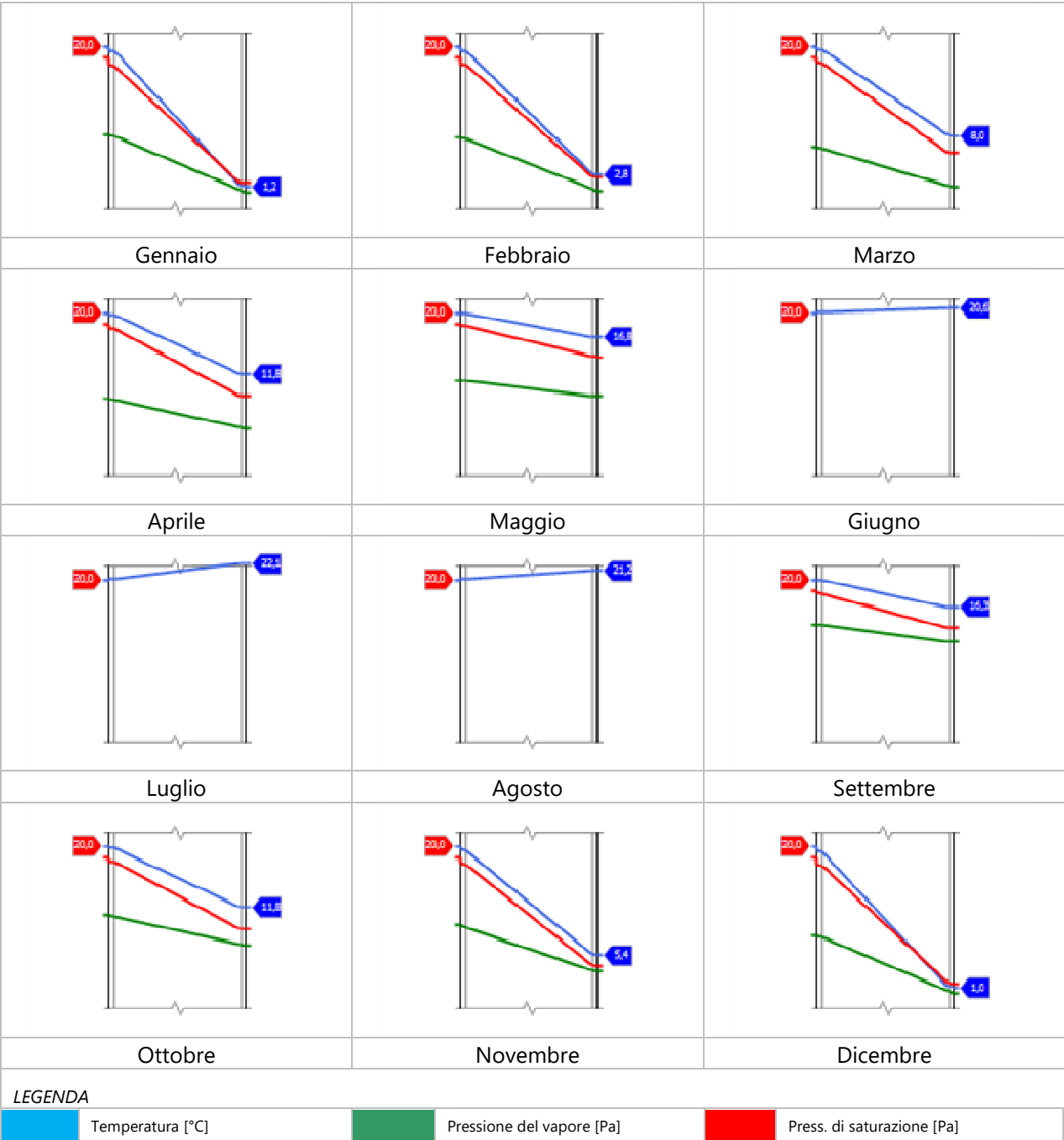
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 kg/m²

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA





## CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

### Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	250 kg/m <sup>2</sup>
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m <sup>2</sup>
Esito della verifica di massa	OK

### Condizioni al contorno

Comune	Quincinetto
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	20,6 °C
Temperatura massima estiva	32,1 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	17,8 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	276,62 W/m <sup>2</sup>

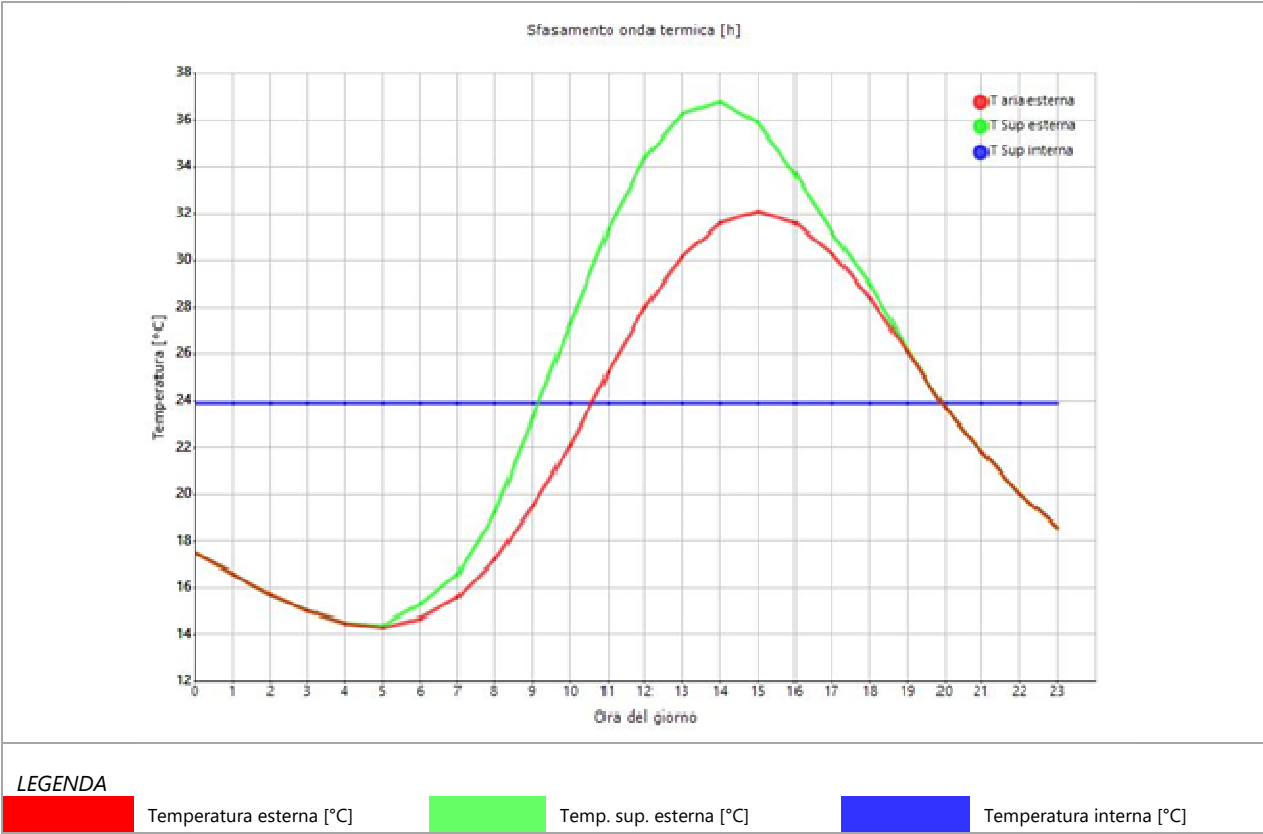
### Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	17h 50'
Fattore di attenuazione	0,0003
Capacità termica interna C1	38,6 kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica esterna C2	46,2 kJ/m <sup>2</sup> K
Ammettenza interna oraria	14,9 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza interna	3,4 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza esterna oraria	15,7 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza esterna	3,4 W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza periodica Y	0,000 W/m <sup>2</sup> K
Valore limite Ylim	0,100 W/m <sup>2</sup> K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

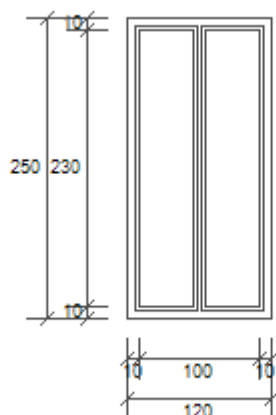
Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradianza solare giorno più caldo Ie W/m <sup>2</sup>	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	17,52	0,00	17,52	23,93
1:00	16,63	0,00	16,63	23,93
2:00	15,74	0,00	15,74	23,93
3:00	15,02	0,00	15,02	23,93
4:00	14,49	0,00	14,49	23,93
5:00	14,31	10,10	14,43	23,93
6:00	14,67	49,10	15,26	23,93
7:00	15,56	85,78	16,59	23,93
8:00	17,16	173,40	19,24	23,93
9:00	19,47	316,28	23,27	23,93
10:00	22,14	433,38	27,34	23,93
11:00	25,17	508,93	31,28	23,93
12:00	28,02	534,93	34,44	23,93
13:00	30,15	508,93	36,26	23,93
14:00	31,58	433,38	36,78	23,93
15:00	32,11	316,28	35,91	23,93
16:00	31,58	173,40	33,66	23,93
17:00	30,33	68,45	31,15	23,93
18:00	28,37	49,55	28,97	23,93

19:00	26,06	10,10	26,18	23,93
20:00	23,75	0,00	23,75	23,93
21:00	21,79	0,00	21,79	23,93
22:00	20,01	0,00	20,01	23,93
23:00	18,58	0,00	18,58	23,93

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA





**Finestra S1 S2**

Larghezza	L	120 cm
Altezza	H	250 cm
Area del vetro	Ag	2,070 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,930 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	3,000 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	11,000 m
Trasmittanza	Uw	0,987 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	0,987 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,820 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,350
Emissività	ε	0,600

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Plastica
Trasmittanza	Uf	0,650 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,060 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Tessuti colorati - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,42

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

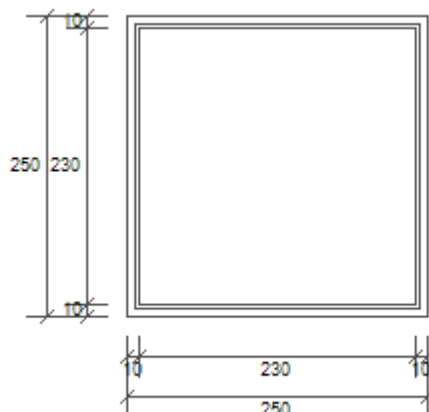
**Permeabilità all'aria**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Classe 4

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Micronido_Parete - serramento-mazzetta laterale (Ponte termico)	5,0	0,107
Micronido_Parete - serramento- architrave (Ponte termico)	1,2	0,225

**Finestra S3**

Larghezza	L	250 cm
Altezza	H	250 cm
Area del vetro	Ag	5,290 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,960 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	6,250 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	9,200 m
Trasmittanza	Uw	0,988 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	0,988 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,900 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,350
Emissività	ε	0,600

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Plastica
Trasmittanza	Uf	0,900 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,060 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Tessuti colorati - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,42

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

**Permeabilità all'aria**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Micronido_Parete - serramento-mazzetta laterale (Ponte termico)	5,0	0,107
Micronido_Parete - serramento- architrave (Ponte termico)	2,5	0,225

# RELAZIONE DI CALCOLO DEL PONTE TERMICO

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



## INDICE

---

1. PREMESSA METODOLOGICA
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO e METODO DI CALCOLO
3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO
  
- 4.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Micronido\_Angolo sporgente con pilastro
- 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 - Micronido\_Parete - copertura
- 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 - Micronido\_Parete - doppio solaio
- 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 - Micronido\_Parete - pilastro
- 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 - Micronido\_Parete - serramento- architrave
- 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 - Micronido\_Parete - serramento-mazzetta laterale

**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  $\psi$  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.

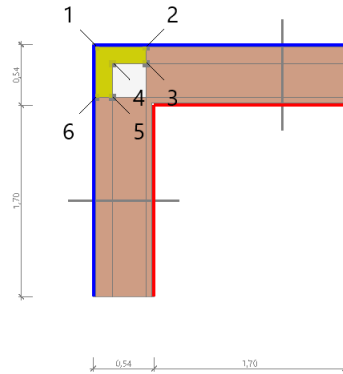
Il presente metodo numerico rispetta tutte le regole contenute nell'appendice A. In particolare:

- 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 - Micronido\_Angolo sporgente con pilastro

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	$\lambda$ [W/mK]
01	Blocco 50x12x20 - TIPO BK RICE	0,068
3	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
1	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
1	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
2	Blocco 50x12x20 - TIPO BK RICE	0,068
1	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
2	Blocco 50x12x20 - TIPO BK RICE	0,068
8	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
1	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
1	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
2	Blocco 50x12x20 - TIPO BK RICE	0,068
2	Blocco 50x12x20 - TIPO BK RICE	0,068
2	Blocco 50x12x20 - TIPO BK RICE	0,068

#### 4.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Quincinetto - (TO).

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 <sup>2</sup> K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,0	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,0	0,04
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

### 4.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

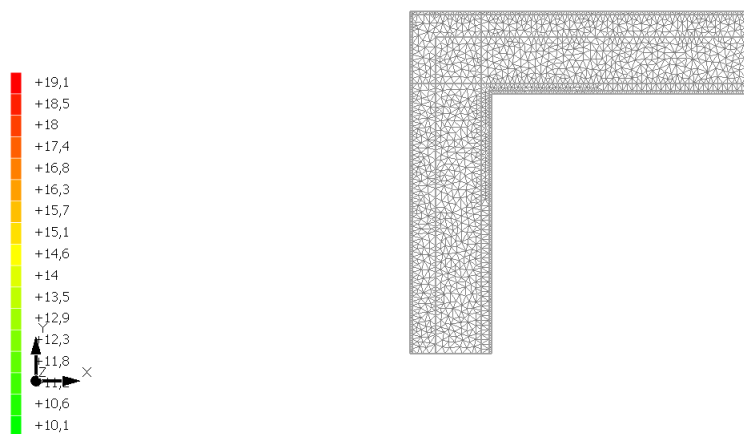
Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1.708

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

#### Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Angolo sporgente con pilastro 1

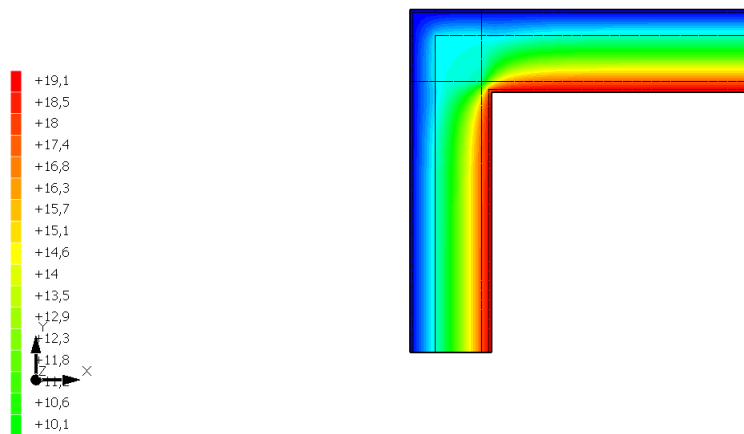


### 4.4 CURVE DI TEMPERATURA

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 sporgente con pilastro 1

**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 $\Phi$	9,91	W/m
$\Psi$ interno	0,0747	W/mK
$\Psi$ esterno	-0,0673	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,52	W/mK
Temperatura minima	17,7	°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  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  temperatura dell'aria interna [°C]

**Temperatura T [°C] (calcolo psi)**

Angolo sporgente con pilastro 1



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 Quincinetto, TO

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]	$\varphi_e$ [%]	Pe [Pa]	$\Delta p$ [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	11,80	84,9	1.174,5	391,1	1.565,6	1.957,0	17,17	20,00	0,6543
novembre	5,40	91,4	819,4	618,3	1.437,7	1.797,1	15,83	20,00	0,7141
dicembre	1,00	81,1	532,3	774,5	1.306,8	1.633,5	14,34	20,00	0,7022
gennaio	1,20	82,9	552,0	767,4	1.319,4	1.649,3	14,49	20,00	0,7069
febbraio	2,80	76,4	570,5	710,6	1.281,1	1.601,4	14,03	20,00	0,6532
marzo	8,00	57,9	620,8	526,0	1.146,8	1.433,5	12,34	20,00	0,3616
aprile	11,80	69,0	954,6	391,1	1.345,7	1.682,1	14,80	20,00	0,3653

Te temperatura esterna media mensile [°C]

$\varphi_e$  umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

$\Delta P$  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 **0,876**

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm **0,714**



Mese critico

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE

---

Novembre

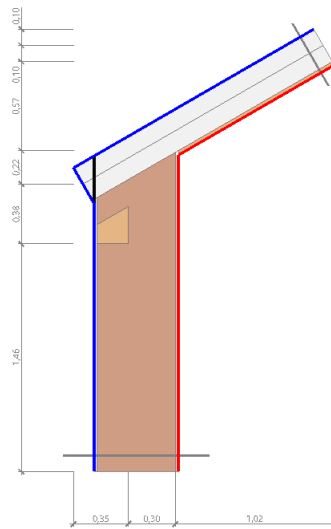
---

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

---

## 5.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Micronido\_Parete - copertura

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	$\lambda$ [W/mK]
1	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
2	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
3	Blocco 50x12x20 - TIPO BK RICE	0,068
4	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
5	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
6	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
7	Pannello in fibra di legno	0,038
8	Pannello in fibra di legno	0,038

## 5.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Quincinetto - (TO).

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 ascendente del flusso	1,0	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,0	0,04
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	1,0	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,0	0,04
5	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
6	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

## 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.

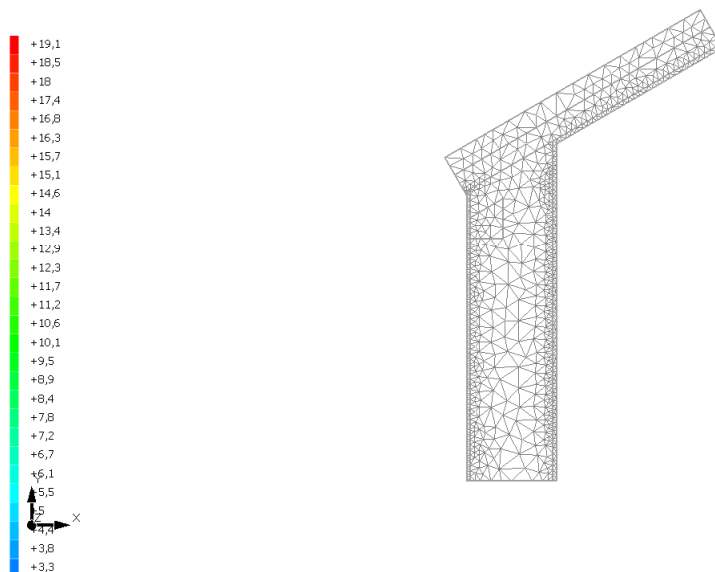
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

769

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

**Temperatura T [°C] (calcolo psi)**

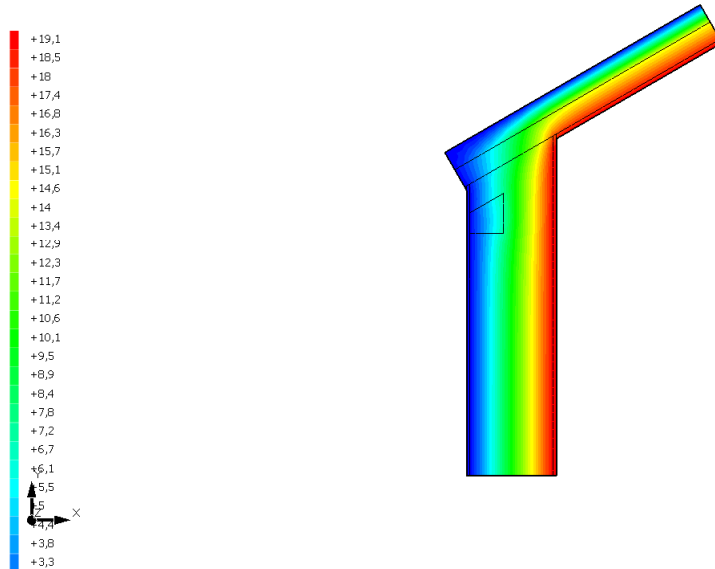
Parete - copertura



## 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)**  
Parete - copertura



## 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 $\Phi$	10,85	W/m
$\Psi$ interno	0,1305	W/mK
$\Psi$ esterno	0,0607	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,57	W/mK
Temperatura minima	17,9	°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

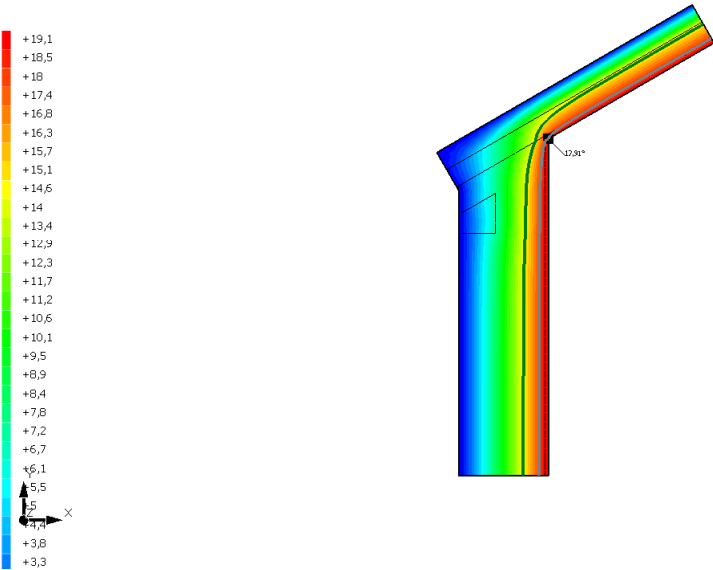
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  temperatura dell'aria interna [°C]

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



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 Quincinetto, TO

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]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	11,80	84,9	1.174,5	391,1	1.565,6	1.957,0	17,17	20,00	0,6543
novembre	5,40	91,4	819,4	618,3	1.437,7	1.797,1	15,83	20,00	0,7141
dicembre	1,00	81,1	532,3	774,5	1.306,8	1.633,5	14,34	20,00	0,7022
gennaio	1,20	82,9	552,0	767,4	1.319,4	1.649,3	14,49	20,00	0,7069
febbraio	2,80	76,4	570,5	710,6	1.281,1	1.601,4	14,03	20,00	0,6532
marzo	8,00	57,9	620,8	526,0	1.146,8	1.433,5	12,34	20,00	0,3616
aprile	11,80	69,0	954,6	391,1	1.345,7	1.682,1	14,80	20,00	0,3653

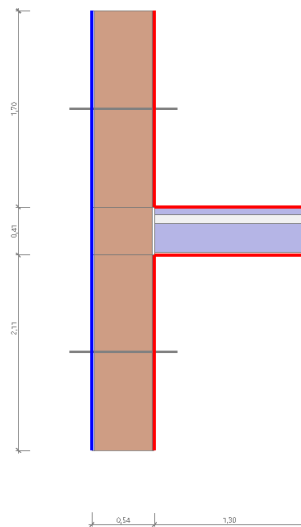
Te temperatura esterna media mensile [°C]  
φe umidità relativa esterna [%]  
Pe pressione esterna [Pa]  
ΔP variazione di pressione [Pa]  
Pi pressione interna [Pa]  
Psi pressione di saturazione interna [Pa]  
Tsi Temperatura superficiale interna [°C]  
fRsi Fattore di resistenza superficiale

**ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA**

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico $f_{Rsi}$	0,890
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico $f_{RsiAmm}$	0,714
Mese critico	Novembre
ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE	$f_{Rsi} > f_{Rsi,max}$ : assenza di muffa

## 6.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Micronido\_Parete - doppio solaio

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	$\lambda$ [W/mK]
1	COCCIOPESTO D'ARRICCIO TIPO BK RICE	0,480
2	BK RICE- Blocco 50x12x20	0,068
3	COCCIOPESTO D'ARRICCIO TIPO BK RICE	0,480
4	COCCIOPESTO D'ARRICCIO TIPO BK RICE	0,480
5	BK RICE- Blocco 50x12x20	0,068
6	COCCIOPESTO D'ARRICCIO TIPO BK RICE	0,480
7	COCCIOPESTO D'ARRICCIO TIPO BK RICE	0,480
8	BK RICE- Blocco 50x12x20	0,068
9	COCCIOPESTO D'ARRICCIO TIPO BK RICE	0,480
10	Linoleum	0,170
11	massetto alleggerito con cemento e granulato di polistirene espanso EPS <125 kg/m <sup>3</sup> $\lambda = 0,06$ - Polystyrol expandiert Granulat zementgebunden <125kg/m <sup>3</sup> $\lambda = 0,06$	0,060
12	STIFERITE CLASS S 80mm pannello solante in schiuma PIR rivestito con velo vetro saturato	0,026
13	Solaio tipo predalles(interni)con soletta cls spessore 400 flusso ascendente	0,952
14	Intonaco esterno	0,900

## 6.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Quincinetto - (TO).

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 <sup>2</sup> K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,0	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

## 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.

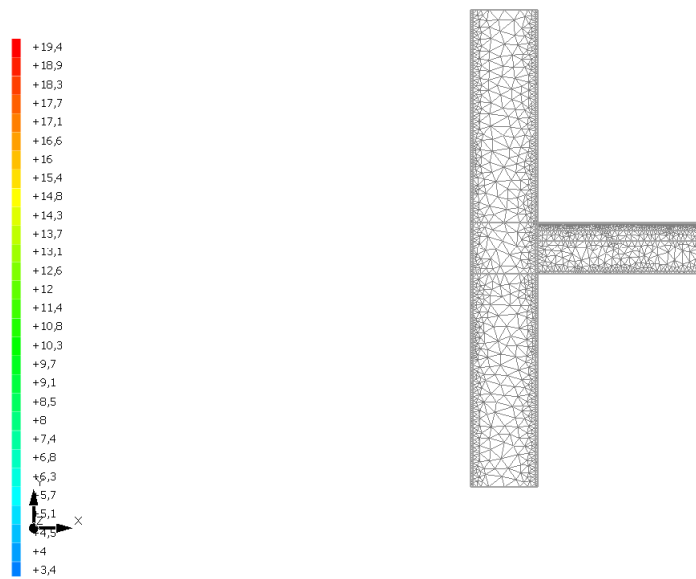
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 2.419

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



#### Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Parete - pavimento

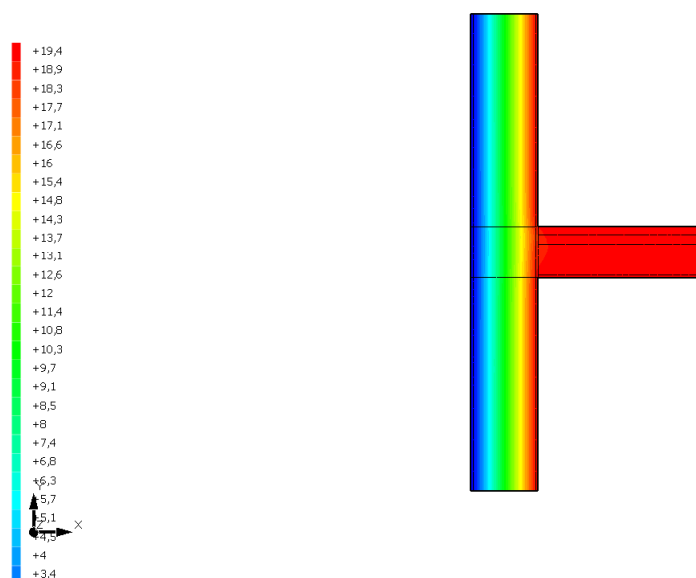


### 6.4 CURVE DI TEMPERATURA

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

#### Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Parete - pavimento



### 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 $\Phi$	9,50	W/m
$\Psi$ interno	0,0530	W/mK
$\Psi$ esterno	-0,0015	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,50	W/mK
Temperatura minima	19,1	°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

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

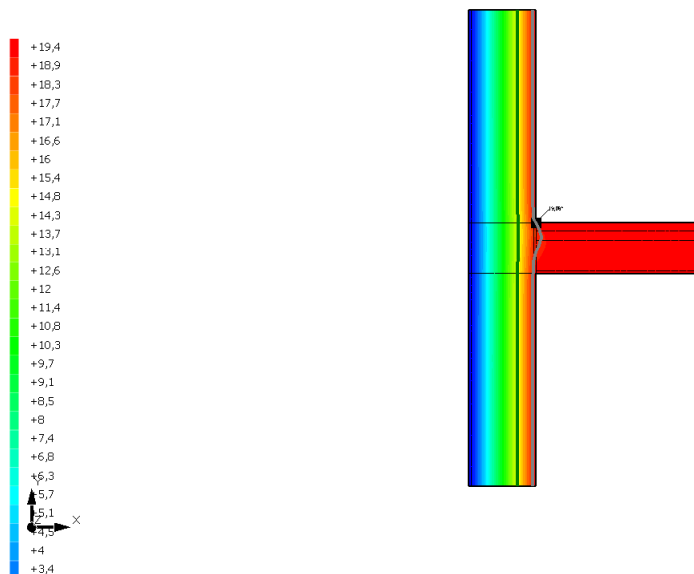
Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  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 Quincinetto, TO

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]	$\varphi_e$ [%]	Pe [Pa]	$\Delta p$ [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	11,80	84,9	1.174,5	391,1	1.565,6	1.957,0	17,17	20,00	0,6543
novembre	5,40	91,4	819,4	618,3	1.437,7	1.797,1	15,83	20,00	0,7141
dicembre	1,00	81,1	532,3	774,5	1.306,8	1.633,5	14,34	20,00	0,7022
gennaio	1,20	82,9	552,0	767,4	1.319,4	1.649,3	14,49	20,00	0,7069
febbraio	2,80	76,4	570,5	710,6	1.281,1	1.601,4	14,03	20,00	0,6532
marzo	8,00	57,9	620,8	526,0	1.146,8	1.433,5	12,34	20,00	0,3616
aprile	11,80	69,0	954,6	391,1	1.345,7	1.682,1	14,80	20,00	0,3653

*Te temperatura esterna media mensile [°C]*

*$\varphi_e$  umidità relativa esterna [%]*

*Pe pressione esterna [Pa]*

*$\Delta P$  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

0,951

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,714

Mese critico

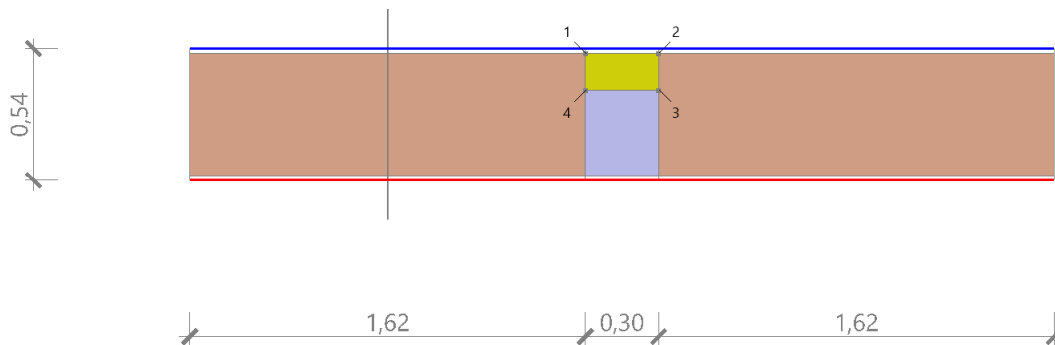
Novembre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

## 7.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Micronido\_Parete - pilastro

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	$\lambda$ [W/mK]
1	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
2	Blocco 50x12x20 - TIPO BK RICE	0,068
3	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
4	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
5	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
6	Blocco 50x12x20 - TIPO BK RICE	0,068
7	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
8	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
9	Blocco 50x12x20 - TIPO BK RICE	0,068
10	INTONACO COCCIOPESTO	0,480

## 7.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Quincinetto - (TO).

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

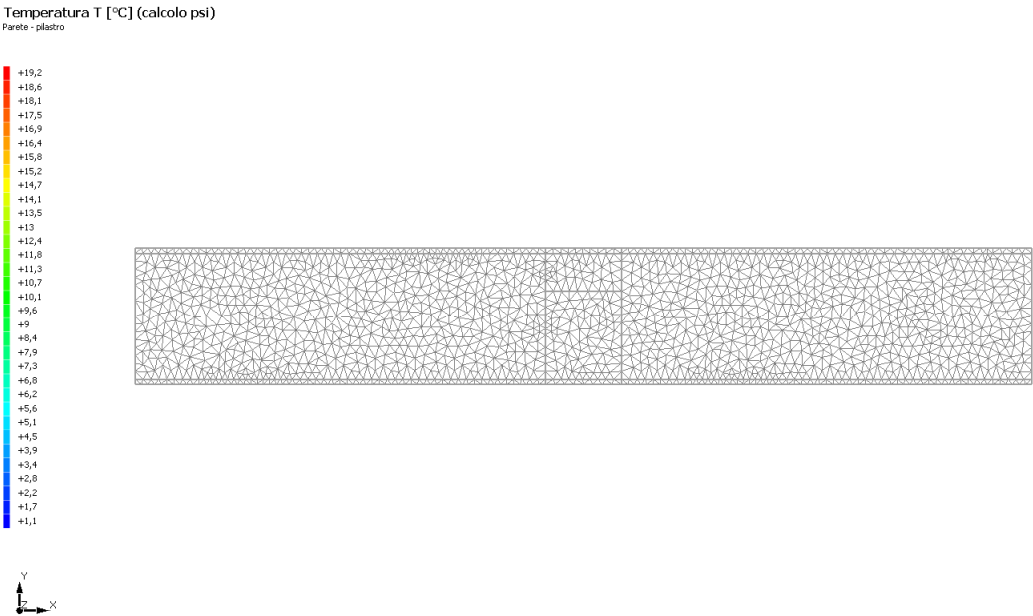
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,0	0,04

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 1.718

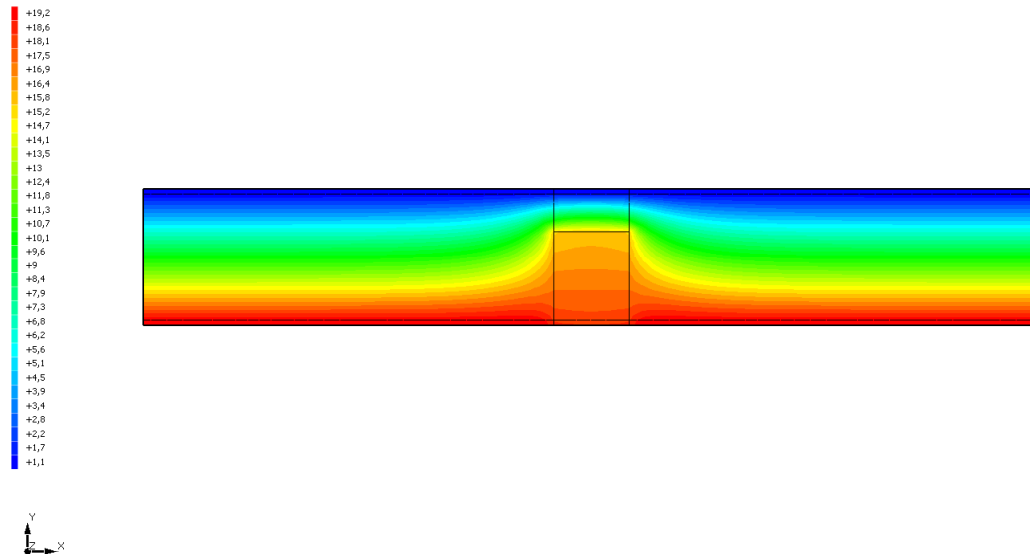
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



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 - pilastro



## 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 $\Phi$	11,01	W/m
$\Psi$ interno	0,1142	W/mK
$\Psi$ esterno	0,1142	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,58	W/mK
Temperatura minima	17,8	°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

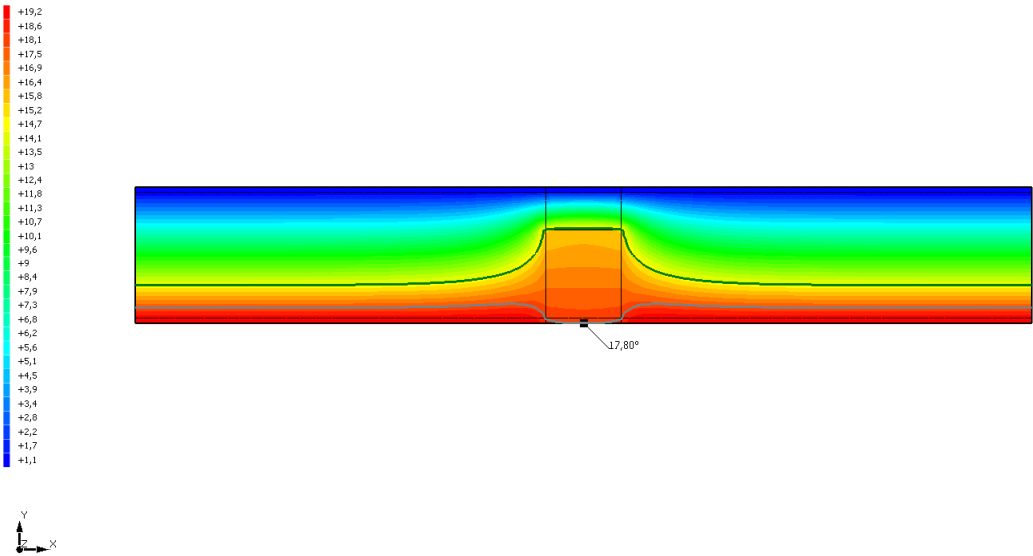
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  temperatura dell'aria interna [°C]

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



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 Quincinetto, TO

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]	$\varphi_e$ [%]	Pe [Pa]	$\Delta p$ [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	11,80	84,9	1.174,5	391,1	1.565,6	1.957,0	17,17	20,00	0,6543
novembre	5,40	91,4	819,4	618,3	1.437,7	1.797,1	15,83	20,00	0,7141
dicembre	1,00	81,1	532,3	774,5	1.306,8	1.633,5	14,34	20,00	0,7022
gennaio	1,20	82,9	552,0	767,4	1.319,4	1.649,3	14,49	20,00	0,7069
febbraio	2,80	76,4	570,5	710,6	1.281,1	1.601,4	14,03	20,00	0,6532
marzo	8,00	57,9	620,8	526,0	1.146,8	1.433,5	12,34	20,00	0,3616
aprile	11,80	69,0	954,6	391,1	1.345,7	1.682,1	14,80	20,00	0,3653

Te temperatura esterna media mensile [°C]  
 $\varphi_e$  umidità relativa esterna [%]  
Pe pressione esterna [Pa]  
 $\Delta P$  variazione di pressione [Pa]  
Pi pressione interna [Pa]  
Psi pressione di saturazione interna [Pa]  
Tsi Temperatura superficiale interna [°C]  
fRsi Fattore di resistenza superficiale

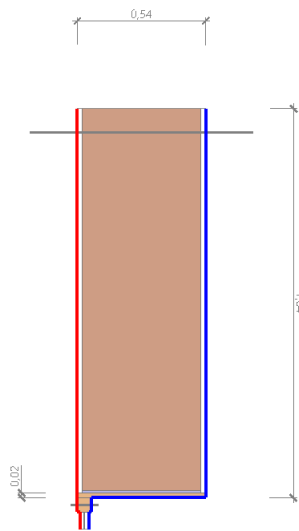
**ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA**

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico $f_{Rsi}$	0,884
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico $f_{RsiAmm}$	0,714
Mese critico	Novembre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	$f_{Rsi} > f_{Rsi,max}$ : assenza di muffa



## 8.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Micronido\_Parete - serramento- architrave

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	$\lambda$ [W/mK]
1	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
2	Blocco 50x12x20 - TIPO BK RICE	0,068
3	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
4	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
5	Legname (450 kg a m3)	0,120
6	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
7	Vetro	1,000
8	Argon	0,017
9	Vetro	1,000
10	Argon	0,017
11	Vetro	1,000

## 8.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Quincinetto - (TO).

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 <sup>2</sup> K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,0	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	1,0	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,0	0,04
5	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	1,0	0,04
6	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,0	0,04
7	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
8	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,17
9	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

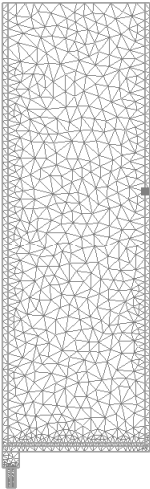
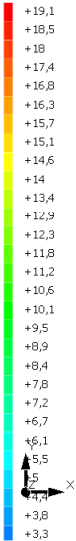
### 8.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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 1.014

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

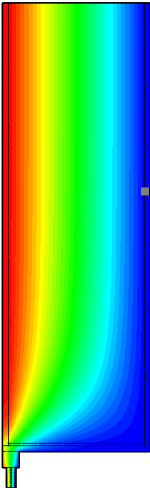
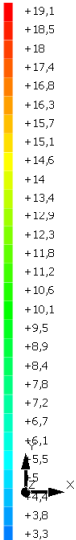
Temperatura T [°C] (calcolo psi)  
Parete - serramento



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:

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



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 $\Phi$	10,08	W/m
$\Psi$ interno	0,2251	W/mK
$\Psi$ esterno	0,2251	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,53	W/mK
Temperatura minima	15,3	°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

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

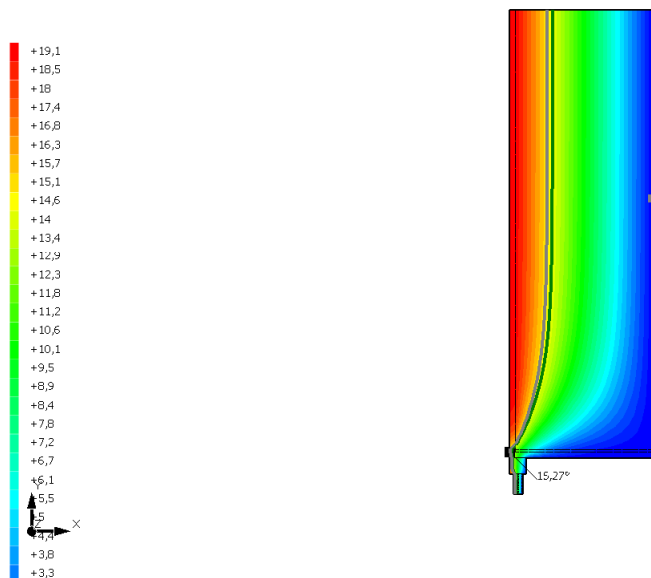
Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  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 Quincinetto, TO

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]	$\varphi_e$ [%]	Pe [Pa]	$\Delta p$ [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	11,80	84,9	1.174,5	391,1	1.565,6	1.957,0	17,17	20,00	0,6543
novembre	5,40	91,4	819,4	618,3	1.437,7	1.797,1	15,83	20,00	0,7141
dicembre	1,00	81,1	532,3	774,5	1.306,8	1.633,5	14,34	20,00	0,7022
gennaio	1,20	82,9	552,0	767,4	1.319,4	1.649,3	14,49	20,00	0,7069
febbraio	2,80	76,4	570,5	710,6	1.281,1	1.601,4	14,03	20,00	0,6532
marzo	8,00	57,9	620,8	526,0	1.146,8	1.433,5	12,34	20,00	0,3616
aprile	11,80	69,0	954,6	391,1	1.345,7	1.682,1	14,80	20,00	0,3653

Te temperatura esterna media mensile [°C]  
 $\varphi_e$  umidità relativa esterna [%]  
 Pe pressione esterna [Pa]  
 $\Delta P$  variazione di pressione [Pa]  
 Pi pressione interna [Pa]  
 Psi pressione di saturazione interna [Pa]  
 Tsi Temperatura superficiale interna [°C]  
 fRsi Fattore di resistenza superficiale

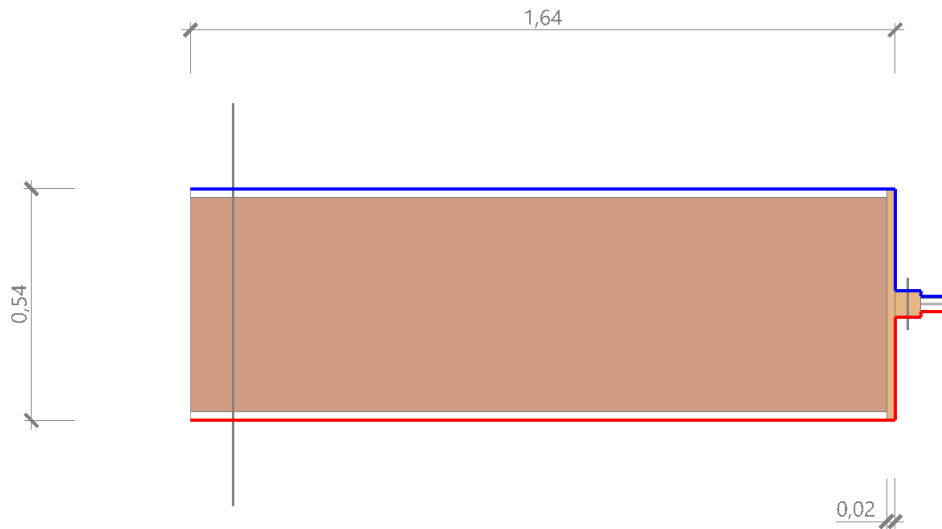
## ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi  
 Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm  
 Mese critico  
 ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

0,751  
 0,714  
 Novembre  
 frsi > frsi,max: assenza di muffa

## 9.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Micronido\_Parete - serramento-mazzetta laterale

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	$\lambda$ [W/mK]
1	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
2	Blocco 50x12x20 - TIPO BK RICE	0,068
3	INTONACO COCCIOPESTO	0,480
4	Legname (450 kg a m3)	0,120
5	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
6	Vetro	1,000
7	Argon	0,017
8	Vetro	1,000
9	Argon	0,017
10	Vetro	1,000

## 9.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Quincinetto - (TO).

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	1,0	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,0	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,0	0,04
5	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,0	0,04
6	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,0	0,04
7	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,17
8	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
9	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,17
10	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

### 9.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

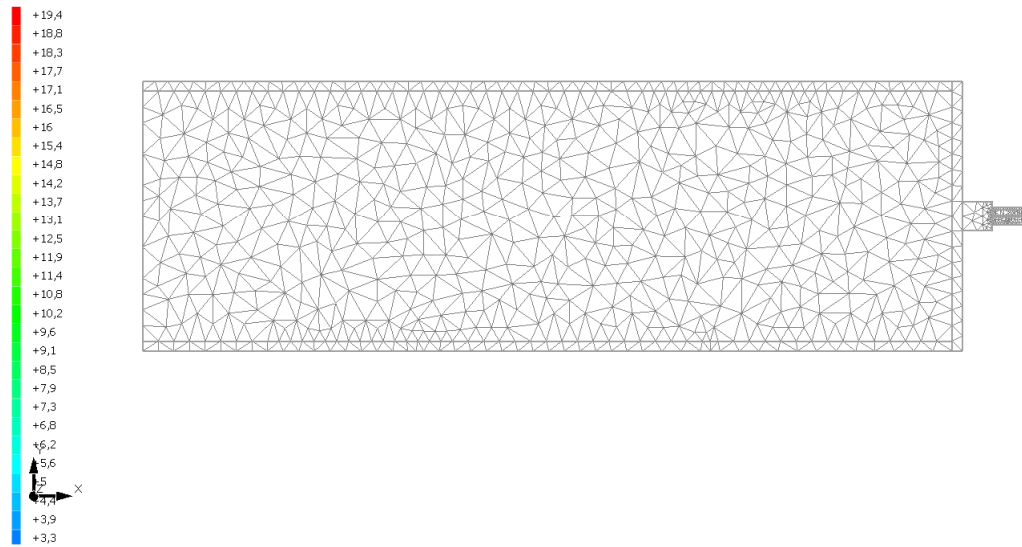
Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 860

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

**Temperatura T [°C] (calcolo psi)**

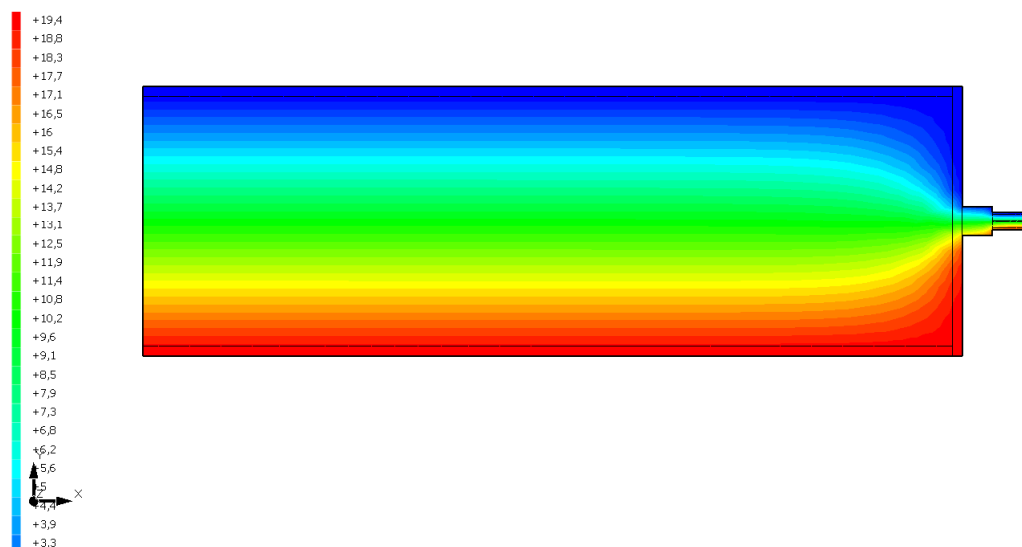
Parete - serramento

**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 - serramento

**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 $\Phi$	7,82	W/m
$\Psi$ interno	0,1066	W/mK
$\Psi$ esterno	0,1066	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,41	W/mK
Temperatura minima	15,7	°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

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

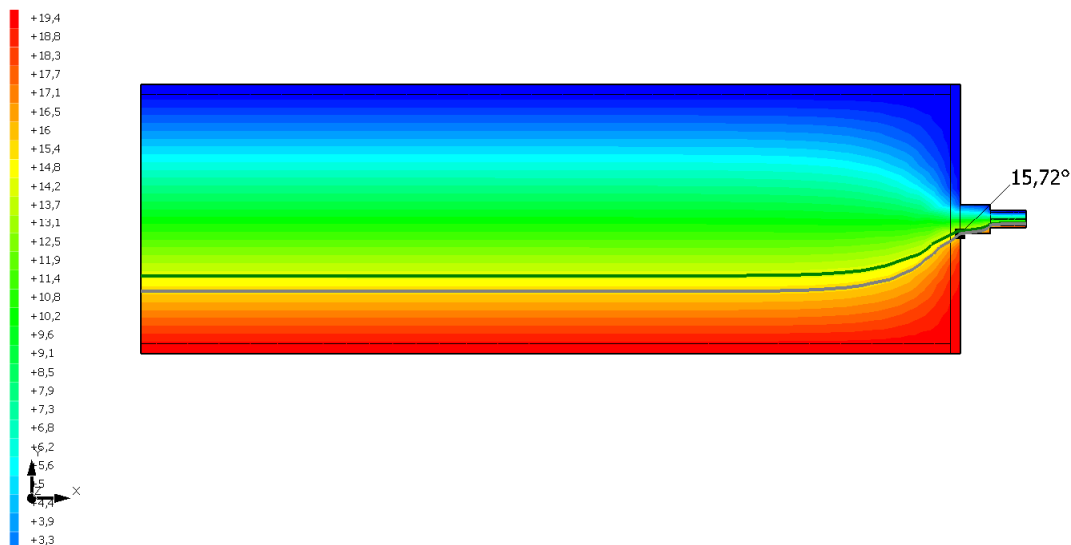
Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  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 Quincinetto, TO

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]	$\varphi_e$ [%]	Pe [Pa]	$\Delta p$ [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	11,80	84,9	1.174,5	391,1	1.565,6	1.957,0	17,17	20,00	0,6543
novembre	5,40	91,4	819,4	618,3	1.437,7	1.797,1	15,83	20,00	0,7141
dicembre	1,00	81,1	532,3	774,5	1.306,8	1.633,5	14,34	20,00	0,7022
gennaio	1,20	82,9	552,0	767,4	1.319,4	1.649,3	14,49	20,00	0,7069
febbraio	2,80	76,4	570,5	710,6	1.281,1	1.601,4	14,03	20,00	0,6532
marzo	8,00	57,9	620,8	526,0	1.146,8	1.433,5	12,34	20,00	0,3616
aprile	11,80	69,0	954,6	391,1	1.345,7	1.682,1	14,80	20,00	0,3653

*Te temperatura esterna media mensile [°C]*

*$\varphi_e$  umidità relativa esterna [%]*

*Pe pressione esterna [Pa]*

*$\Delta P$  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

0,775

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,714

Mese critico

Novembre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

fRsi > fRsi,max: assenza di muffa