

**COMUNE DI DAIRAGO**

Città metropolitana di Milano

Area Sviluppo e Tutela del Territorio - Infrastrutture e Lavori Pubblici

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) – MISSIONE 4 – ISTRUZIONE E RICERCA – COMPONENTE 1 – POTENZIAMENTO DELL'OFFERTA DEI SERVIZI DI ISTRUZIONE: DAGLI ASILI NIDO ALLE UNIVERSITÀ – INVESTIMENTO 1.1: "PIANO PER ASILI NIDO E SCUOLE DELL'INFANZIA E SERVIZI DI EDUCAZIONE E CURA PER LA PRIMA INFANZIA"

**RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE, ADEGUAMENTO NORMATIVO ED
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'EDIFICIO ESISTENTE NON GIÀ DESTINATO AD
ASILO NIDO DI PROPRIETÀ COMUNALE SITO IN VIA SUOR CHIARA TRIBOLO 2
CUP G23C24000970001 - CIG B3F863B607**

**PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE ENERGETICA (EX LEGGE 10/91)**

**Euro.Pa Service srl**

via Bissolati, 24 - 20025 Legnano (MI)
tel. 0331/1707500 - fax 0331/1707549
email: info@europa-service.it
PEC: europacst@legalmail.it

IL RESPONSABILE AREA TECNICA
arch. ATTILIO CITTERIO



NOVEMBRE 2024

Comune di Dairago- (MI)

RELAZIONE TECNICA

Attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di
contenimento del consumo energetico degli edifici

EDIFICIO	Via Suor Chiara Tribolo 2 - Dairago (MI)
PROGETTISTA	Ing. Gianmarco Tavola
DATA	26/11/2024
	<div></div> <div>Firma: _____</div>

Egregio Signor Sindaco del comune di **Dairago, (MI)**
e per conoscenza all'Ufficio Tecnico del comune di **Dairago, (MI)**

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

Riqualificazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello. Costruzioni esistenti con riqualificazione dell'involucro edilizio e di impianti termici.

Un edificio esistente è sottoposto a riqualificazione energetica quando i lavori, in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, ricadono nelle tipologie indicate al paragrafo 1.4.2 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, ed insistono su elementi edilizi facenti parte dell'involucro edilizio che racchiude il volume condizionato e/o impianti aventi proprio consumo energetico.

La seguente 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 ad un'applicazione parziale del decreto legislativo 192/2005.

1 INFORMAZIONI GENERALI

Comune di **Dairago** Provincia **MI**

Progetto per la realizzazione di

Ristrutturazione importante di secondo livello per l'efficientamento energetico dell'asilo nido

☒ Edificio pubblico

☒ Edificio ad uso pubblico

Sito in **Via Suor Chiara Tribolo 2**

Unità	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno
Asilo nido	-	3	796	701

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 **1**

Soggetti coinvolti

Committente	Comune di Dairago
Progettista degli impianti termici	Ing. Massimiliano Tacca
Progettista dell'isolamento termico dell'edificio	Ing. Gianmarco Tavola
Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	Ing. Massimiliano Tacca
Direttore dei lavori	Arch. Attilio Citterio
Tecnico incaricato per la redazione dell'APE	Arch. Alice Dissimile

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

Seleziona gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica:

- ☐ Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi
- ☐ Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi
- ☐ Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari

3 PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) **2617 GG**

Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.) **269,2 K**

Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma **305,1 K**

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

Climatizzazione invernale

Unità immobiliare	S [m ²]	V [m ³]	S/V	Su [m ²]
Asilo nido	1.503,04	2.851,61	0,53	521,38

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	T _{inv} [°C]	φ _{inv} [%]
Asilo nido	Salone e aula 2	20,0	50
Asilo nido	Aule 1 e 3	20,0	50
Asilo nido	Bagni bambini	20,0	50
Asilo nido	Accoglienza	20,0	50
Asilo nido	Impiattamento	20,0	50
Asilo nido	Bagni e spogliatoi	20,0	50

T_{inv} Valore di progetto della temperatura interna invernale

φ_{inv} valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione invernale

Unità immobiliare	Metodo contabilizzazione
Asilo nido	

Climatizzazione estiva

Unità immobiliare	S [m ²]	V [m ³]	Su [m ²]
-	-	-	-

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]	φ _{pest} [%]
Asilo nido	Salone e aula 2	26,0	50
Asilo nido	Aule 1 e 3	26,0	50
Asilo nido	Bagni bambini	26,0	50
Asilo nido	Accoglienza	26,0	50
Asilo nido	Impiattamento	26,0	50
Asilo nido	Bagni e spogliatoi	26,0	50

Test Valore di progetto della temperatura interna estiva

φ_{pest} Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva

Unità immobiliare	Metodo
Asilo nido	

Informazioni generali e prescrizioni

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

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

Guaina per copertura piana e lamiera grecata isolata per coperture inclinate, con adeguati valori di riflettanza solare e prestazioni come da schede tecniche

Valore di riflettanza solare 0,66 > 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

Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare:

☒ Si ☐ No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali

Per singolo ambiente + climatica, P banda prop. 1 °C

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

☐ Si ☒ No

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 autonomo in pompa di calore aria-acqua

Sistemi di generazione

Nr. 3 pompe di calore DAIKIN ALTHERMA EWYA016DV-W

Sistemi di termoregolazione

Per singolo ambiente + climatica, P banda prop. 1 °C

Sistemi di distribuzione del vettore termico

Collettori e pannelli radianti a pavimento

Sistemi di ventilazione forzata

Ventilazione meccanica controllata per aria neutra e in estrazione per i bagni

Sistemi di accumulo termico

Accumulo per riscaldamento 300 litri

Sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria

Nr. 2 pompe di calore aria-acqua Daikin EKHHE260CV3 con accumulo integrato (250 litri x 2)

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065) ☐ Si ☒ No

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore 0

Filtro di sicurezza ☐ Si ☒ No

b. Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria ☐ Si ☒ No

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro ☐ Si ☒ No

POMPA DI CALORE

1_Daikin Altherma EWYA016DV-W

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): Aria

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	14,687	14,487	14,437	-	-	-	-
2,0	15,505	15,305	15,255	-	-	-	-
7,0	15,960	15,760	15,710	-	-	-	-
12,0	16,415	16,215	16,165	-	-	-	-

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	2,627	2,427	2,377	-	-	-	-
2,0	3,445	3,245	3,195	-	-	-	-
7,0	3,900	3,700	3,650	-	-	-	-
12,0	4,355	4,155	4,105	-	-	-	-

POMPA DI CALORE

2_Daikin Altherma EWYA016DV-W

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):

Aria

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	14,687	14,487	14,437	-	-	-	-
2,0	15,505	15,305	15,255	-	-	-	-
7,0	15,960	15,760	15,710	-	-	-	-
12,0	16,415	16,215	16,165	-	-	-	-

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	2,627	2,427	2,377	-	-	-	-
2,0	3,445	3,245	3,195	-	-	-	-
7,0	3,900	3,700	3,650	-	-	-	-
12,0	4,355	4,155	4,105	-	-	-	-

POMPA DI CALORE

3_Daikin Altherma EWYA016DV-W

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):

Aria

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	14,687	14,487	14,437	-	-	-	-
2,0	15,505	15,305	15,255	-	-	-	-
7,0	15,960	15,760	15,710	-	-	-	-
12,0	16,415	16,215	16,165	-	-	-	-

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	2,627	2,427	2,377	-	-	-	-
2,0	3,445	3,245	3,195	-	-	-	-
7,0	3,900	3,700	3,650	-	-	-	-
12,0	4,355	4,155	4,105	-	-	-	-

GENERATORE A ENERGIA ELETTRICA

NOL050 K 01 IR 01 NNN

Combustibile utilizzato

Energia elettrica

Fluido termovettore

-

Valore nominale della potenza termica utile

5,6 kW

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn 100,0 %

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 30% Pn 0,0 %

POMPA DI CALORE

Daikin RXYSQ8TY1

Pompa di calore ☒ elettrica ☐ a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) Aria esterna - Aria

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

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro) Aria

Potenza elettrica assorbita 30,00 W

Potenza termica utile riscaldamento [kW]

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	20	-	-	-	-	-	-
-7,0	21,823	-	-	-	-	-	-
2,0	22,355	-	-	-	-	-	-
7,0	22,650	-	-	-	-	-	-
12,0	22,945	-	-	-	-	-	-

Coefficiente di prestazione (COP)

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	20	-	-	-	-	-	-
-7,0	3,273	-	-	-	-	-	-
2,0	3,805	-	-	-	-	-	-
7,0	4,100	-	-	-	-	-	-
12,0	4,395	-	-	-	-	-	-

POMPA DI CALORE

1_Daikin EKHHE260CV3

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): Aria

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro) Acqua

Potenza elettrica assorbita 29,00 W

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	0,993	0,793	0,743	-	-	-	-
2,0	1,525	1,325	1,275	-	-	-	-
7,0	1,820	1,620	1,570	-	-	-	-
12,0	2,115	1,915	1,865	-	-	-	-

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	3,403	3,203	3,153	-	-	-	-
2,0	3,935	3,735	3,685	-	-	-	-
7,0	4,230	4,030	3,980	-	-	-	-
12,0	4,525	4,325	4,275	-	-	-	-

POMPA DI CALORE

2_Daikin EKHHE260CV3

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):

Aria

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro)

Acqua

Potenza elettrica assorbita

29,00 W

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	0,993	0,793	0,743	-	-	-	-
2,0	1,525	1,325	1,275	-	-	-	-
7,0	1,820	1,620	1,570	-	-	-	-
12,0	2,115	1,915	1,865	-	-	-	-

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	3,403	3,203	3,153	-	-	-	-
2,0	3,935	3,735	3,685	-	-	-	-
7,0	4,230	4,030	3,980	-	-	-	-
12,0	4,525	4,325	4,275	-	-	-	-

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

Da definire in fase di installazione

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

Centralina climatica _____

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore _____

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
Asilo nido-Salone e aula 2	Termostato di zona e sonda climatica		Da definire in fase di installazione	
Asilo nido-Salone e aula 2	Termostato di zona e sonda climatica		"	
Asilo nido-Aule 1 e 3	Termostato di zona e sonda climatica		"	
Asilo nido-Aule 1 e 3	Termostato di zona e sonda climatica		"	
Asilo nido-Bagni bambini	Termostato di zona e sonda climatica		"	
Asilo nido-Accoglienza	Termostato di zona e sonda climatica		"	
Asilo nido-Impiattamento	Termostato di zona e sonda climatica		"	
Asilo nido-Bagni e spogliatoi	Termostato di zona e sonda climatica		"	

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)

Per Climatizzazione invernale

Numero di apparecchi _____

Descrizione sintetica dispositivo

Da definire in fase di installazione

Per Acqua Calda Sanitaria

Numero di apparecchi _____

Descrizione sintetica dispositivo

Da definire in fase di installazione

Per Climatizzazione estiva

Numero di apparecchi _____

Descrizione sintetica dispositivo

Da definire in fase di installazione

e. Terminali di erogazione dell'energia termica

Elenco dei terminali di erogazione dell'unità immobiliare

Denominazione	N	Tipologia	P [W]
U.I.1-Salone e aula 2		Pannelli radianti	25.415,0
U.I.1-Aule 1 e 3		Pannelli radianti	10.790,0
U.I.1-Bagni bambini		Radiatori elettrici	4.900,0
U.I.1-Accoglienza		Pannelli radianti	930,4
U.I.1-Impiattamento		Pannelli radianti	1.294,4
U.I.1-Bagni e spogliatoi		Radiatori elettrici	700,0

N Numero di apparecchi

P Potenza installata

f. Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali

Non sono previsti prodotti di combustione

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

Descrizione e caratteristiche principali

Da definire in fase di installazione

h. Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

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

i. Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato sono inseriti schemi unifilari di impianto termico con specificato

☐ Posizionamento e potenze dei terminali di erogazione – Allegato☐ Posizionamento e tipo dei generatori – Allegato

☐ Posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione – Allegato

☐ Posizionamento e tipo degli elementi di controllo – Allegato

☐ Posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza – Allegato

5.2 Impianti fotovoltaici

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti fotovoltaici [X] Si [] No

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

5.3 Impianti solari termici

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti solari termici [] Si [X] 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 [X] Si [] No

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

5.5 Altri impianti

Altri impianti dell'edificio [] Si [X] No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali

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

6 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

a. Involucro edilizio e ricambi d'aria

Di seguito si specifica per ogni elemento edilizio la tipologia di involucro, le caratteristiche del materiale isolante e la trasmittanza termica ante operam e post operam.

Valori di trasmittanza ante operam e post operam

Elemento edilizio	Uante opera	Upost opera	Yie
INT. 01_Copertura inclinata aule	0,212 W/(m ² K)	0,163 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
INT. 02_Copertura piana	0,297 W/(m ² K)	0,165 W/(m ² K)	0,012 W/(m ² K)
SOF. 03_Copertura piana vs sottotetto	0,310 W/(m ² K)	0,176 W/(m ² K)	0,030 W/(m ² K)
F01_465x280_Tipo A	2,200 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
F02_182x280_Tipo B	2,200 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
F03_1287x280_Tipo C	2,200 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
F04_335x280_Tipo D	2,200 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
F05_160x165_Tipo E	2,200 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
F06_200x200_Tipo F	2,200 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
F07_132x280_Tipo G	2,200 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
F08_120x80_Tipo H	2,200 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
F09_94x80_Tipo I	2,200 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)

F10_53x110_Tipo L	2,200 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
F11_375x280_Tipo M	2,200 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
F12_235x280_Tipo N	2,200 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
F13_135x280_Tipo O	2,200 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
F14_100x180_Tipo P	2,200 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)

Caratteristiche del materiale isolante

Elemento edilizio	Posizione isolante	S isolante [cm]	Materiale isolante
INT. 01_Copertura inclinata aule	Esterno	6	Lana di roccia
INT. 02_Copertura piana	Esterno	10	Pannello in schiuma polyiso
SOF. 03_Copertura piana vs sottotetto verso	Esterno	14	Feltro in lana di vetro

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti verticali opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 1 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005. Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti orizzontali o inclinati opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 2 e 3 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005. Vedi allegati alla presente relazione

Verifiche di condensa superficiale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Verificato
INT. 01_Copertura inclinata aule	0,67	0,96	SI
INT. 02_Copertura piana	0,67	0,96	SI

Verifiche di condensa interstiziale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Verificato
INT. 01_Copertura inclinata aule	0,00	0,50	SI
INT. 02_Copertura piana	0,11	0,50	SI

Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture orizzontali e inclinate di copertura	0,114 W/(m ² K)	0,240 W/(m ² K)	SI
Strutture trasparenti	1,300 W/(m ² K)	1,400 W/(m ² K)	SI

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 4 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005. Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 4 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005. Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Vedi allegati alla presente relazione

Valore del Fattore di trasmissione solare totale (ggl+sh) della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est. Confronto con il Valore Limite del Fattore di trasmissione solare totale della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est presente nella tabella 5 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005.

Valore del fattore di trasmissione solare

Serramento	g,gl	g,gl lim	Verificato
F01_465x280_Tipo A - SE	0,21	0,35	SI
F04_335x280_Tipo D - SE	0,21	0,35	SI
F07_132x280_Tipo G - SW	0,32	0,35	SI
F08_120x80_Tipo H - SW	0,32	0,35	SI
F09_94x80_Tipo I - SW	0,32	0,35	SI
F10_53x110_Tipo L - SW	0,32	0,35	SI
F12_235x280_Tipo N - SW	0,21	0,35	SI
F13_135x280_Tipo O - SW	0,32	0,35	SI
F14_100x180_Tipo P - SW	0,32	0,35	SI

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,lim	Verifica
H'T Asilo nido	0,346	0,650	SI

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

H'T,lim: Valore limite del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente

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 η_H	0,841
Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{H,limite}$	0,752
Verifica:	SI
Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS η_W :	0,604
Efficienza media stagionale dell'impianto di ACS calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{W,limite}$	0,459
Verifica:	SI

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

Tipo collettore Non previsti

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 ASTRO - N5 • Asol = 2,580 m²- P = 226 W/m²

Tipo installazione Complanari

Descrizione tipo installazione (se altro) -

Tipo supporto Metallico

Descrizione tipo supporto (se altro)

Inclinazione 21 ° e 4°

Orientamento -20 °

Potenza installata 19,82 kW

Percentuale copertura fabbisogno annuo 42,80 %

e. Consuntivo energia

Energia prodotta in sito

Vettore energetico	Udm	Qdel,insitu
Energia elettrica da solare fotovoltaico [H]	kWh	1.565,85
Energia elettrica da solare fotovoltaico [W]	kWh	456,27
Energia elettrica da solare fotovoltaico [L]	kWh	11.303,14
Energia elettrica da solare fotovoltaico [V]	kWh	6.116,64

Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel,consegnata
Energia elettrica da rete [H]	kWh	11.276,52
Energia elettrica da rete [W]	kWh	479,56

Energia elettrica da rete [L]	kWh	9.632,41
Energia elettrica da rete [V]	kWh	4.920,96

Energia esportata

Vettore energetico	Udm	Qdel,esportata
Energia elettrica da rete [H]	kWh	0,00
Energia elettrica da rete [W]	kWh	2,98
Energia elettrica da rete [L]	kWh	88,19
Energia elettrica da rete [V]	kWh	48,83

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

Servizio	EPren [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	31,75
Acqua calda sanitaria	7,23
Illuminazione	30,36
Ventilazione	16,17

Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	42,18
Acqua calda sanitaria	1,79
Illuminazione	36,03
Ventilazione	18,40

Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	EPtot [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	73,93
Acqua calda sanitaria	9,02
Illuminazione	66,39
Ventilazione	34,57

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.
- ☐ 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 loro permeabilità all'aria.
- ☐ 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
- ☐ Altri eventuali allegati non obbligatori:

9 DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto Ing. Gianmarco Tavola, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Monza e Brianza, n° A3197, 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

Firma

26/11/2024



RIFERIMENTI NORMATIVI

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

Normativa nazionale

UNI/TS 11300-1	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
UNI/TS 11300-2	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
UNI/TS 11300-3	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
UNI/TS 11300-4	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
UNI/TS 11300-5	Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
UNI/TS 11300-6	Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13788	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
UNI EN 15193	Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione
Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28	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

Lombardia	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
Emilia Romagna	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
Valle d'Aosta	Deliberazione della giunta regionale 30 dicembre 2016 - n. 1824 Deliberazione della giunta regionale 26 febbraio 2016 - n. 272
Provincia autonoma di Trento	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
Piemonte	Deliberazione della giunta regionale n. 46-11968

Comune di Dairago- (MI)

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA

Dettagli di involucro

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

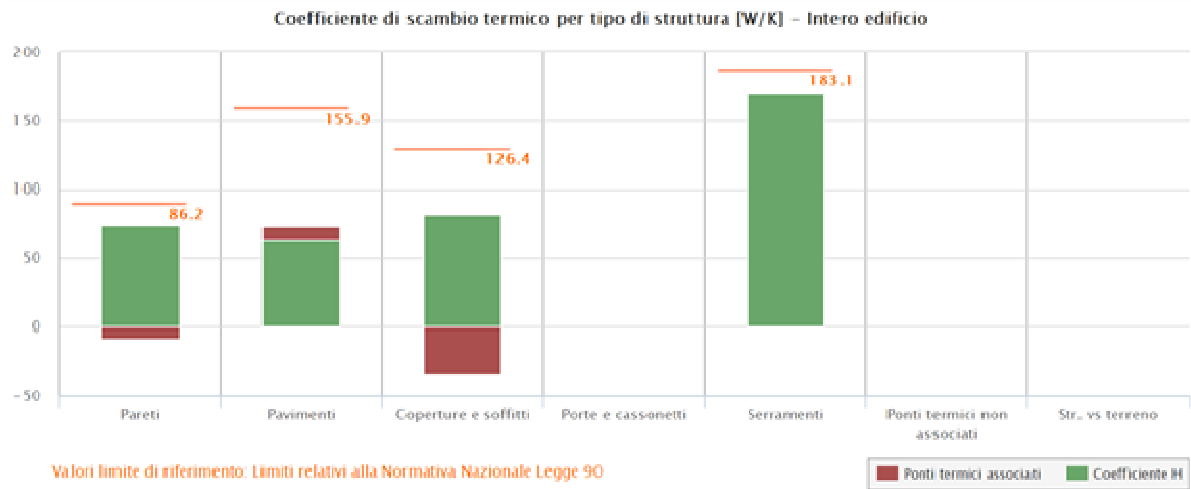
Asilo nido

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture orizzontali o inclinate di copertura	0,114 W/(m²K)	0,240 W/(m²K)	SI
Serramenti	1,300 W/(m²K)	1,400 W/(m²K)	SI

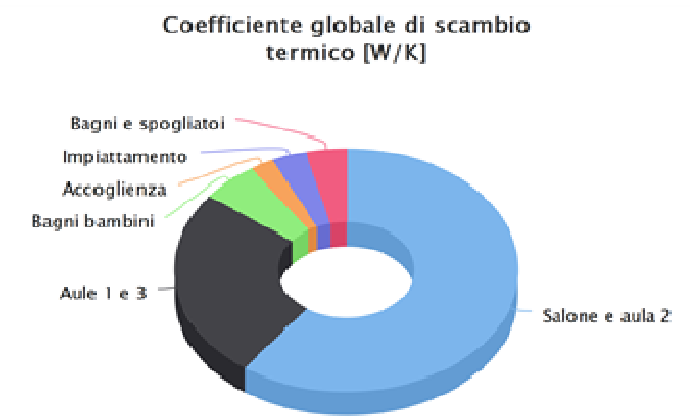
2 SCAMBI TERMICI PER CATEGORIA DI ELEMENTO

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.

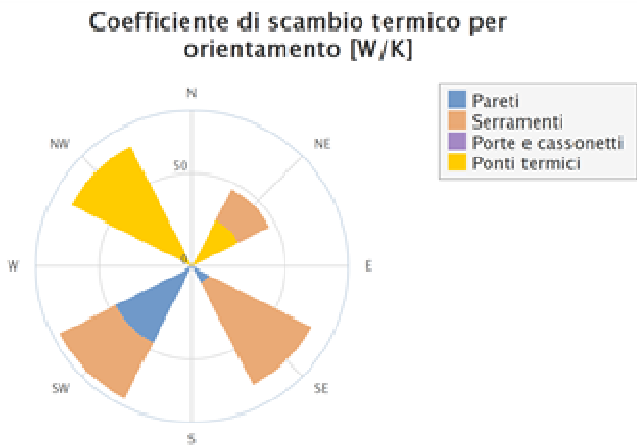
Di seguito si riporta la distribuzione degli scambi termici per trasmissione in funzione del tipo di struttura opaca o trasparente che costituisce l'involucro.



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.

Asilo nido - Salone e aula 2 - Salone e aula 2

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PA0002	M01 - Muro in Normatirs s40	42,1 m²	NW	0,247 W/(m²K)	1,037 W/(m²K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0004	PT02_Angolo rientrante con pilastro	0,038 W/(mK)	9,4 m	0,361 W/K	3,5 %
PT0003	PT01_Angolo sporgente con pilastro	-0,082 W/(mK)	18,8 m	-1,545 W/K	- %
PT0002	INT_PT_PT03_Parete con serramento	0,273 W/(mK)	120,8 m	32,926 W/K	316,7 %
PT0006	INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno	0,084 W/(mK)	57,9 m	4,842 W/K	46,6 %
PT0016	INT_PT_04 A_Parete con copertura piana	-0,012 W/(mK)	37,4 m	-0,464 W/K	- %
PT0025	INT_PT 04 C_Parete con soffitto vs sottotetto	-0,088 W/(mK)	32,8 m	-2,878 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PA0015	M01 - Muro in Normatirs s40	57,6 m ²	SW	0,247 W/(m ² K)	0,197 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0025	INT_PT 04 C_Parete con soffitto vs sottotetto	-0,088 W/(mK)	32,8 m	-2,878 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PV0001	INT. 04_Pavimento su vespaio aerato	285,4 m ²	-	0,148 W/(m ² K)	0,165 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0006	INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno	0,084 W/(mK)	57,9 m	4,842 W/K	11,4 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
SO0001	SOF. 03_Copertura piana vs sottotetto	107,0 m ²	-	0,176 W/(m ² K)	0,149 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0025	INT_PT 04 C_Parete con soffitto vs sottotetto	-0,088 W/(mK)	32,8 m	-2,878 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
CO0001	INT. 02_Copertura piana	178,5 m ²	-	0,165 W/(m ² K)	0,163 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0016	INT_PT_04 A_Parete con copertura piana	-0,012 W/(mK)	37,4 m	-0,464 W/K	- %

Asilo nido - Aule 1 e 3 - Aule

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PA0005	M01 - Muro in Normatirs s40	39,9 m ²	SE	0,247 W/(m ² K)	-0,075 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0008	INT_PT_PT03_Parete con serramento	0,273 W/(mK)	29,8 m	8,121 W/K	82,4 %
PT0007	PT01_Angolo sporgente con pilastro	-0,082 W/(mK)	9,8 m	-0,805 W/K	- %
PT0010	INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno	0,084 W/(mK)	24,2 m	2,026 W/K	20,5 %
PT0017	INT_PT_04 B_Parete con copertura inclinata	-0,632 W/(mK)	35,2 m	-22,208 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PA0006	M01 - Muro in Normatirs s40	56,4 m ²	SW	0,247 W/(m ² K)	-0,125 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0007	PT01_Angolo sporgente con pilastro	-0,082 W/(mK)	9,8 m	-0,805 W/K	- %
PT0010	INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno	0,084 W/(mK)	24,2 m	2,026 W/K	14,5 %
PT0017	INT_PT_04 B_Parete con copertura inclinata	-0,632 W/(mK)	35,2 m	-22,208 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PA0008	M02 - Muro in Normatirs s40 vs l.r.	56,4 m ²	-	0,242 W/(m ² K)	0,227 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
PT0007	PT01_Angolo sporgente con pilastro	-0,082 W/(mK)	9,8 m	-0,805 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PV0002	INT. 04_Pavimento su vespaio aerato	145,0 m ²	-	0,148 W/(m ² K)	0,162 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
PT0010	INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno	0,084 W/(mK)	24,2 m	2,026 W/K	9,4 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
CO0002	INT. 01_Copertura inclinata aule	136,7 m ²	SE	0,163 W/(m ² K)	0,015 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
PT0017	INT_PT_04 B_Parete con copertura inclinata	-0,632 W/(mK)	35,2 m	-22,208 W/K	- %
PT0014	INT_PT_06_Copertura piana con lucernario	0,069 W/(mK)	28,8 m	1,999 W/K	9,0 %

Asilo nido - Bagni bambini - Bagni

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PA0009	M01 - Muro in Normatirs s40	22,7 m ²	SW	0,247 W/(m ² K)	-0,111 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
PT0011	INT_PT_PT03_Parete con serramento	0,273 W/(mK)	10,2 m	2,780 W/K	49,5 %
PT0013	INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno	0,084 W/(mK)	7,6 m	0,635 W/K	11,3 %
PT0018	INT_PT_04 B_Parete con copertura inclinata	-0,632 W/(mK)	18,3 m	-11,559 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PA0011	M01 - Muro in Normatirs s40	10,9 m ²	SW	0,247 W/(m ² K)	0,561 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
PT0011	INT_PT_PT03_Parete con serramento	0,273 W/(mK)	10,2 m	2,780 W/K	103,4 %
PT0013	INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno	0,084 W/(mK)	7,6 m	0,635 W/K	23,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PV0003	INT. 04_Pavimento su vespaio aerato	54,9 m ²	-	0,148 W/(m ² K)	0,160 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
PT0013	INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno	0,084 W/(mK)	7,6 m	0,635 W/K	7,8 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
CO0007	INT. 01_Copertura inclinata aule	29,4 m ²	SE	0,163 W/(m ² K)	-0,230 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
PT0018	INT_PT_04 B_Parete con copertura inclinata	-0,632 W/(mK)	18,3 m	-11,559 W/K	- %

Asilo nido - Accoglienza - Accoglienza

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PA0012	M01 - Muro in Normatirs s40	10,7 m ²	SW	0,247 W/(m ² K)	0,264 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0024	INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno	0,084 W/(mK)	2,6 m	0,217 W/K	8,3 %
PT0019	INT_PT_04 A_Parete con copertura piana	-0,012 W/(mK)	2,6 m	-0,032 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PV0004	INT. 04_Pavimento su vespaio aerato	13,7 m ²	-	0,148 W/(m ² K)	0,164 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0024	INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno	0,084 W/(mK)	2,6 m	0,217 W/K	10,7 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
CO0010	INT. 02_Copertura piana	13,7 m ²	-	0,165 W/(m ² K)	0,163 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0019	INT_PT_04 A_Parete con copertura piana	-0,012 W/(mK)	2,6 m	-0,032 W/K	- %

Asilo nido - Impiattamento - Impiattamento

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PA0013	M01 - Muro in Normatirs s40	11,2 m ²	SW	0,247 W/(m ² K)	0,267 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0023	INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno	0,084 W/(mK)	3,2 m	0,267 W/K	9,6 %
PT0020	INT_PT_04 A_Parete con copertura piana	-0,012 W/(mK)	3,2 m	-0,040 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PV0005	INT. 04_Pavimento su vespaio aerato	18,4 m ²	-	0,148 W/(m ² K)	0,163 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0023	INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno	0,084 W/(mK)	3,2 m	0,267 W/K	9,8 %

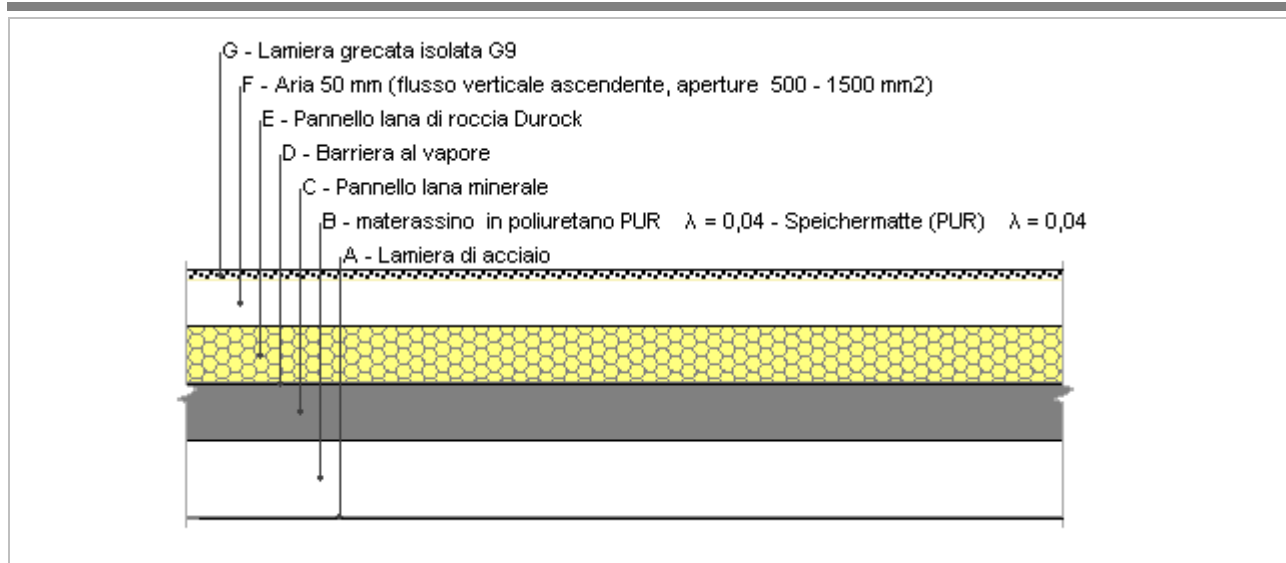
Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
CO0011	INT. 02_Copertura piana	18,4 m ²	-	0,165 W/(m ² K)	0,163 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0020	INT_PT_04 A_Parete con copertura piana	-0,012 W/(mK)	3,2 m	-0,040 W/K	- %

Asilo nido - Bagni e spogliatoi - Bagni e spogliatoi

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PA0014	M01 - Muro in Normatirs s40	16,5 m ²	SW	0,247 W/(m ² K)	0,265 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0022	INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno	0,084 W/(mK)	4,3 m	0,356 W/K	8,7 %
PT0021	INT_PT_04 A_Parete con copertura piana	-0,012 W/(mK)	4,3 m	-0,053 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
PV0006	INT. 04_Pavimento su vespaio aerato	20,3 m ²	-	0,148 W/(m ² K)	0,166 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0022	INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno	0,084 W/(mK)	4,3 m	0,356 W/K	11,8 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
CO0012	INT. 02_Copertura piana	20,3 m ²	-	0,165 W/(m ² K)	0,163 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
PT0021	INT_PT_04 A_Parete con copertura piana	-0,012 W/(mK)	4,3 m	-0,053 W/K	- %

INT. 01_Copertura inclinata aule

Spessore	265,0 mm	Trasmittanza	0,163 W/m²K
Resistenza	6,134 m²K/W	Massa superf.	103 kg/m²
Tipologia	Copertura		
Descrizione	Copertura inclinata a una falda per le aule 1 e 3		

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Lamiera di acciaio	4,0	80,000	0,000	7.870	0,46	999.999,0
B	materassino in poliuretano PUR λ = 0,04 - Speichermatte (PUR) λ = 0,04	80,0	0,040	2,000	30	1,50	50,0
C	Pannello lana minerale	60,0	0,040	1,500	1.000	0,00	193,0
D	Barriera al vapore	1,0	0,400	0,003	360	1,50	20.000,0
E	Pannello lana di roccia Durock	60,0	0,036	1,667	140	1.030,00	1,0
F	Aria 50 mm (flusso verticale ascendente, aperture 500 - 1500 mm²)	50,0	0,620	0,081	1	1,00	1,0
G	Lamiera grecata isolata G9	10,0	0,014	0,714	30	1,30	140,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	265,0		6,134			

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

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

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	3,6 °C	64,1 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	6,7 °C	57,9 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	10,2 °C	50,3 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	13,0 °C	54,8 %	0,5 1/h
maggio	19,0 °C	- %	19,0 °C	60,4 %	0,5 1/h
giugno	22,4 °C	- %	22,4 °C	61,2 %	0,5 1/h
luglio	24,1 °C	- %	24,1 °C	52,6 %	0,5 1/h
agosto	23,9 °C	- %	23,9 °C	54,4 %	0,5 1/h
settembre	19,4 °C	- %	19,4 °C	61,0 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	13,7 °C	76,9 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,1 °C	86,0 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,1 °C	74,2 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1.519,00 Pa	3,10 °C	566,30 Pa
ESTIVA	24,10 °C	1.950,10 Pa	24,10 °C	1.578,10 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_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 ΔP è pari a 735,050 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (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 ΔP è pari a 735,050 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	φ_i
ottobre	13,7 °C	1205,43 Pa	323,65 Pa	1529,08 Pa	20 °C	65 %
novembre	7,1 °C	866,81 Pa	557,95 Pa	1424,76 Pa	20 °C	65 %
dicembre	3,1 °C	566,29 Pa	699,95 Pa	1266,24 Pa	20 °C	65 %
gennaio	3,6 °C	506,76 Pa	682,2 Pa	1188,96 Pa	20 °C	65 %
febbraio	6,7 °C	568,11 Pa	572,15 Pa	1140,26 Pa	20 °C	65 %
marzo	10,2 °C	626,14 Pa	447,9 Pa	1074,04 Pa	20 °C	65 %
aprile	13,0 °C	820,74 Pa	348,5 Pa	1169,24 Pa	20 °C	65 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fR _{si-amm}
ottobre	16,79°C	0,4909
novembre	15,68°C	0,6654
dicembre	13,86°C	0,6364
gennaio	12,89°C	0,5664
febbraio	12,25°C	0,4175
marzo	11,35°C	0,117
aprile	12,63°C	-0,0522

θ_e : temperatura esterna P_e : pressione esterna ΔP : variazione di pressione P_i : pressione interna θ_i : temperatura interna φ_i : umidità relativa interna θ_{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} : 0,6654 (mese di Novembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.189,0	1.140,3	1.074,0	1.169,2	1.461,1	1.671,8	1.532,6	1.573,7	1.493,8	1.529,1	1.424,8	1.266,2
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	508,9	569,9	627,6	821,9	1.326,0	1.657,0	1.578,0	1.612,0	1.372,9	1.206,5	868,6	568,5
	2.243,8	2.261,1	2.280,9	2.296,8	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	2.300,8	2.263,4	2.241,0
A-B	508,6	569,6	627,3	821,7	1.326,0	1.657,0	1.578,0	1.612,0	1.372,8	1.206,3	868,3	568,2
	1.608,1	1.728,1	1.873,1	1.996,5	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	2.028,5	1.744,2	1.589,4
B-C	508,6	569,6	627,3	821,7	1.326,0	1.657,0	1.578,0	1.612,0	1.372,8	1.206,3	868,3	568,2
	1.241,1	1.404,1	1.610,6	1.794,5	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	1.843,3	1.426,5	1.216,4
C-D	506,9	568,2	626,2	820,8	1.325,6	1.657,0	1.578,1	1.612,1	1.372,5	1.205,5	866,9	566,4
	1.240,5	1.403,6	1.610,2	1.794,2	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	1.843,0	1.426,0	1.215,8
D-E	506,9	568,2	626,2	820,8	1.325,6	1.657,0	1.578,1	1.612,1	1.372,5	1.205,5	866,9	566,4
	921,1	1.107,4	1.357,0	1.591,0	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	1.654,7	1.133,7	893,8
E-F	506,9	568,2	626,2	820,8	1.325,6	1.657,0	1.578,1	1.612,1	1.372,5	1.205,5	866,9	566,4
	907,7	1.094,6	1.345,7	1.581,7	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	1.646,0	1.121,0	880,3
F-G	506,8	568,1	626,1	820,7	1.325,6	1.657,0	1.578,1	1.612,1	1.372,5	1.205,4	866,8	566,3
	796,1	986,7	1.249,1	1.501,3	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	1.571,0	1.014,0	768,6
G-Add	506,8	568,1	626,1	820,7	1.325,6	1.657,0	1.578,1	1.612,1	1.372,5	1.205,4	866,8	566,3
	790,2	980,9	1.243,9	1.497,0	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	1.566,9	1.008,2	762,8

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,3	19,5	19,6	19,7	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	19,7	19,5	19,3
A-B	19,3	19,5	19,6	19,7	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	19,7	19,5	19,3
B-C	14,1	15,2	16,5	17,5	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	17,7	15,4	13,9
C-D	10,2	12,0	14,1	15,8	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	16,2	12,3	9,9
D-E	10,2	12,0	14,1	15,8	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	16,2	12,3	9,9
E-F	5,8	8,5	11,5	13,9	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	14,5	8,8	5,4
F-G	5,6	8,3	11,4	13,8	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	14,5	8,7	5,1
G-Add	3,7	6,8	10,3	13,0	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	13,7	7,2	3,2
Add-Esterno	3,6	6,7	10,2	13,0	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	13,7	7,1	3,1

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m ²]	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 ²]	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 ²]	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 ²]	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 ²]	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 ²]	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 ²]	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 ²]	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 ²]	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 ²]												

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0000 kg/m²

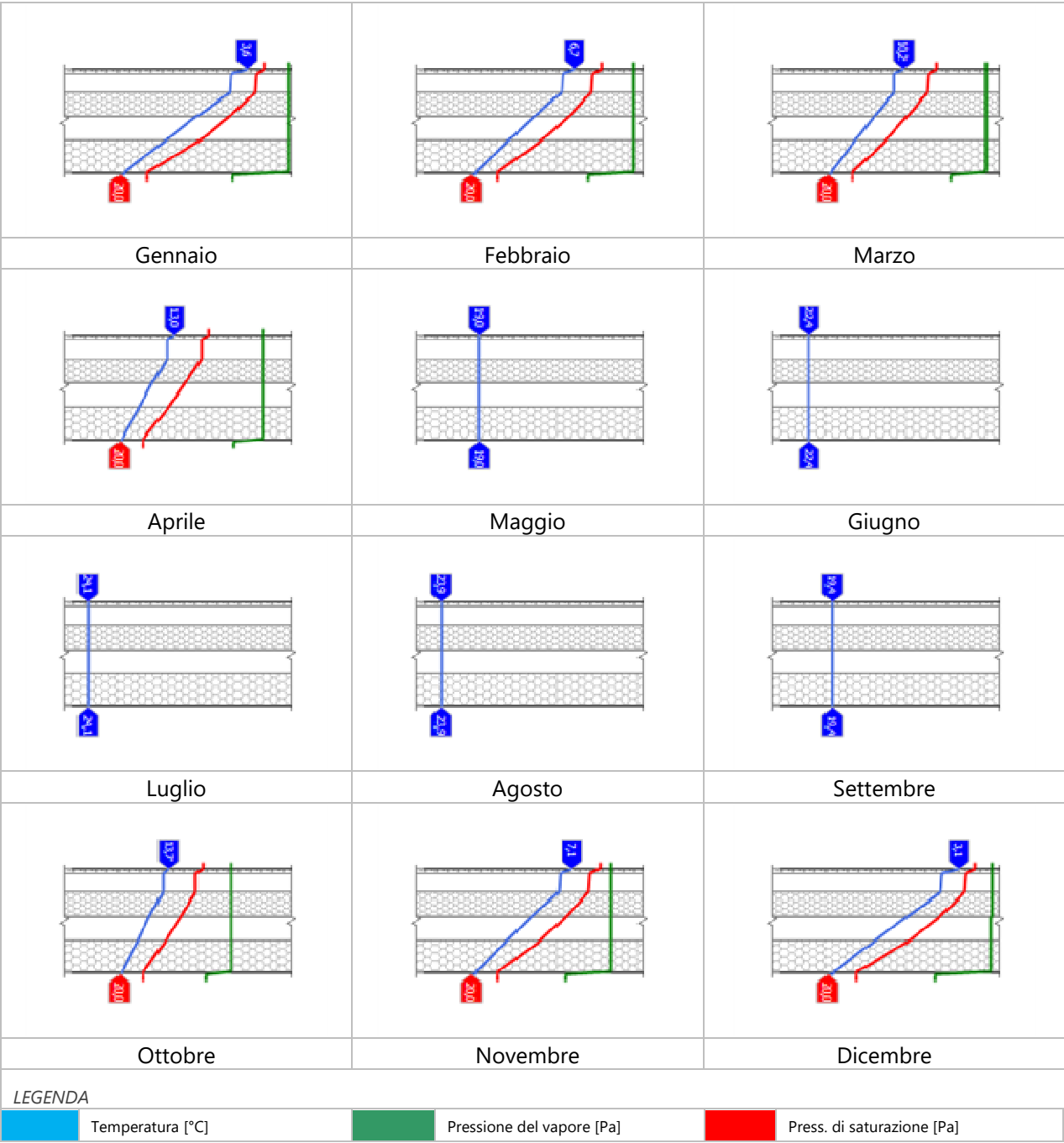
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

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	103 kg/m ²
--	-----------------------

Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
-------------------------------------	-----------------------

Esito della verifica di massa	OK
-------------------------------	----

Condizioni al contorno

Comune	Dairago
--------	---------

Orientamento	S
--------------	---

Colorazione	Chiaro
-------------	--------

Mese massima insolazione	luglio
--------------------------	--------

Temperatura media nel mese di massima insolazione	20,8 °C
---	---------

Temperatura massima estiva	33,0 °C
----------------------------	---------

Escursione giorno più caldo dell'anno	19,4 °C
---------------------------------------	---------

Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	270,83 W/m ²
--	-------------------------

Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	19h 29'
------------------------------	---------

Fattore di attenuazione	0,0000
-------------------------	--------

Capacità termica interna C1	16,1 kJ/m ² K
-----------------------------	--------------------------

Capacità termica esterna C2	15,8 kJ/m ² K
-----------------------------	--------------------------

Ammettenza interna oraria	16,5 W/m ² K
---------------------------	-------------------------

Ammettenza interna	1,2 W/m ² K
--------------------	------------------------

Ammettenza esterna oraria	12,2 W/m ² K
---------------------------	-------------------------

Ammettenza esterna	1,1 W/m ² K
--------------------	------------------------

Trasmittanza periodica Y	0,000 W/m ² K
--------------------------	--------------------------

Valore limite Ylim	0,180 W/m ² K
--------------------	--------------------------

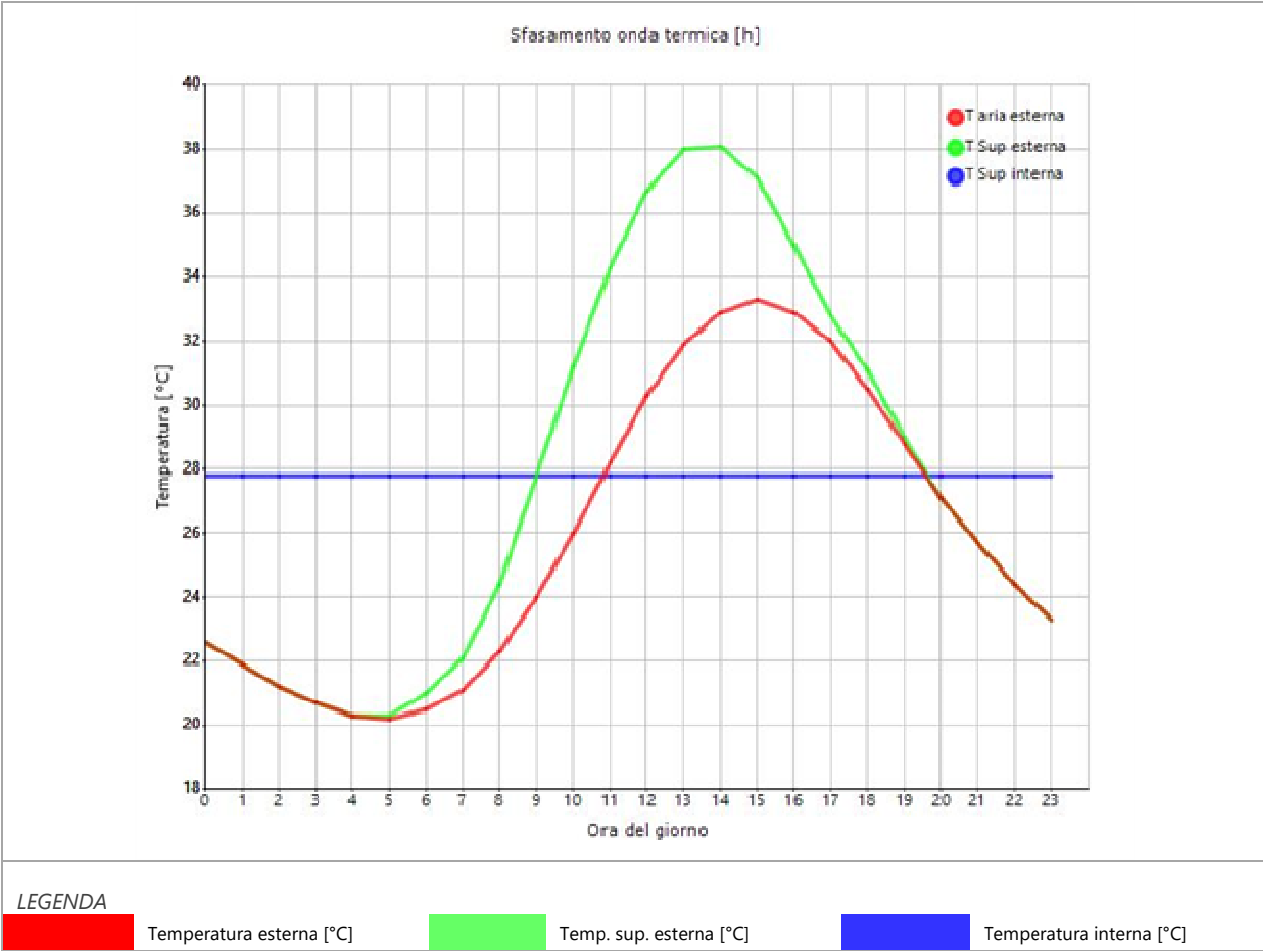
Classificazione normativa	
---------------------------	--

Esito della verifica di inerzia	OK
---------------------------------	----

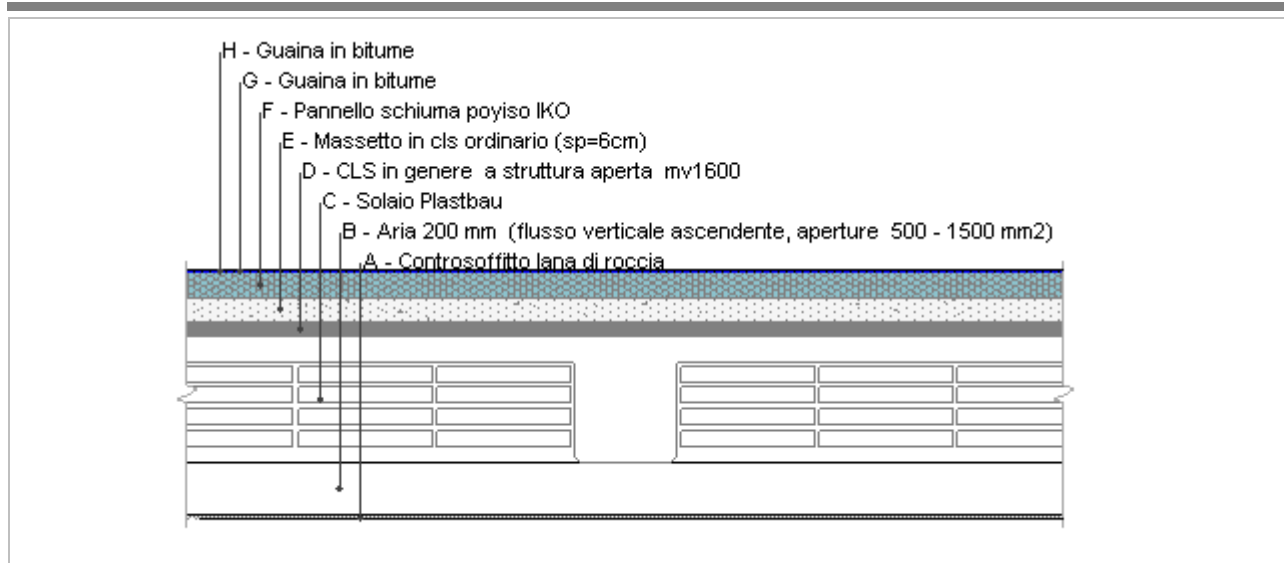
Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradiazione solare giorno più caldo Ie W/m ²	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	22,55	0,00	22,55	27,76
1:00	21,90	0,00	21,90	27,76
2:00	21,24	0,00	21,24	27,76
3:00	20,72	0,00	20,72	27,76
4:00	20,33	0,00	20,33	27,76
5:00	20,20	10,13	20,32	27,76
6:00	20,46	49,13	21,05	27,76
7:00	21,11	85,78	22,14	27,76
8:00	22,29	173,53	24,37	27,76
9:00	23,99	316,45	27,79	27,76
10:00	25,96	433,58	31,16	27,76
11:00	28,19	509,15	34,30	27,76
12:00	30,28	535,15	36,70	27,76
13:00	31,85	509,15	37,96	27,76
14:00	32,90	433,58	38,11	27,76
15:00	33,30	316,45	37,09	27,76
16:00	32,90	173,53	34,98	27,76
17:00	31,99	69,10	32,81	27,76
18:00	30,54	49,57	31,14	27,76

19:00	28,84	10,13	28,96	27,76
20:00	27,14	0,00	27,14	27,76
21:00	25,70	0,00	25,70	27,76
22:00	24,39	0,00	24,39	27,76
23:00	23,34	0,00	23,34	27,76

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



INT. 02_Copertura piana



Spessore	930,0 mm	Trasmittanza	0,165 W/m²K
Resistenza	6,046 m²K/W	Massa superf.	681 kg/m²
Tipologia	Copertura		
Descrizione	Copertura piana per salone		

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Controsoffitto lana di roccia	12,0	0,049	0,245	40	1,00	1,0
B	Aria 200 mm (flusso verticale ascendente, aperture 500 - 1500 mm2)	200,0	2,500	0,080	1	1,00	1,0
C	Solaio Plastbau	470,0	0,313	1,500	1.000	0,00	193,0
D	CLS in genere a struttura aperta mv1600	60,0	0,730	0,082	1.000	0,00	9,7
E	Massetto in cls ordinario (sp=6cm)	80,0	1,060	0,075	1.700	1,00	3,3
F	Pannello schiuma poyiso IKO	100,0	0,026	3,846	43	1,46	60,0
G	Guaina in bitume	4,0	0,170	0,024	1.200	0,92	22.222,2
H	Guaina in bitume	4,0	0,170	0,024	1.200	0,92	22.222,2
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	930,0		6,046			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Dairago
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	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	3,6 °C	64,1 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	6,7 °C	57,9 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	10,2 °C	50,3 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	13,0 °C	54,8 %	0,5 1/h
maggio	19,0 °C	- %	19,0 °C	60,4 %	0,5 1/h
giugno	22,4 °C	- %	22,4 °C	61,2 %	0,5 1/h
luglio	24,1 °C	- %	24,1 °C	52,6 %	0,5 1/h
agosto	23,9 °C	- %	23,9 °C	54,4 %	0,5 1/h
settembre	19,4 °C	- %	19,4 °C	61,0 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	13,7 °C	76,9 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,1 °C	86,0 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,1 °C	74,2 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1.519,00 Pa	3,10 °C	566,30 Pa
ESTIVA	24,10 °C	1.950,10 Pa	24,10 °C	1.578,10 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_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 ΔP è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,114 kg/m ² (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 ΔP è pari a 735,050 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	φ_i
ottobre	13,7 °C	1205,43 Pa	323,65 Pa	1529,08 Pa	20 °C	65 %
novembre	7,1 °C	866,81 Pa	557,95 Pa	1424,76 Pa	20 °C	65 %
dicembre	3,1 °C	566,29 Pa	699,95 Pa	1266,24 Pa	20 °C	65 %
gennaio	3,6 °C	506,76 Pa	682,2 Pa	1188,96 Pa	20 °C	65 %
febbraio	6,7 °C	568,11 Pa	572,15 Pa	1140,26 Pa	20 °C	65 %
marzo	10,2 °C	626,14 Pa	447,9 Pa	1074,04 Pa	20 °C	65 %
aprile	13,0 °C	820,74 Pa	348,5 Pa	1169,24 Pa	20 °C	65 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fR _{si-amm}
ottobre	16,79°C	0,4909
novembre	15,68°C	0,6654
dicembre	13,86°C	0,6364
gennaio	12,89°C	0,5664
febbraio	12,25°C	0,4175
marzo	11,35°C	0,117
aprile	12,63°C	-0,0522

θ_e : temperatura esterna P_e : pressione esterna ΔP : variazione di pressione P_i : pressione interna θ_i : temperatura interna φ_i : umidità relativa interna θ_{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} : 0,6654 (mese di Novembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.189,0	1.140,3	1.074,0	1.169,2	1.461,1	1.671,8	1.532,6	1.573,7	1.493,8	1.529,1	1.424,8	1.266,2
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.188,9	1.140,2	1.074,0	1.169,2	1.461,1	1.671,8	1.532,6	1.573,7	1.493,8	1.529,1	1.424,7	1.266,2
	2.153,2	2.186,9	2.225,6	2.256,9	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	2.264,8	2.191,3	2.147,8
A-B	1.188,2	1.139,6	1.073,5	1.168,8	1.460,9	1.671,7	1.532,6	1.573,7	1.493,6	1.528,7	1.424,1	1.265,4
	2.124,7	2.163,5	2.208,0	2.244,2	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	2.253,3	2.168,5	2.118,5
B-C	1.188,2	1.139,6	1.073,5	1.168,8	1.460,9	1.671,7	1.532,6	1.573,7	1.493,6	1.528,7	1.424,1	1.265,4
	1.648,3	1.762,8	1.900,4	2.017,2	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	2.047,3	1.778,1	1.630,5
C-D	1.188,2	1.139,6	1.073,5	1.168,8	1.460,9	1.671,7	1.532,6	1.573,7	1.493,6	1.528,7	1.424,1	1.265,4
	1.625,1	1.742,9	1.884,7	2.005,3	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	2.036,5	1.758,6	1.606,8
D-E	1.187,2	1.138,8	1.072,9	1.168,3	1.460,7	1.671,7	1.532,7	1.573,8	1.493,5	1.528,2	1.423,3	1.264,4
	1.604,1	1.724,7	1.870,4	1.994,5	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	2.026,6	1.740,8	1.585,4
E-F	1.165,0	1.120,1	1.058,3	1.157,0	1.456,3	1.671,2	1.534,2	1.575,0	1.489,5	1.517,7	1.405,1	1.241,6
	803,3	993,6	1.255,4	1.506,7	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	1.576,0	1.020,9	775,8
F-G	835,9	844,1	842,2	988,9	1.391,0	1.664,1	1.556,1	1.593,6	1.431,0	1.361,6	1.136,0	904,0
	799,7	990,2	1.252,3	1.504,0	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	1.573,5	1.017,5	772,2
G-H	506,8	568,1	626,1	820,7	1.325,6	1.657,0	1.578,1	1.612,1	1.372,5	1.205,4	866,8	566,3
	796,2	986,7	1.249,2	1.501,4	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	1.571,1	1.014,0	768,7
H-Add	506,8	568,1	626,1	820,7	1.325,6	1.657,0	1.578,1	1.612,1	1.372,5	1.205,4	866,8	566,3
	790,2	980,9	1.243,9	1.497,0	2.196,2	2.707,5	3.000,1	2.964,3	2.251,6	1.566,9	1.008,2	762,8

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,3	19,5	19,6	19,7	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	19,7	19,5	19,3
A-B	18,7	18,9	19,2	19,4	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	19,5	19,0	18,6
B-C	18,5	18,8	19,1	19,3	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	19,4	18,8	18,4
C-D	14,5	15,5	16,7	17,6	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	17,9	15,7	14,3
D-E	14,3	15,3	16,6	17,6	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	17,8	15,5	14,1
E-F	14,1	15,2	16,5	17,5	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	17,7	15,3	13,9
F-G	3,8	6,9	10,3	13,1	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	13,8	7,3	3,3
G-H	3,8	6,8	10,3	13,1	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	13,8	7,2	3,3
H-Add	3,7	6,8	10,3	13,0	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	13,7	7,2	3,2
Add-Esterno	3,6	6,7	10,2	13,0	19,0	22,4	24,1	23,9	19,4	13,7	7,1	3,1

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. F/G												
Gc [Kg/m ²]	0,0319	0,0098	-0,0169	-0,0290	-0,0634	-0,0859	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0323	0,0405
Ma [Kg/m ²]	0,1047	0,1145	0,0976	0,0686	0,0052	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0323	0,0728
Interf. G/H												
Gc [Kg/m ²]	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 ²]	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. H/I												
Gc [Kg/m ²]	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 ²]	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. F/G. Formazione di condensa: 0,1047 kg/m²

febbraio - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,1145 kg/m²

marzo - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0976 kg/m²

aprile - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0686 kg/m²

maggio - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0052 kg/m²

novembre - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0323 kg/m²

dicembre - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0728 kg/m²

Visualizza/modifica gli elementi in archiviofebbraio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0405 kg/m² F-G nel mese di dicembre

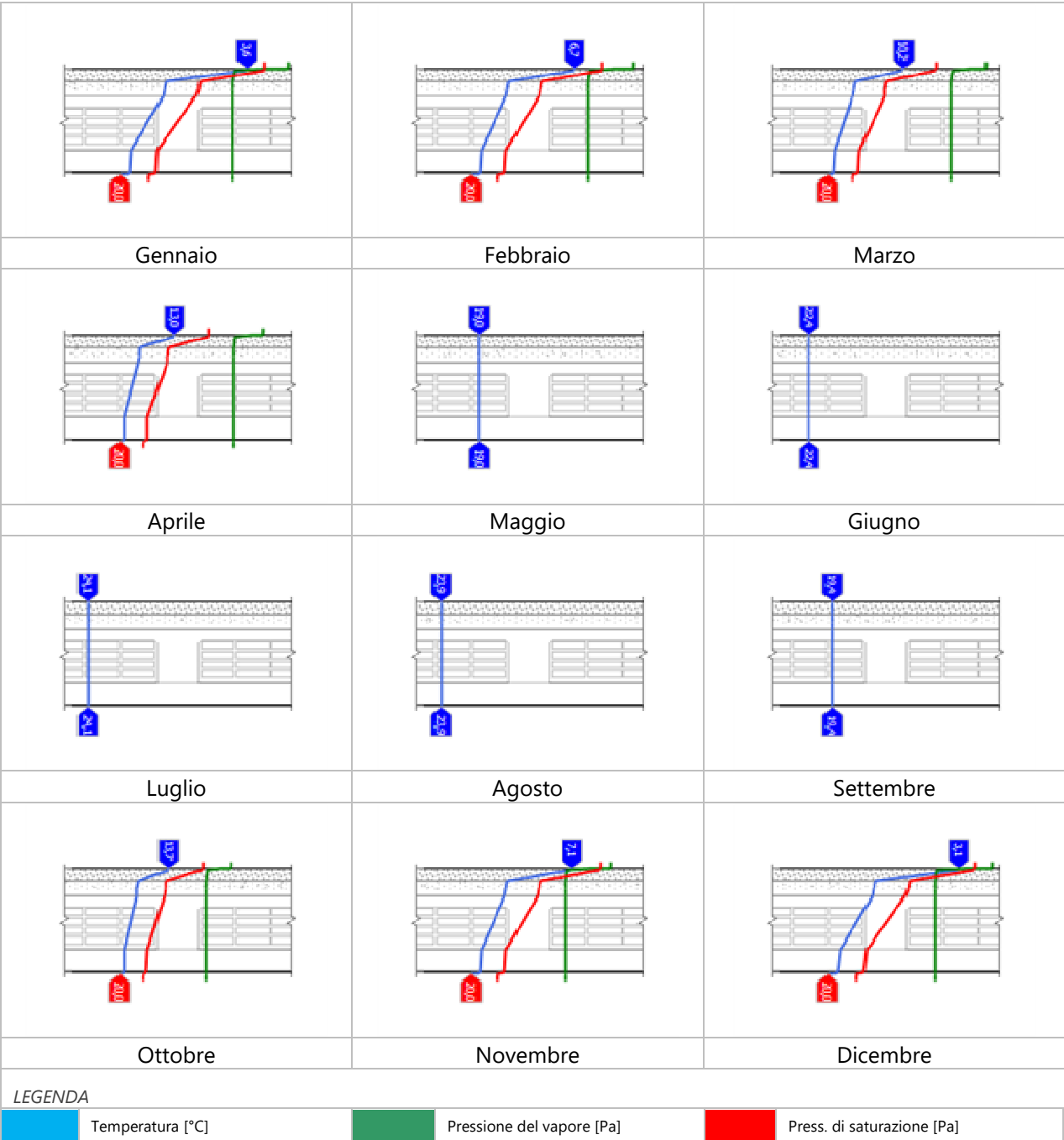
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,1145 nel mese di febbraio kg/m² F-G

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia F-G - Formazione di condensa: 0,1145 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



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

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	681 kg/m ²
--	-----------------------

Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
-------------------------------------	-----------------------

Esito della verifica di massa	OK
-------------------------------	----

Condizioni al contorno

Comune	Dairago
--------	---------

Orientamento	S
--------------	---

Colorazione	Chiaro
-------------	--------

Mese massima insolazione	luglio
--------------------------	--------

Temperatura media nel mese di massima insolazione	20,8 °C
---	---------

Temperatura massima estiva	33,0 °C
----------------------------	---------

Escursione giorno più caldo dell'anno	19,4 °C
---------------------------------------	---------

Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	270,83 W/m ²
--	-------------------------

Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	7h 43'
------------------------------	--------

Fattore di attenuazione	0,0715
-------------------------	--------

Capacità termica interna C1	6,9 kJ/m ² K
-----------------------------	-------------------------

Capacità termica esterna C2	11,5 kJ/m ² K
-----------------------------	--------------------------

Ammettenza interna oraria	12,7 W/m ² K
---------------------------	-------------------------

Ammettenza interna	0,5 W/m ² K
--------------------	------------------------

Ammettenza esterna oraria	16,5 W/m ² K
---------------------------	-------------------------

Ammettenza esterna	0,8 W/m ² K
--------------------	------------------------

Trasmittanza periodica Y	0,012 W/m ² K
--------------------------	--------------------------

Valore limite Ylim	0,180 W/m ² K
--------------------	--------------------------

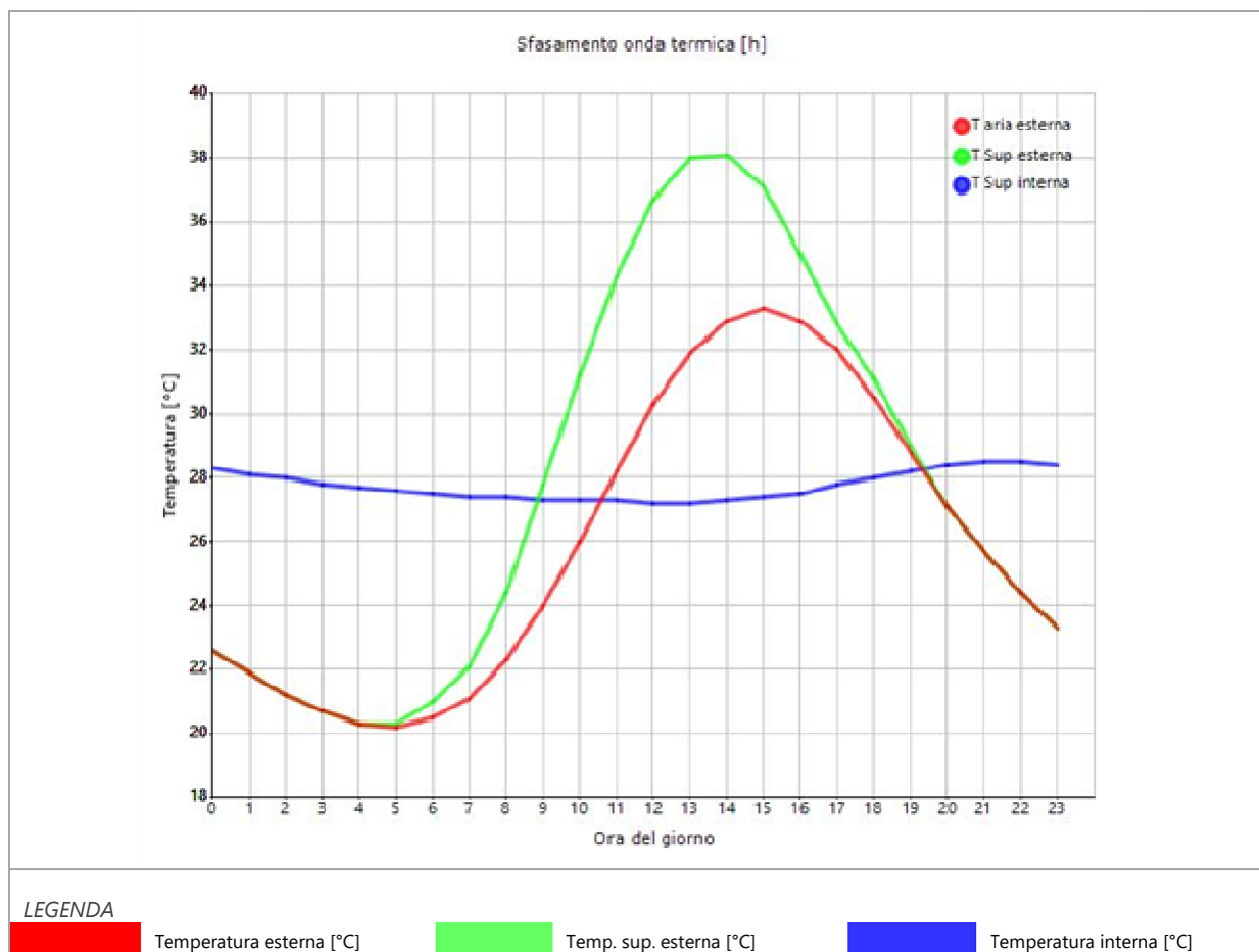
Classificazione normativa	
---------------------------	--

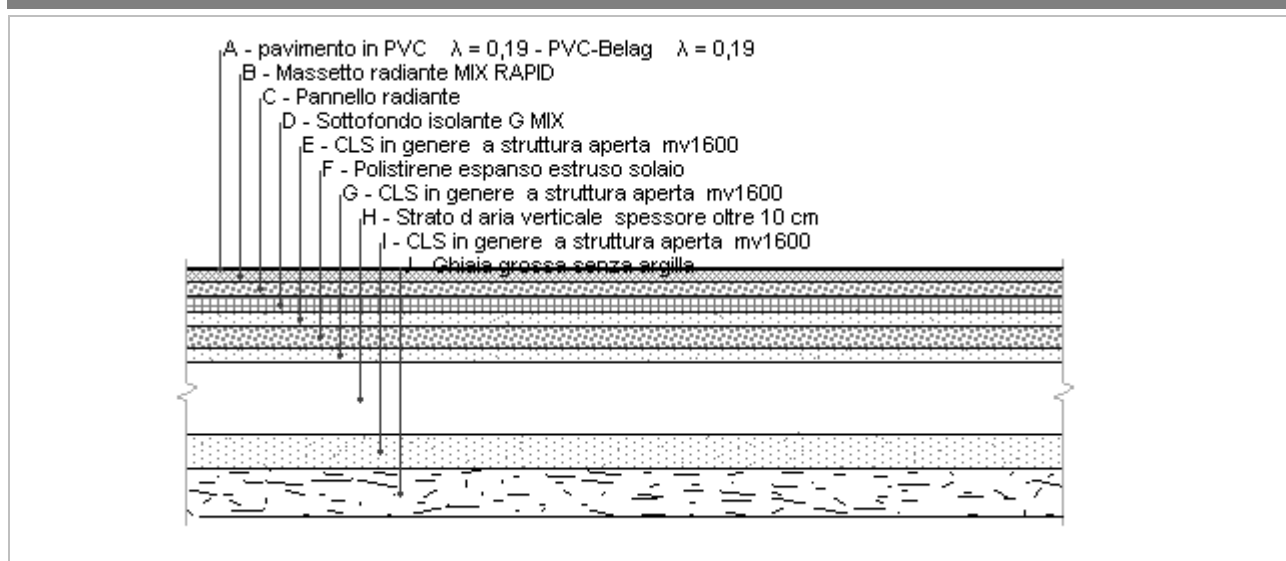
Esito della verifica di inerzia	OK
---------------------------------	----

Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradianza solare giorno più caldo Ie W/m ²	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	22,55	0,00	22,55	28,28
1:00	21,90	0,00	21,90	28,12
2:00	21,24	0,00	21,24	28,00
3:00	20,72	0,00	20,72	27,84
4:00	20,33	0,00	20,33	27,71
5:00	20,20	10,13	20,32	27,61
6:00	20,46	49,13	21,05	27,52
7:00	21,11	85,78	22,14	27,44
8:00	22,29	173,53	24,37	27,39
9:00	23,99	316,45	27,79	27,34
10:00	25,96	433,58	31,16	27,29
11:00	28,19	509,15	34,30	27,26
12:00	30,28	535,15	36,70	27,23
13:00	31,85	509,15	37,96	27,23
14:00	32,90	433,58	38,11	27,28
15:00	33,30	316,45	37,09	27,36
16:00	32,90	173,53	34,98	27,52
17:00	31,99	69,10	32,81	27,76
18:00	30,54	49,57	31,14	28,00

19:00	28,84	10,13	28,96	28,23
20:00	27,14	0,00	27,14	28,40
21:00	25,70	0,00	25,70	28,49
22:00	24,39	0,00	24,39	28,50
23:00	23,34	0,00	23,34	28,43

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA

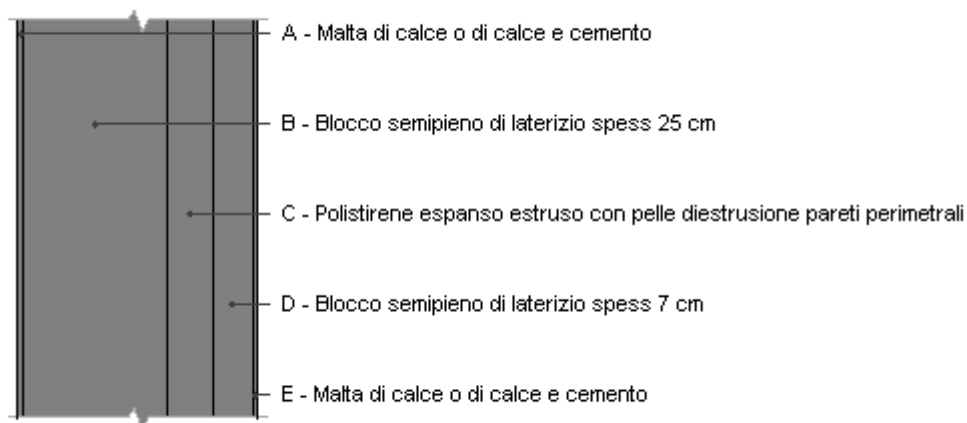


INT. 04_Pavimento su vespaio aerato

Spessore	1.052,0 mm	Trasmittanza	0,148 W/m ² K
Resistenza	6,743 m ² K/W	Massa superf.	1.116 kg/m ²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione	Pavimento con riscaldamento a pavimento verso vespaio aerato		

Stratigrafia

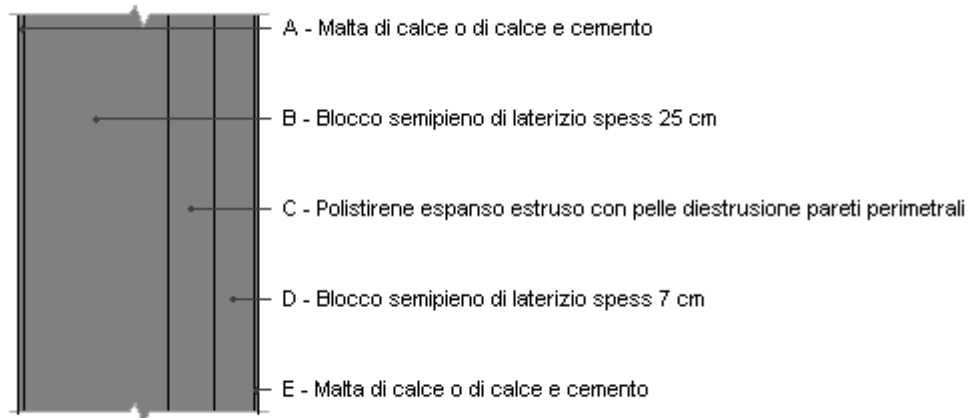
	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	pavimento in PVC $\lambda = 0,19$ - PVC-Belag $\lambda = 0,19$	10,0	0,190	0,053	1.500	1,08	10.000,0
B	Massetto radiante MIX RAPID	50,0	1,650	0,030	1.000	0,51	500.000,0
C	Pannello radiante	62,0	0,035	1,771	30	1,22	999.999,0
D	Sottofondo isolante G MIX	60,0	0,076	0,789	650	0,88	20,0
E	CLS in genere a struttura aperta mv1600	60,0	0,730	0,082	1.000	1,00	9,7
F	Polistirene espanso estruso solaio	100,0	0,035	2,857	1.000	0,00	1,0
G	CLS in genere a struttura aperta mv1600	60,0	0,730	0,082	1.000	1,00	9,7
H	Strato d'aria verticale spessore oltre 10 cm	300,0	0,560	0,536	1.000	1,01	193,0
I	CLS in genere a struttura aperta mv1600	150,0	0,730	0,205	1.000	1,00	9,7
J	Ghiaia grossa senza argilla	200,0	1,200	0,167	1.700	0,84	5,3
	TOTALE	1.052,0		6,743			

M01 - Muro in Normatirs s40

Spessore	420,0 mm	Trasmittanza	0,247 W/m²K
Resistenza	4,048 m²K/W	Massa superf.	420 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione	Muro perimetrale verso esterno		

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Malta di calce o di calce e cemento	10,0	0,900	0,011	1.000	1,00	8,5
B	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	250,0	0,532	0,470	1.000	0,85	25,7
C	Polistirene espanso estruso con pelle di estrusione pareti perimetrali	80,0	0,035	2,286	1.000	0,00	1,0
D	Blocco semipieno di laterizio spess 7 cm	70,0	0,064	1,100	1.000	0,85	193,0
E	Malta di calce o di calce e cemento	10,0	0,900	0,011	1.000	1,00	8,5
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	420,0		4,048			

M02 - Muro in Normatirs s40 vs I.r.

Spessore	420,0 mm	Trasmittanza	0,242 W/m ² K
Resistenza	4,138 m ² K/W	Massa superf.	420 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione	Muro perimetrale verso altro edificio riscaldato		

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Malta di calce o di calce e cemento	10,0	0,900	0,011	1.000	1,00	8,5
B	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	250,0	0,532	0,470	1.000	0,85	25,7
C	Polistirene espanso estruso con pelle di estrusione pareti perimetrali	80,0	0,035	2,286	1.000	0,00	1,0
D	Blocco semipieno di laterizio spess 7 cm	70,0	0,064	1,100	1.000	0,85	193,0
E	Malta di calce o di calce e cemento	10,0	0,900	0,011	1.000	1,00	8,5
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	420,0		4,138			

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

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	420 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

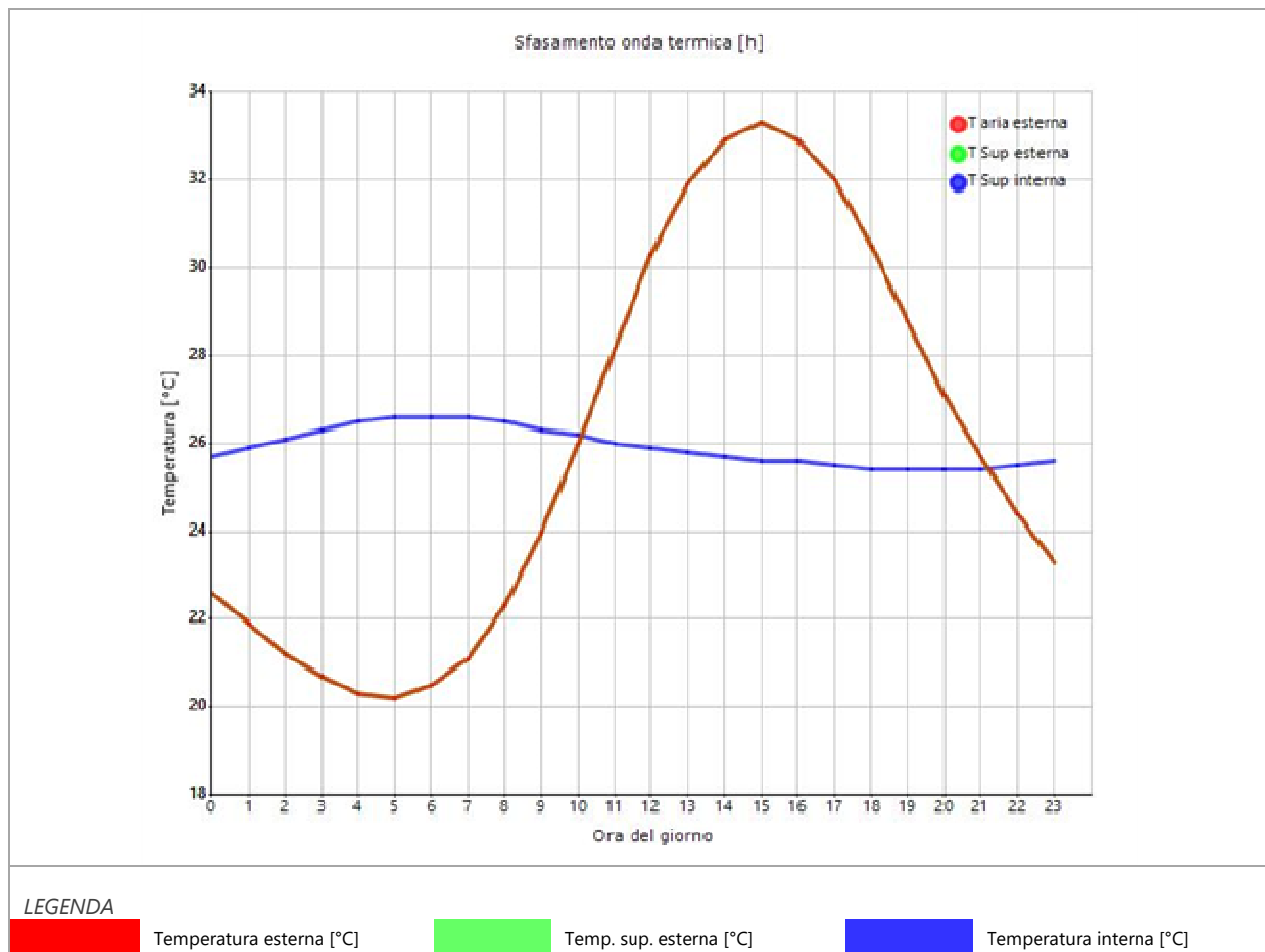
Condizioni al contorno

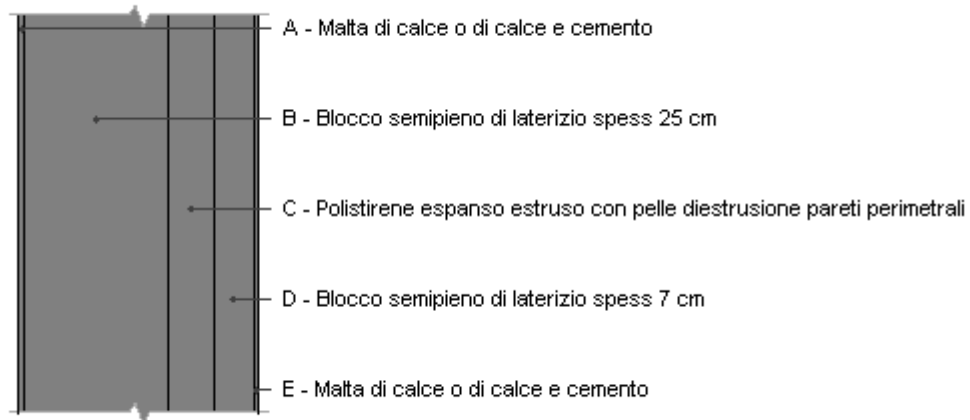
Comune	Dairago
Orientamento	Nessun irraggiamento
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	20,8 °C
Temperatura massima estiva	33,0 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	19,4 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	270,83 W/m ²

Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	15h 02'
Fattore di attenuazione	0,0908
Capacità termica interna C1	51,1 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	29,7 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	13,7 W/m ² K
Ammettenza interna	3,7 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	14,8 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,2 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,022 W/m ² K
Valore limite Ylim	0,100 W/m ² K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradiazione solare giorno più caldo le	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	22,55	0,00	22,55	25,75
1:00	21,90	0,00	21,90	25,92
2:00	21,24	0,00	21,24	26,13
3:00	20,72	0,00	20,72	26,32
4:00	20,33	0,00	20,33	26,46
5:00	20,20	0,00	20,20	26,55
6:00	20,46	0,00	20,46	26,59
7:00	21,11	0,00	21,11	26,55
8:00	22,29	0,00	22,29	26,47
9:00	23,99	0,00	23,99	26,34
10:00	25,96	0,00	25,96	26,19
11:00	28,19	0,00	28,19	26,03
12:00	30,28	0,00	30,28	25,90
13:00	31,85	0,00	31,85	25,78
14:00	32,90	0,00	32,90	25,69
15:00	33,30	0,00	33,30	25,62
16:00	32,90	0,00	32,90	25,56
17:00	31,99	0,00	31,99	25,50
18:00	30,54	0,00	30,54	25,45
19:00	28,84	0,00	28,84	25,41
20:00	27,14	0,00	27,14	25,40
21:00	25,70	0,00	25,70	25,43
22:00	24,39	0,00	24,39	25,48
23:00	23,34	0,00	23,34	25,59

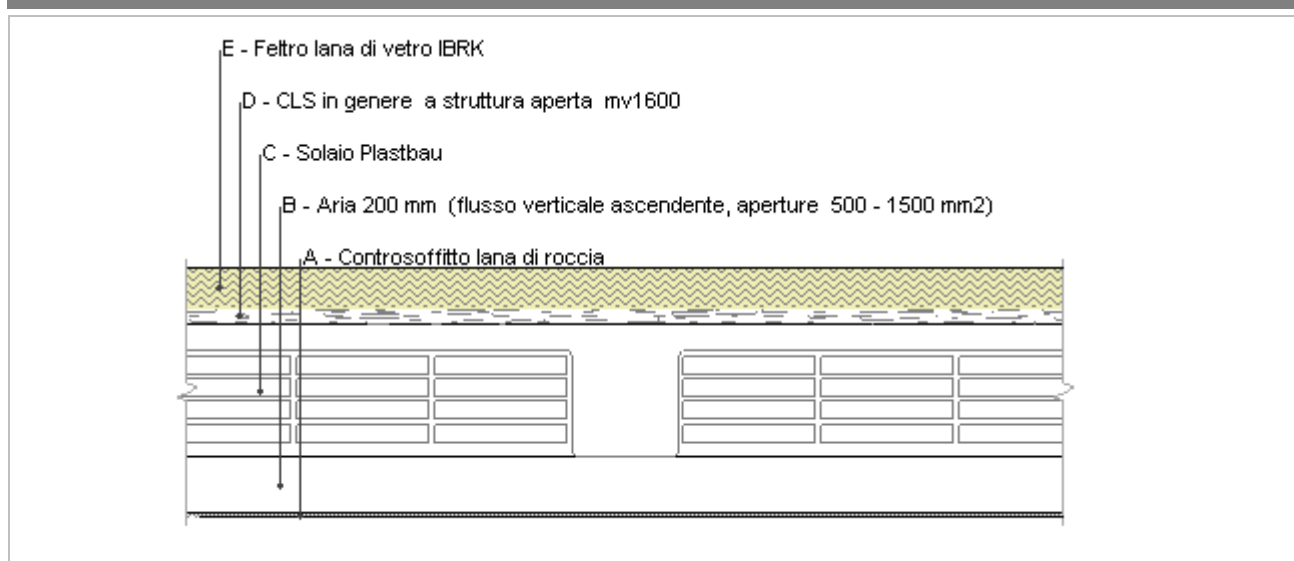
DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA

M03 - Muro in Normatirs s40 vs I.n.r.

Spessore	420,0 mm	Trasmittanza	0,242 W/m ² K
Resistenza	4,138 m ² K/W	Massa superf.	420 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione	Muro perimetrale verso edificio non riscaldato		

Stratigrafia

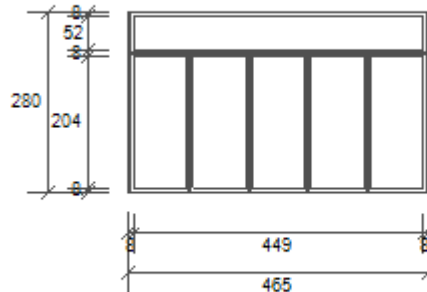
	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Malta di calce o di calce e cemento	10,0	0,900	0,011	1.000	1,00	8,5
B	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	250,0	0,532	0,470	1.000	0,85	25,7
C	Polistirene espanso estruso con pelle di estrusione pareti perimetrali	80,0	0,035	2,286	1.000	0,00	1,0
D	Blocco semipieno di laterizio spess 7 cm	70,0	0,064	1,100	1.000	0,85	193,0
E	Malta di calce o di calce e cemento	10,0	0,900	0,011	1.000	1,00	8,5
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	420,0		4,138			

SOF. 03_Copertura piana vs sottotetto

Spessore	882,0 mm	Trasmittanza	0,176 W/m²K
Resistenza	5,697 m²K/W	Massa superf.	532 kg/m²
Tipologia	Soffitto		
Descrizione	Copertura piana verso sottotetto isolato per aula 2 e bagni bambini		

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Controsoffitto lana di roccia	12,0	0,049	0,245	40	1,00	1,0
B	Aria 200 mm (flusso verticale ascendente, aperture 500 - 1500 mm²)	200,0	2,500	0,080	1	1,00	1,0
C	Solaio Plastbau	470,0	0,313	1,500	1.000	0,00	193,0
D	CLS in genere a struttura aperta mv1600	60,0	0,730	0,082	1.000	1,00	9,7
E	Feltro lana di vetro IBRK	140,0	0,039	3,590	12	1,03	1,0
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
	TOTALE	882,0		5,697			

F01_465x280_Tipo A

Larghezza	L	465 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	10,842 m ²
Area del telaio	Af	2,178 m ²
Area totale del serramento	Aw	13,020 m ²
Perimetro del vetro	p	38,760 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	Tessuti colorati
Posizione	Esterna
Trasparenza	Mediamente traslucida

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	0,37

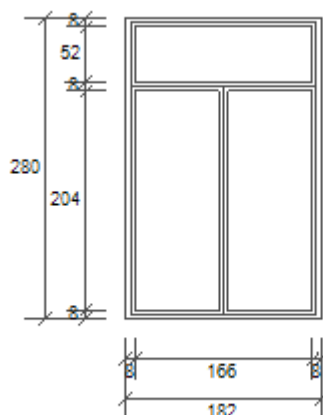
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

F02_182x280_Tipo B

Larghezza	L	182 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	4,086 m ²
Area del telaio	Af	1,010 m ²
Area totale del serramento	Aw	5,096 m ²
Perimetro del vetro	p	15,680 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
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	0,57

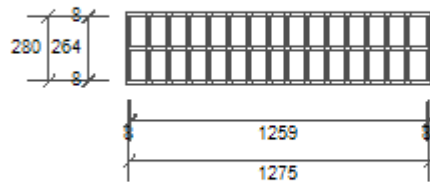
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

F03_1287x280_Tipo C

Larghezza	L	1.275 cm
Altezza	H	280 cm
Area del vetro	Ag	29,134 m ²
Area del telaio	Af	6,566 m ²
Area totale del serramento	Aw	35,700 m ²
Perimetro del vetro	p	122,080 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
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	0,57

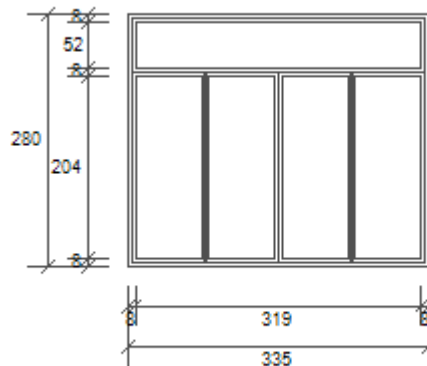
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

F04_335x280_Tipo D

Larghezza	L	335 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	7,677 m ²
Area del telaio	Af	1,703 m ²
Area totale del serramento	Aw	9,380 m ²
Perimetro del vetro	p	29,640 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	Tessuti colorati
Posizione	Esterna
Trasparenza	Mediamente traslucida

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	0,37

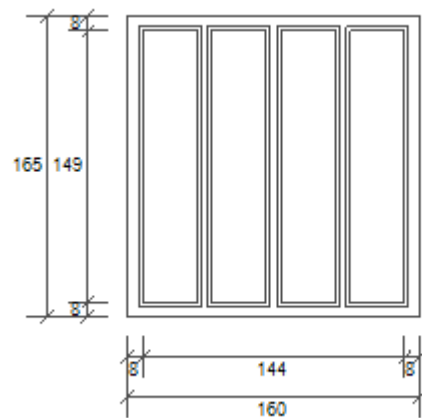
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

F05_160x165_Tipo E

Larghezza	L	160 cm
Altezza	H	165 cm
Area del vetro	Ag	1,788 m ²
Area del telaio	Af	0,852 m ²
Area totale del serramento	Aw	2,640 m ²
Perimetro del vetro	p	14,320 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
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	0,57

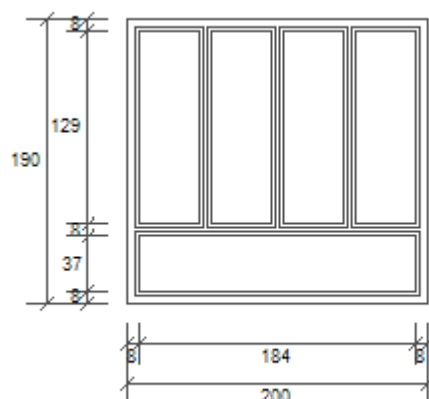
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

F06_200x200_Tipo F

Larghezza	L	200 cm
Altezza	H	145 cm
Area del vetro	Ag	2,745 m ²
Area del telaio	Af	1,055 m ²
Area totale del serramento	Aw	3,800 m ²
Perimetro del vetro	p	17,940 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
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	0,57

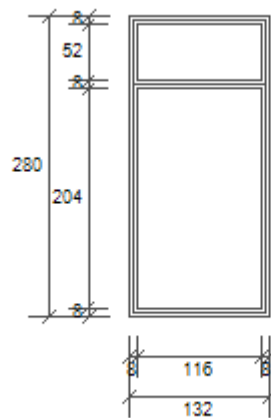
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

F07_132x280_Tipo G

Larghezza	L	132 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	2,970 m ²
Area del telaio	Af	0,726 m ²
Area totale del serramento	Aw	3,696 m ²
Perimetro del vetro	p	9,760 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Uscita di emergenza
Colore	-
Posizione	-
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	0,57

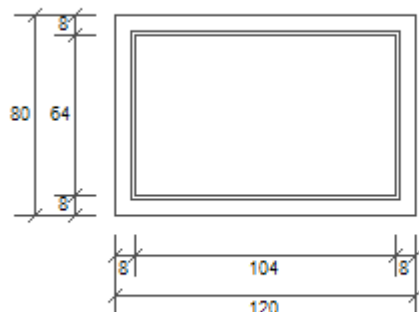
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

F08_120x80_Tipo H

Larghezza	L	120 cm
Altezza	H	80 cm
Area del vetro	Ag	0,666 m ²
Area del telaio	Af	0,294 m ²
Area totale del serramento	Aw	0,960 m ²
Perimetro del vetro	p	3,360 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	Tessuti colorati
Posizione	Interna
Trasparenza	Mediamente traslucida

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	0,57

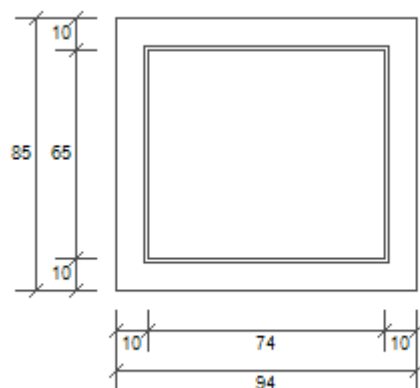
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

F09_94x80_Tipo I

Larghezza	L	94 cm
Altezza	H	85 cm
Area del vetro	Ag	0,481 m ²
Area del telaio	Af	0,318 m ²
Area totale del serramento	Aw	0,799 m ²
Perimetro del vetro	p	2,780 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	Tessuti colorati
Posizione	Interna
Trasparenza	Mediamente traslucida

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	0,57

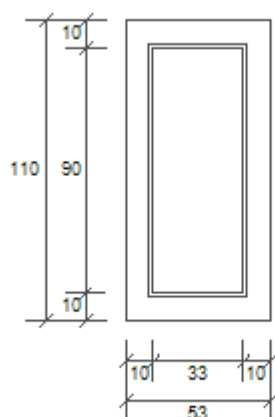
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

F10_53x110_Tipo L

Larghezza	L	53 cm
Altezza	H	110 cm
Area del vetro	Ag	0,297 m ²
Area del telaio	Af	0,286 m ²
Area totale del serramento	Aw	0,583 m ²
Perimetro del vetro	p	2,460 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	Tessuti colorati
Posizione	Interna
Trasparenza	Mediamente traslucida

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	0,57

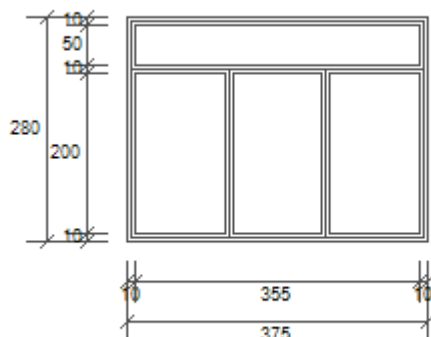
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

F11_375x280_Tipo M

Larghezza	L	375 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	8,475 m ²
Area del telaio	Af	2,025 m ²
Area totale del serramento	Aw	10,500 m ²
Perimetro del vetro	p	26,800 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
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	-

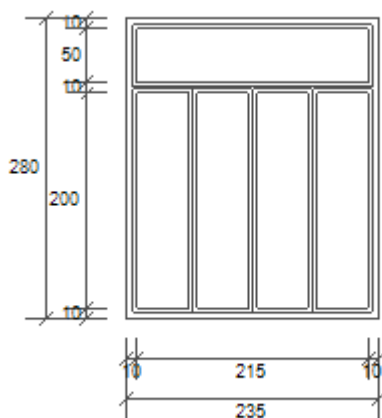
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

F12_235x280_Tipo N

Larghezza	L	235 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	4,895 m ²
Area del telaio	Af	1,685 m ²
Area totale del serramento	Aw	6,580 m ²
Perimetro del vetro	p	25,120 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	Tessuti colorati
Posizione	Esterna
Trasparenza	Mediamente traslucida

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	0,37

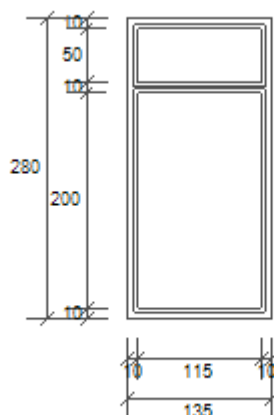
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

F13_135x280_Tipo O

Larghezza	L	135 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	2,875 m ²
Area del telaio	Af	0,905 m ²
Area totale del serramento	Aw	3,780 m ²
Perimetro del vetro	p	9,600 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Uscita di emergenza
Colore	-
Posizione	-
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	0,57

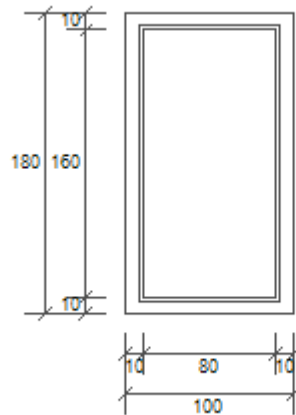
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

F14_100x180_Tipo P

Larghezza	L	100 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	1,280 m ²
Area del telaio	Af	0,520 m ²
Area totale del serramento	Aw	1,800 m ²
Perimetro del vetro	p	4,800 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	Tessuti colorati
Posizione	Interna
Trasparenza	Mediamente traslucida

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	0,57

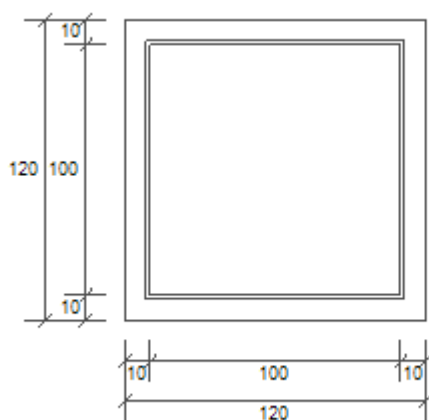
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

Velux 120x120

Larghezza	L	120 cm
Altezza	H	120 cm
Area del vetro	Ag	1,000 m ²
Area del telaio	Af	0,440 m ²
Area totale del serramento	Aw	1,440 m ²
Perimetro del vetro	p	4,000 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
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	-

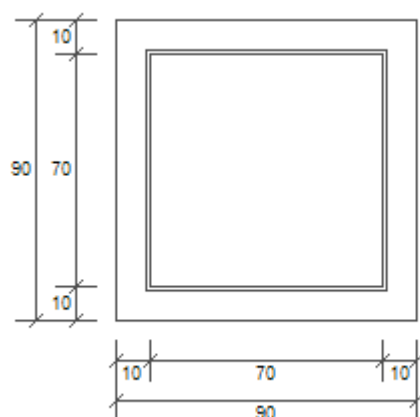
Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

Velux 90x90

Larghezza	L	90 cm
Altezza	H	90 cm
Area del vetro	Ag	0,490 m ²
Area del telaio	Af	0,320 m ²
Area totale del serramento	Aw	0,810 m ²
Perimetro del vetro	p	2,800 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	3,227 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
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	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² 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.

RELAZIONE DI CALCOLO DEL PONTE TERMICO

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

EDIFICIO	Via Suor Chiara Tribolo 2 - Dairago (MI)
RELAZIONE a cura di	Ing. Gianmarco Tavola
DATA	26/11/2024
	<div></div> <div>Firma: _____</div>

INDICE

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

- 4.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - INT_PT 04 C_Parete con soffitto vs sottotetto
- 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 - INT_PT_04 A_Parete con copertura piana
- 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 - INT_PT_04 B_Parete con copertura inclinata
- 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 - INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno
- 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 - INT_PT_06_Copertura piana con lucernario
- 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 - INT_PT_PT03_Parete con serramento

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

10.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT01_Angolo sporgente con pilastro

10.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

10.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

10.4 CURVE DI TEMPERATURA

10.5 RISULTATI DI CALCOLO

10.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

11.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT02_Angolo rientrante con pilastro

11.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

11.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

11.4 CURVE DI TEMPERATURA

11.5 RISULTATI DI CALCOLO

11.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

1. PREMESSA

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

- Modifica del flusso termico
- Modifica della temperatura superficiale

rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

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

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

2. NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

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

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

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

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

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

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

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

3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

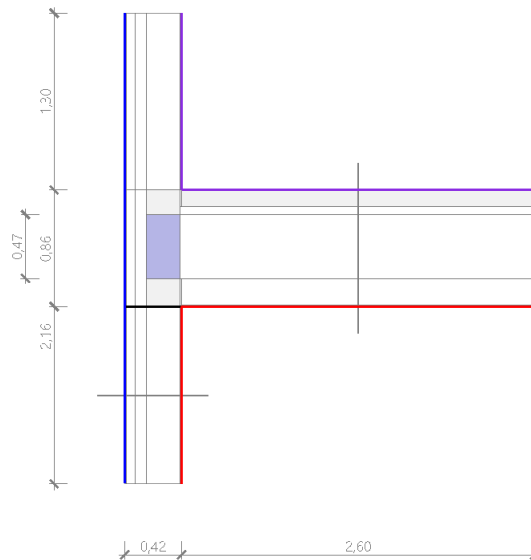
L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

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

- Fornisce le temperature e i flussi termici
- Consente di calcolare temperature e flussi termici anche in posizioni diverse da quelle indicate.
- Converge alla soluzione analitica (dove esiste) all'aumentare delle suddivisioni.
- Determina il numero di suddivisioni seguendo questa regola: esegue la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici che entrano nell'oggetto considerato, per n suddivisioni e per $2n$ suddivisioni. La differenza tra i due risultati non deve essere maggiore del 2% o in alternativa si aumenta il numero di suddivisioni fino a che il criterio non è soddisfatto.
- Le iterazioni di calcolo proseguono finché la somma di tutti i flussi termici (positivi o negativi) entranti nell'oggetto, divisa per la metà della somma dei valori assoluti dei medesimi flussi termici è minore di 0.001

4.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - INT_PT 04 C_Parete con soffitto vs sottotetto

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
2	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
3	Blocco semipieno di laterizio spess 7 cm	0,064
4	Polistirene espanso estruso con pelle di estrusione pareti perimetrali	0,035
5	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	0,532
6	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
7	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
8	Blocco semipieno di laterizio spess 7 cm	0,064
9	Polistirene espanso estruso con pelle di estrusione pareti perimetrali	0,035
10	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
12	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
13	Blocco semipieno di laterizio spess 7 cm	0,064
14	Polistirene espanso estruso con pelle di estrusione pareti perimetrali	0,035
15	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	0,532
16	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
17	Feltro lana di vetro IBRK	0,039
18	CLS in genere a struttura aperta mv1600	0,730
19	Solaio Plastbau	0,313
20	Aria 200 mm (flusso verticale ascendente, aperture 500 - 1500 mm ²)	2,500
21	Controsoffitto lana di roccia REI	0,049
22	Abete (flusso parallelo alle fibre)	0,120
11	Malta di calce o di calce e cemento	0,900

1	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
24	Abete (flusso parallelo alle fibre)	0,120

4.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Dairago - (MI).

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

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

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,1	0,04
2	Temperatura zona non riscaldata: direzione orizzontale del flusso	13,2	0,13
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	13,2	0,17
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
5	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

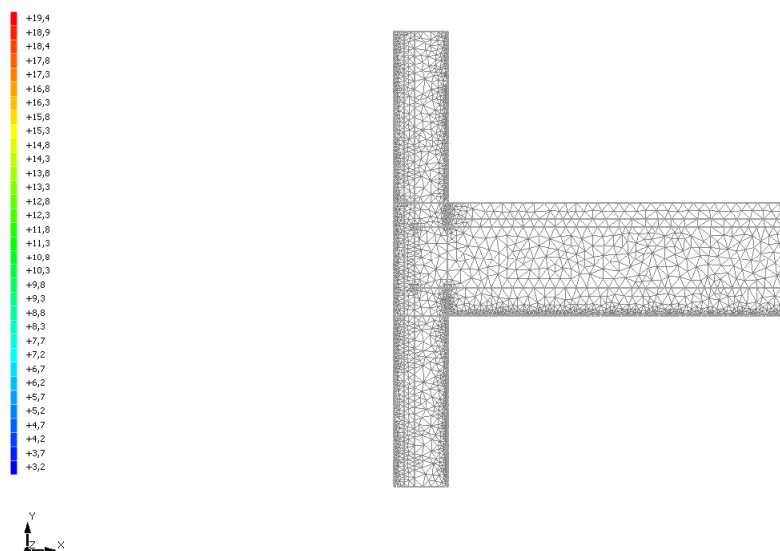
4.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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 3.125

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

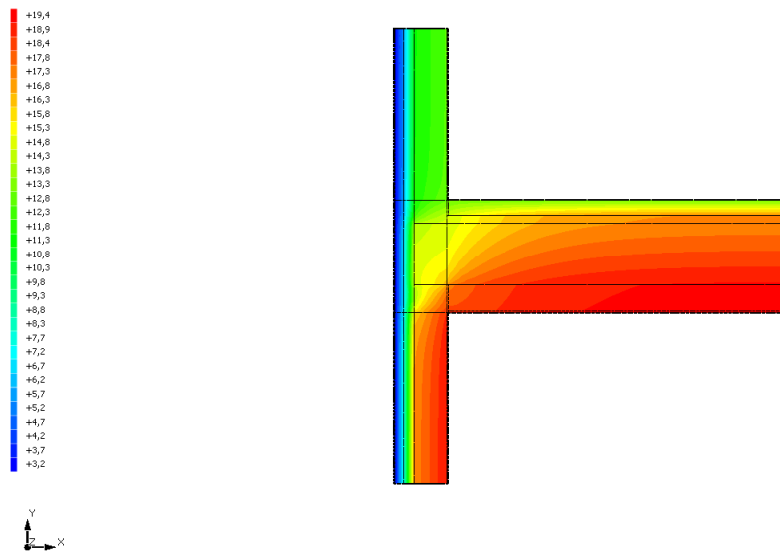
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - pavimento



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)
Parete - pavimento



4.5 RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	11,43	W/m
Ψ interno	0,1573	W/mK
Ψ esterno	-0,0877	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,68	W/mK
Temperatura minima	18,9	°C

4.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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

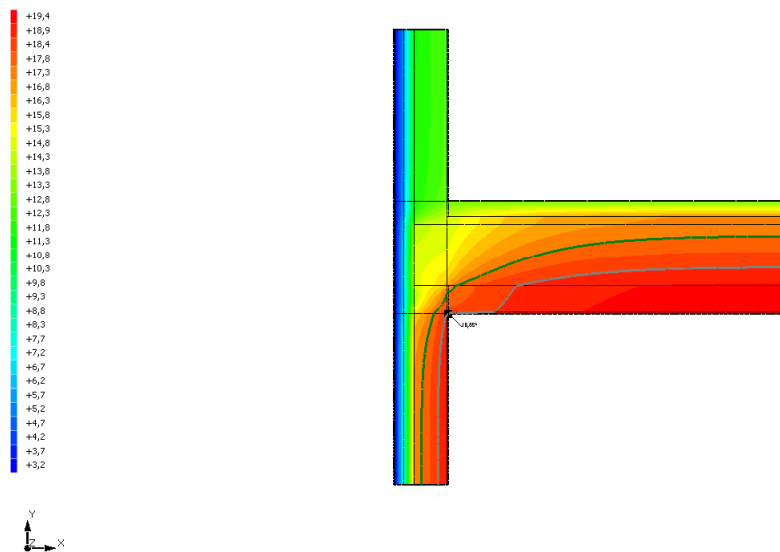
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

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

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
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 Dairago, MI

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

Tipo di calcolo

Umidità relativa interna costante

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Contorno interno - esterno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	φ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	13,70	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6604
novembre	7,10	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8342
dicembre	3,10	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8734
gennaio	3,60	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8696
febbraio	6,70	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8392
marzo	10,20	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7817
aprile	13,00	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6944

Contorno interno – altro contorno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	φ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	17,48	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,1511
novembre	14,84	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,5854
dicembre	13,24	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6835
gennaio	13,44	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6739
febbraio	14,68	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,5979
marzo	16,08	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,4543
aprile	17,20	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,2360

Te temperatura esterna media mensile [°C]

Ti temperatura interna media mensile [°C]

φ umidità relativa interna [%]

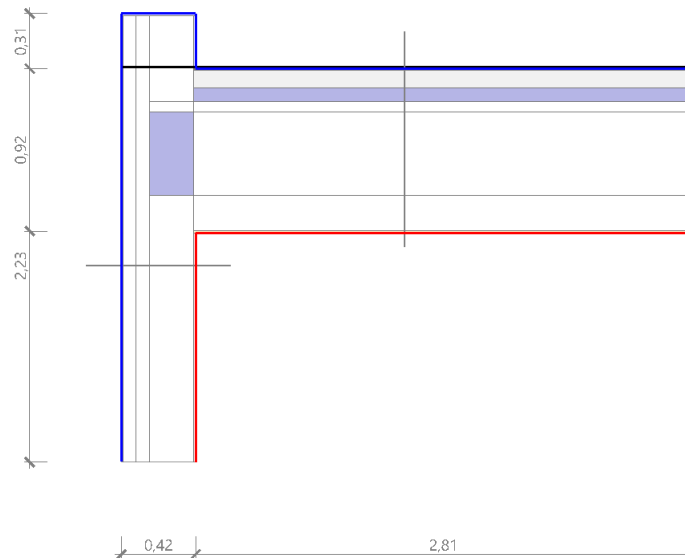
Pi pressione interna [Pa]
Psi pressione di saturazione interna [Pa]
Tsi Temperatura superficiale interna [°C]
fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,932
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,873
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	f _{rsi} >f _{rsi,max} : assenza di muffa

5.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - INT_PT_04 A_Parete con copertura piana

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
2	Granito (2500 kg/m3)	3,200
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
4	Blocco semipieno di laterizio spess 7 cm	0,064
5	Polistirene espanso estruso con pelle di estrusione pareti perimetrali	0,035
7	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
8	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
11	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	0,532
13	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
17	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
18	Guaina in bitume	0,170
19	Guaina in bitume	0,170
20	Pannello schiuma poyiso IKO	0,026
21	Massetto in cls ordinario (sp=6cm)	1,060
22	CLS in genere a struttura aperta mv1600	0,730
23	Solaio Plastbau	0,313
24	Aria 200 mm (flusso verticale ascendente, aperture 500 - 1500 mm2)	2,500
25	Controsoffitto lana di roccia REI	0,049
6	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	0,532
6	CLS in genere a struttura aperta mv1600	0,730

5.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

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

Dettaglio dei confini

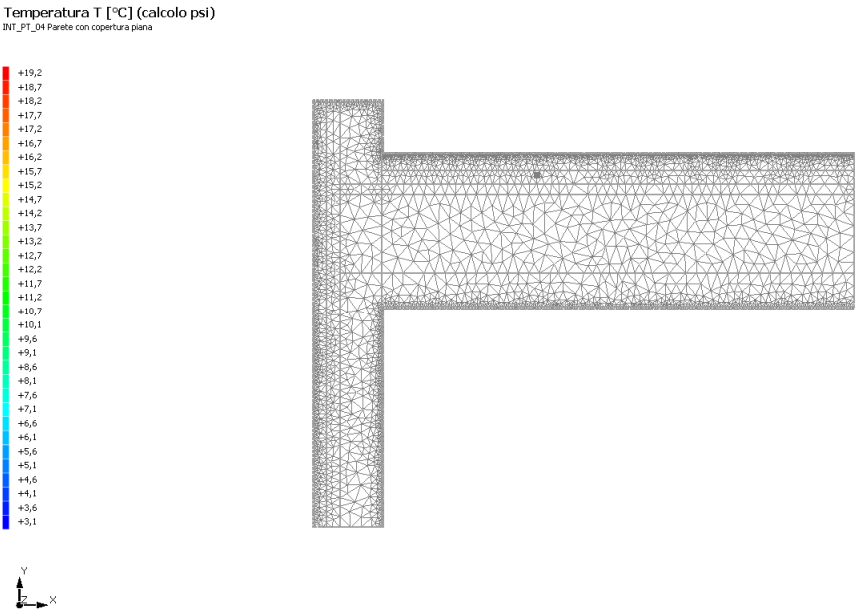
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,1	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,1	0,04
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	3,1	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,1	0,04
5	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	3,1	0,04
6	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
7	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 5.880

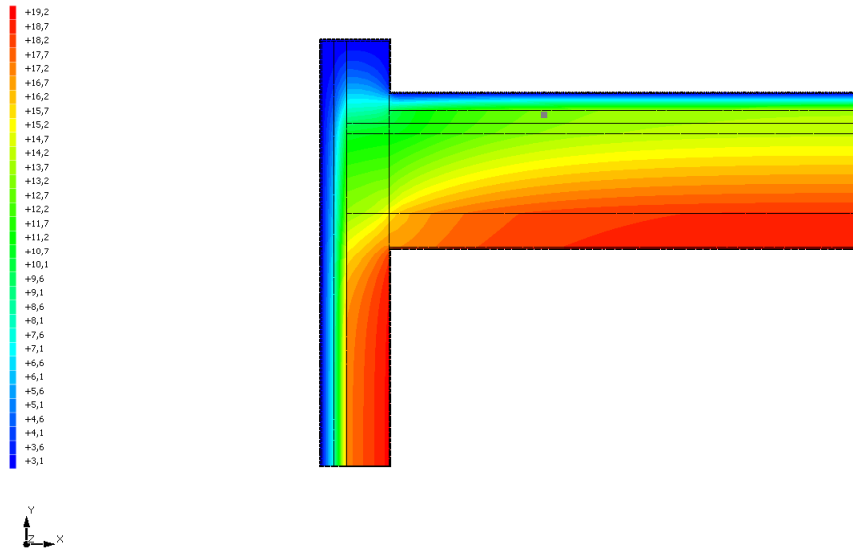
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



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)
INT_P1_04 Parete con copertura piana



5.5 RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	18,15	W/m
Ψ interno	0,2872	W/mK
Ψ esterno	-0,0124	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1,07	W/mK
Temperatura minima	17,3	°C

5.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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

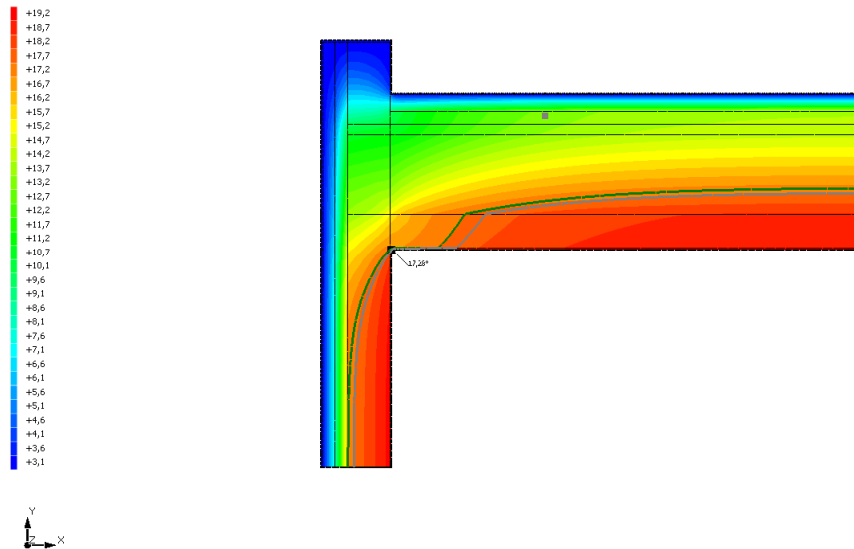
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

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

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
INT_PT_04 Parete con copertura piana



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 Dairago, MI

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

Tipo di calcolo

Classi di concentrazione

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	13,70	90,7	1.421,2	323,7	1.744,8	2.181,0	18,89	20,00	0,8237
novembre	7,10	94,7	954,8	558,0	1.512,7	1.890,9	16,62	20,00	0,7383
dicembre	3,10	85,7	653,7	700,0	1.353,6	1.692,1	14,89	20,00	0,6975
gennaio	3,60	85,1	672,5	682,2	1.354,7	1.693,4	14,90	20,00	0,6890
febbraio	6,70	74,0	725,9	572,2	1.298,0	1.622,5	14,24	20,00	0,5667
marzo	10,20	63,4	788,6	447,9	1.236,5	1.545,6	13,49	20,00	0,3357
aprile	13,00	66,4	994,0	348,5	1.342,5	1.678,1	14,76	20,00	0,2512

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,839

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,824

Mese critico

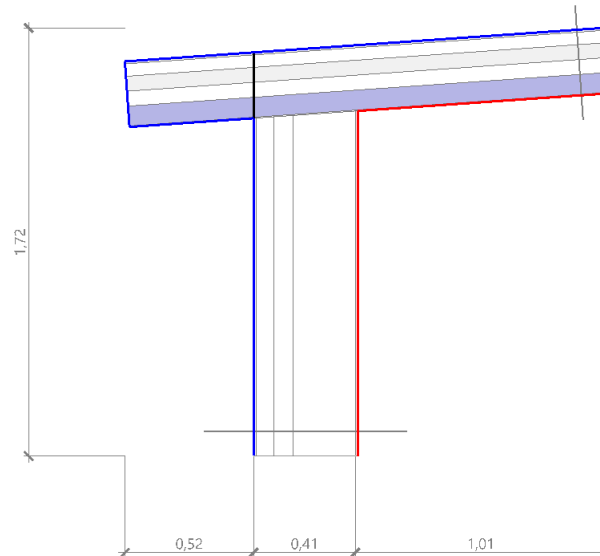
Ottobre

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE

fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

6.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - INT_PT_04 B_Parete con copertura inclinata

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
6	Lamiera di acciaio	80,000
7	Lamiera di acciaio	80,000
8	materassino in poliuretano PUR $\lambda = 0,04$ - Speichermatte (PUR) $\lambda = 0,04$	0,040
9	Pannello lana minerale	0,040
10	Pannello lana di roccia Durock	0,036
11	Aria 50 mm (flusso verticale ascendente, aperture 500 - 1500 mm ²)	0,620
12	Lamiera grecata isolata G9	0,014
1	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
1	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
2	Blocco semipieno di laterizio spess 7 cm	0,064
2	Blocco semipieno di laterizio spess 7 cm	0,064
3	Polistirene espanso estruso con pelle di estrusione pareti perimetrali	0,035
3	Polistirene espanso estruso con pelle di estrusione pareti perimetrali	0,035
4	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	0,532
4	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	0,532
5	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
5	Malta di calce o di calce e cemento	0,900

6.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Dairago - (MI).
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

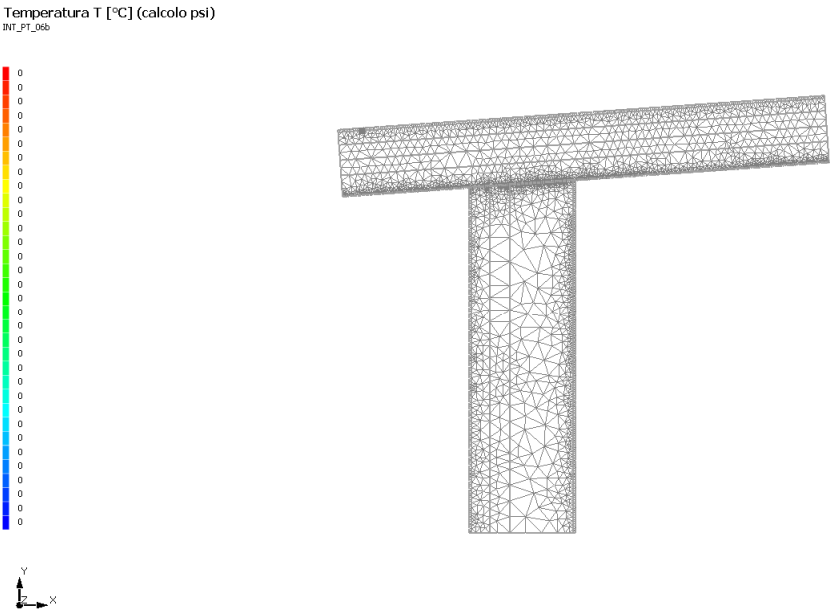
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	3,1	0,04
2	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	3,1	0,04
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	3,1	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,1	0,04
5	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
6	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 3.641

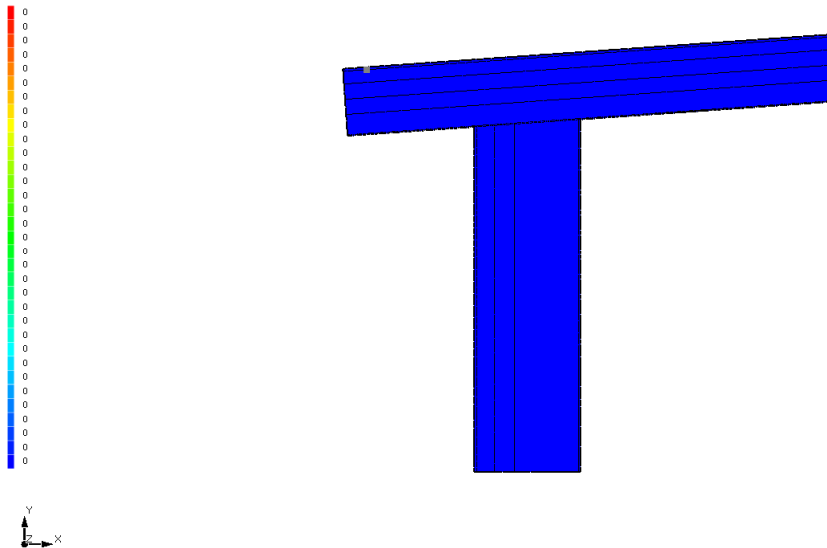
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



6.4 CURVE DI TEMPERATURA

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

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
INT_P1_06b



6.5 RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	0,00	W/m
Ψ interno	-0,5075	W/mK
Ψ esterno	-0,6316	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,00	W/mK
Temperatura minima	18,7	°C

6.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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

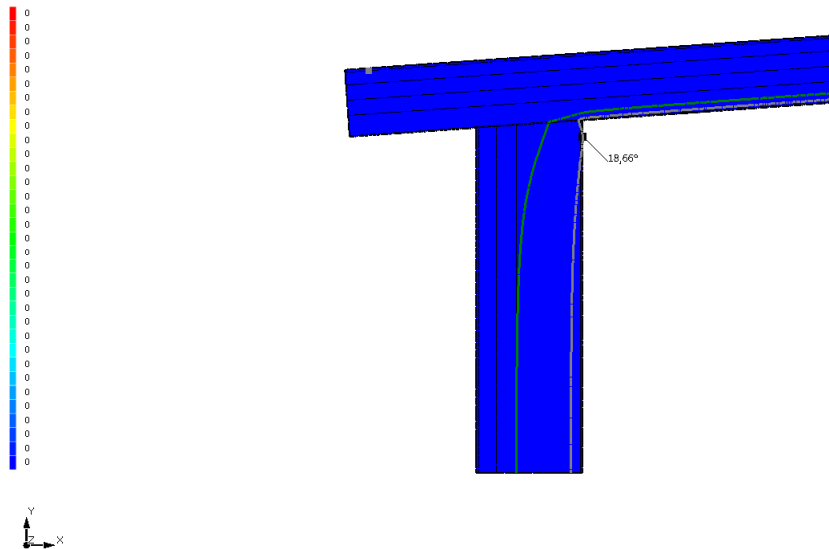
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

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

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
INT_PT_06b



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 Dairago, MI

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

Tipo di calcolo

Classi di concentrazione

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	13,70	90,7	1.421,2	323,7	1.744,8	2.181,0	18,89	20,00	0,8237
novembre	7,10	94,7	954,8	558,0	1.512,7	1.890,9	16,62	20,00	0,7383
dicembre	3,10	85,7	653,7	700,0	1.353,6	1.692,1	14,89	20,00	0,6975
gennaio	3,60	85,1	672,5	682,2	1.354,7	1.693,4	14,90	20,00	0,6890
febbraio	6,70	74,0	725,9	572,2	1.298,0	1.622,5	14,24	20,00	0,5667
marzo	10,20	63,4	788,6	447,9	1.236,5	1.545,6	13,49	20,00	0,3357
aprile	13,00	66,4	994,0	348,5	1.342,5	1.678,1	14,76	20,00	0,2512

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,921

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,824

Mese critico

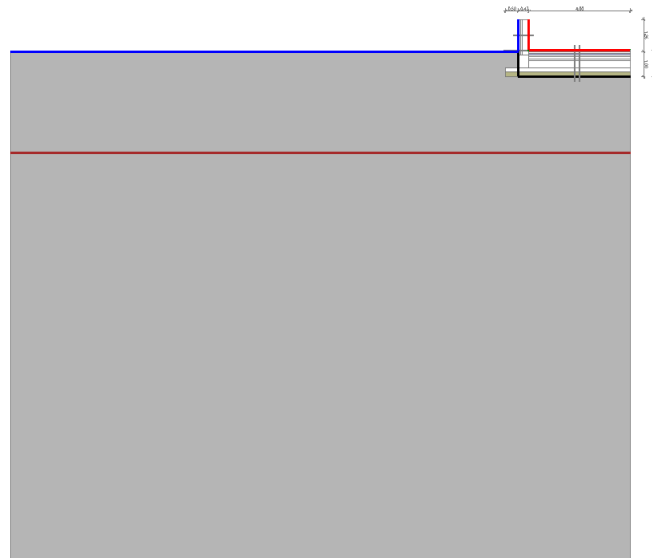
Ottobre

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE

fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

7.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - INT_PT_05_Parete con pavimento su terreno

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	pavimento in PVC $\lambda = 0,19$ - PVC-Belag $\lambda = 0,19$	0,190
9	CLS in genere a struttura aperta mv1600	0,730
10	Ghiaia grossa senza argilla	1,200
21	Arenaria (silice)	2,300
22	Arenaria (silice)	2,300
4	Sottofondo isolante G MIX	0,076
5	CLS in genere a struttura aperta mv1600	0,730
6	Polistirene espanso estruso solaio	0,035
7	CLS in genere a struttura aperta mv1600	0,730
8	Strato d aria verticale spessore oltre 10 cm	0,560
20	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
3	Pannello radiante	0,035
2	Massetto radiante MIX RAPID	1,650
18	Polistirene espanso estruso con pelle di estrusione pareti perimetrali	0,035
25	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
2	Massetto radiante MIX RAPID	1,650
28	Blocco semipieno di laterizio spess 7 cm	0,064
8	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
24	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	0,532

7.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Dairago - (MI).

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

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

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,1	0,04
2	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	3,1	0,04
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
5	Temperatura terreno: direzione ascendente del flusso	8,5	0,00

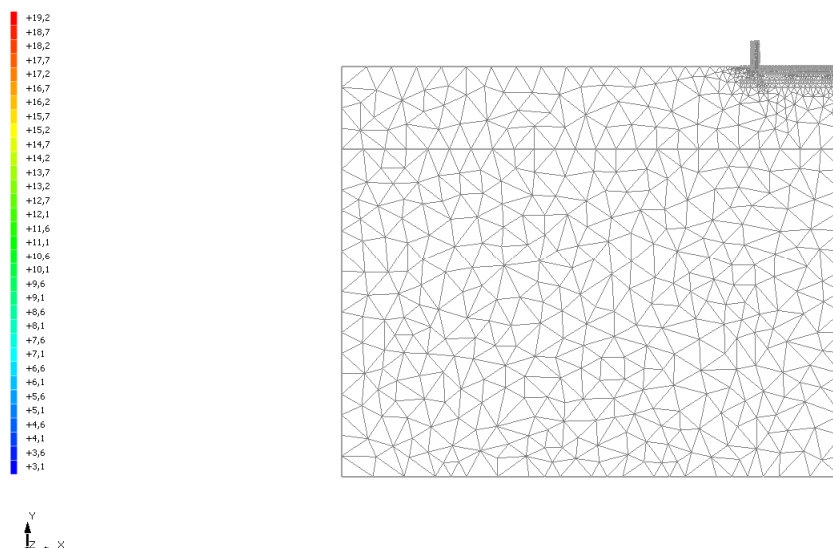
7.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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 3.436

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

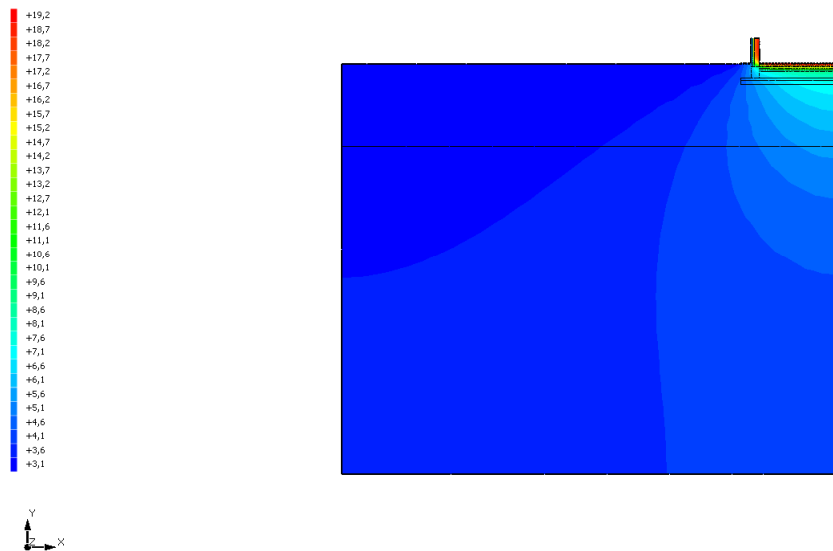
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
PT10



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)
PT10



7.5 RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	17,66	W/m
Ψ interno	0,2572	W/mK
Ψ esterno	0,0836	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1,05	W/mK
Temperatura minima	17,2	°C

7.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

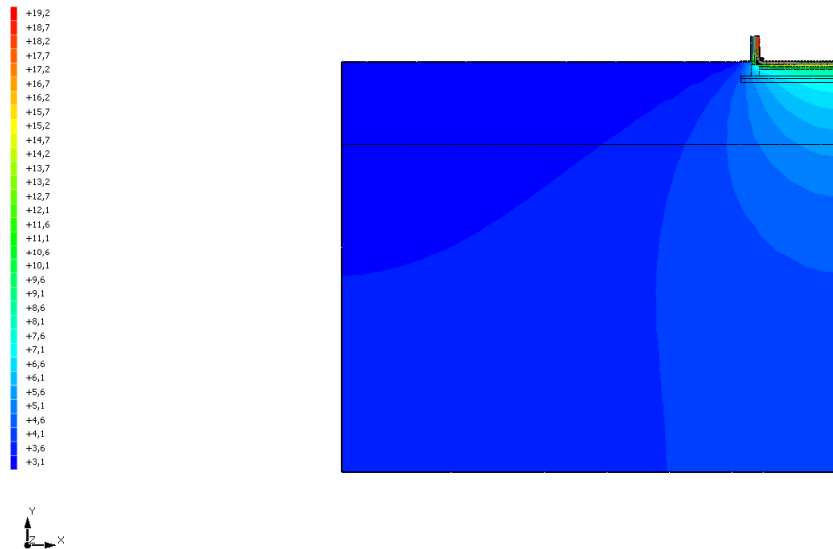
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

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

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
PT10

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 Dairago, MI

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

Tipo di calcolo

Umidità relativa interna costante

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Contorno interno - esterno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	φ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	13,70	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6604
novembre	7,10	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8342
dicembre	3,10	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8734
gennaio	3,60	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8696
febbraio	6,70	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8392
marzo	10,20	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7817
aprile	13,00	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6944

Contorno interno – altro contorno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	φ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	16,63	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,3661
novembre	13,77	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6563
dicembre	10,47	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7754
gennaio	8,47	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8144
febbraio	8,72	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8103
marzo	10,27	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7800
aprile	12,02	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7317

Te temperatura esterna media mensile [°C]

Ti temperatura interna media mensile [°C]

φ umidità relativa interna [%]

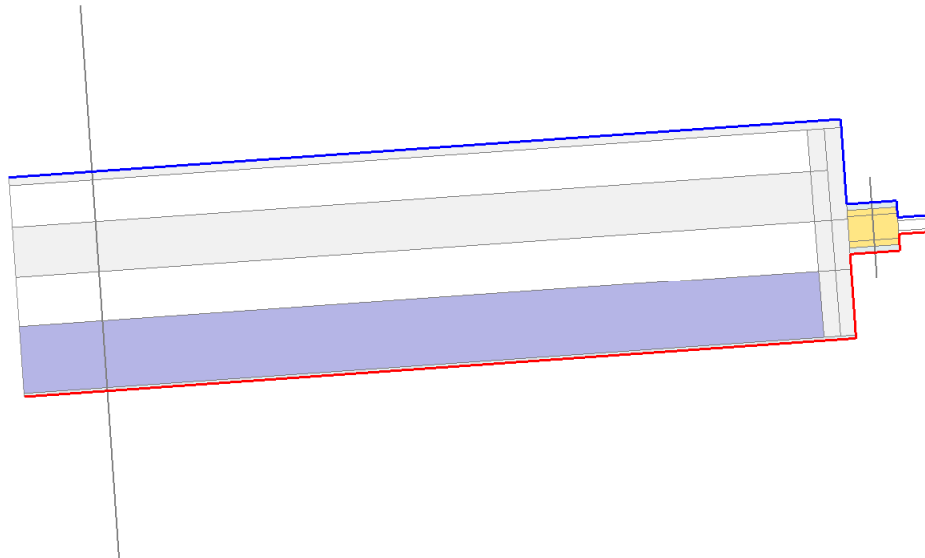
Pi pressione interna [Pa]
Psi pressione di saturazione interna [Pa]
Tsi Temperatura superficiale interna [°C]
fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,831
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,873
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	f _{rsi} <f _{rsi,max} : possibile presenza di muffa

8.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - INT_PT_06_Copertura piana con lucernario

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Lamiera grecata isolata G9	0,014
6	Lamiera di acciaio	80,000
8	Poliuretano (PU) schiuma	0,050
10	Vetro	1,000
11	Argon	0,017
12	Vetro	1,000
2	Pannello lana di roccia Durock	0,036
4	Pannello lana di roccia Durock	0,036
5	Pannello lana di roccia Durock	0,036
2	Aria 50 mm (flusso verticale ascendente, aperture 500 - 1500 mm2)	0,620
2	Pannello lana di roccia Durock	0,036
3	Pannello lana di roccia Durock	0,036
3	Pannello lana di roccia Durock	0,036
4	Pannello lana minerale	0,040
4	Pannello lana di roccia Durock	0,036
5	materassino in poliuretano PUR $\lambda = 0,04$ - Speichermatte (PUR) $\lambda = 0,04$	0,040
5	Pannello lana di roccia Durock	0,036
9	Poliuretano (PU) schiuma	0,050
9	Alluminio	220,000
7	Alluminio	220,000
7	Poliuretano (PU) schiuma	0,050

8.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Dairago - (MI).

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

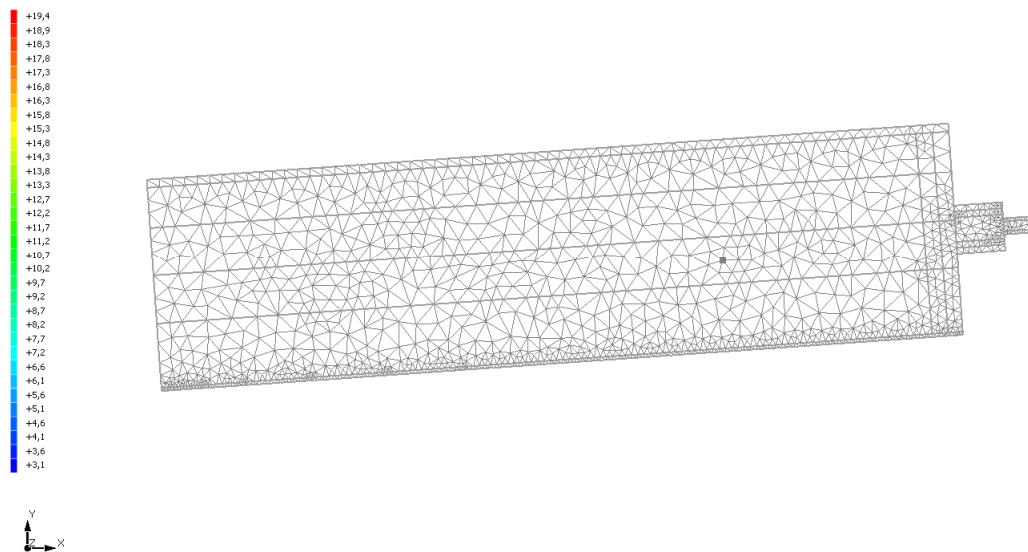
8.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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 1.421

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

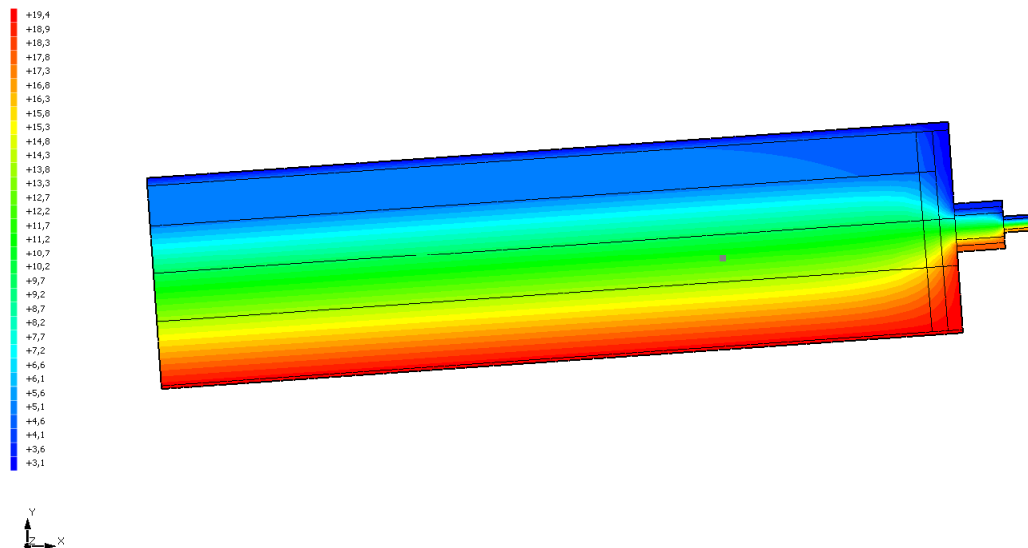
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
INT_PT_05_Copertura piano con lucernario



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)
INT_PT_05_Copertura piano con lucernario



8.5 RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ

4,88 W/m

Ψ interno	0,0694	W/mK
Ψ esterno	0,0694	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,29	W/mK
Temperatura minima	18,1	°C

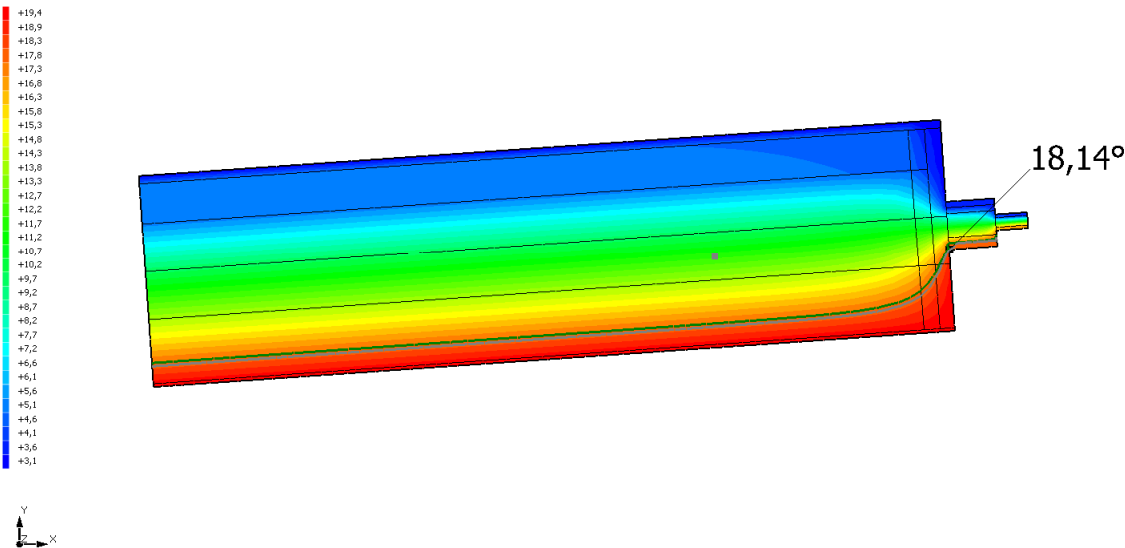
8.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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 fRsi calcolato come segue

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

Con θsi temperatura superficiale interna [°C]
θe temperatura dell'aria esterna [°C]
θi temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
INT_PT_06_Copertura piana con lucernario



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 Dairago, MI

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

Tipo di calcolo	Umidità relativa interna costante
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	φ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	13,70	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6604
novembre	7,10	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8342
dicembre	3,10	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8734
gennaio	3,60	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8696
febbraio	6,70	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8392
marzo	10,20	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7817
aprile	13,00	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6944

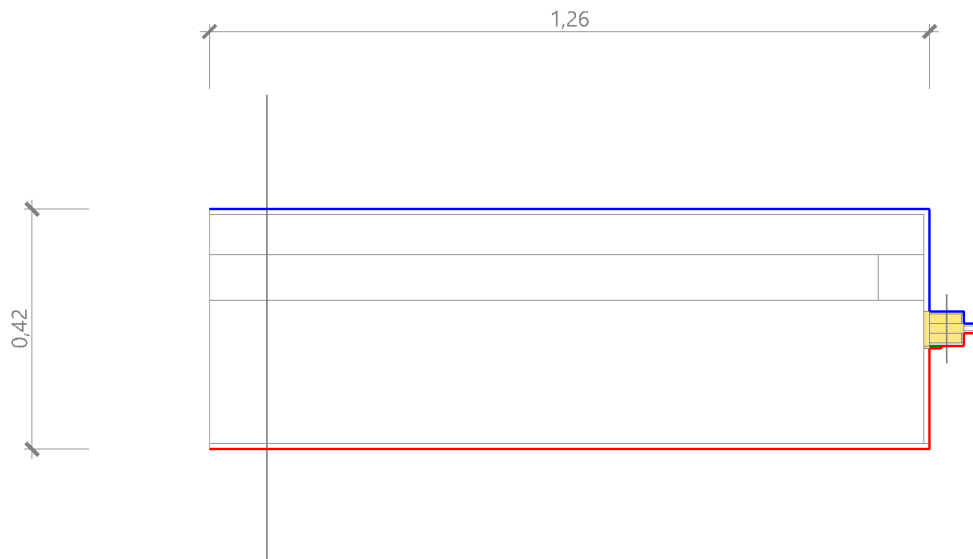
Te temperatura esterna media mensile [°C]
Ti temperatura interna media mensile [°C]
 φ umidità relativa interna [%]
Pi pressione interna [Pa]
Psi pressione di saturazione interna [Pa]
Tsi Temperatura superficiale interna [°C]
fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,890
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,873
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	frsi>frsi,max: assenza di muffa

9.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - INT_PT_PT03_Parete con serramento

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
5	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
6	Alluminio	220,000
8	Alluminio	220,000
9	Vetro	1,000
10	Argon	0,017
11	Vetro	1,000
2	Blocco semipieno di laterizio spess 7 cm	0,064
4	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	0,532
3	Polistirene espanso estruso con pelle di estrusione pareti perimetrali	0,035
3	Blocco semipieno di laterizio spess 7 cm	0,064
7	Poliuretano (PU) schiuma	0,050
1	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
1	Poliuretano (PU) schiuma	0,050
7	Poliuretano (PU) schiuma	0,050
7	Alluminio	220,000
7	Poliuretano (PU) schiuma	0,050
7	Alluminio	220,000
19	Alluminio	220,000
1	Poliuretano (PU) schiuma	0,050
1	Malta di calce o di calce e cemento	0,900

9.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Dairago - (MI).

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

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

Dettaglio dei confini

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

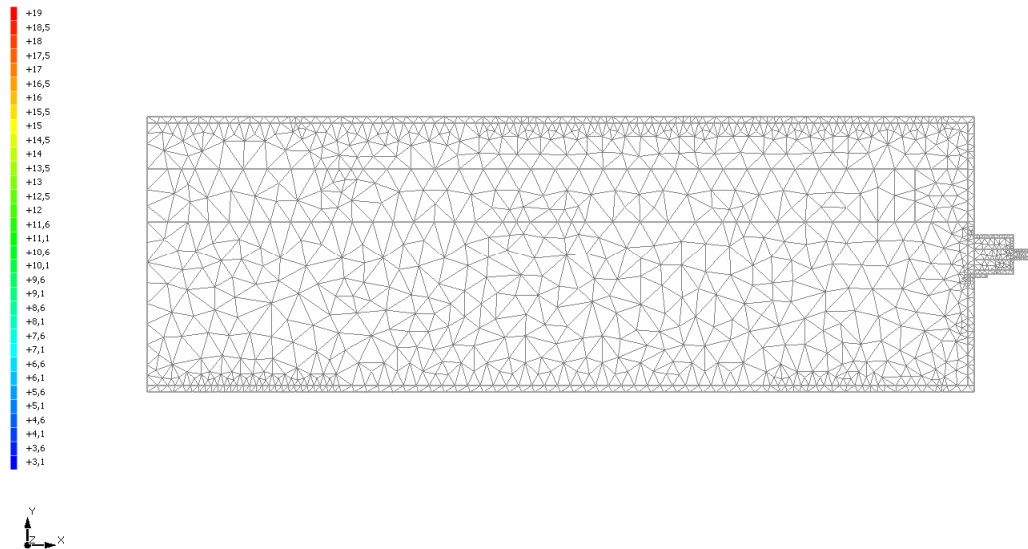
9.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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 1.185

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

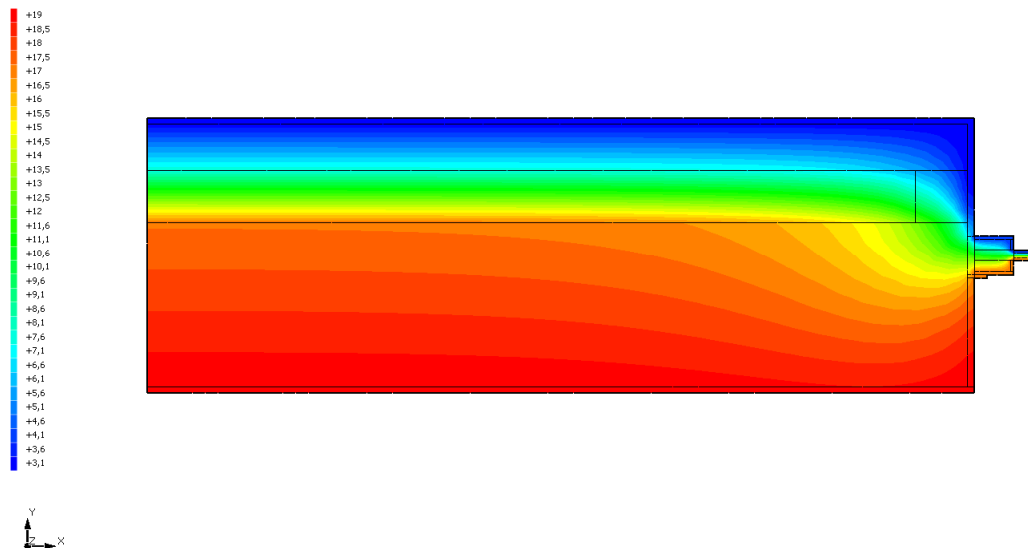
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
PT03_Parete con serramento



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)
PT03_Parete con 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 Φ

10,73 W/m

Ψ interno	0,2725	W/mK
Ψ esterno	0,2725	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,64	W/mK
Temperatura minima	17,2	°C

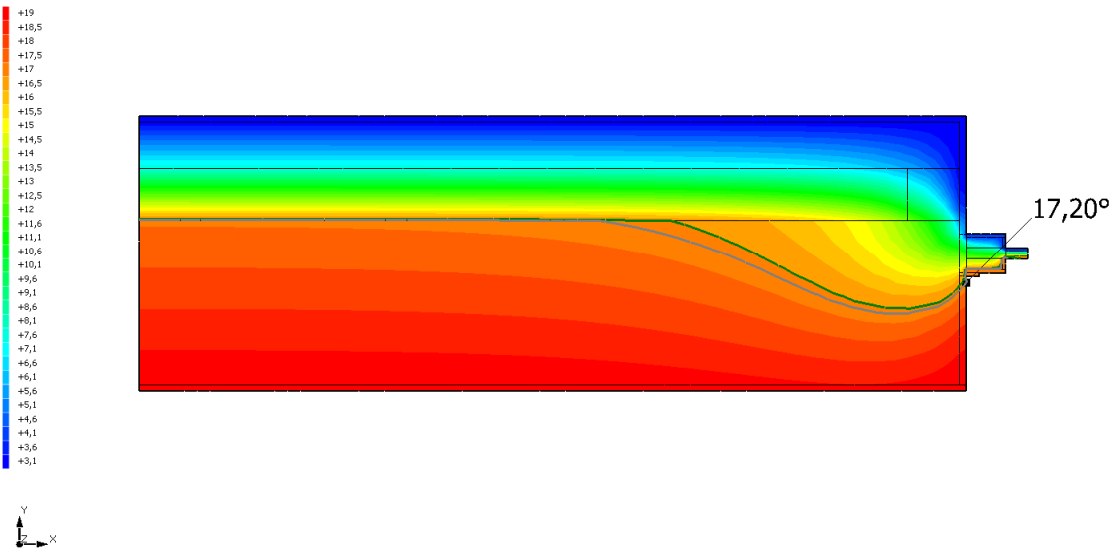
9.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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 fRsi calcolato come segue

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

Con θsi temperatura superficiale interna [°C]
θe temperatura dell'aria esterna [°C]
θi temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
PT03_Parete con 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 Dairago, MI

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	13,70	90,7	1.421,2	323,7	1.744,8	2.181,0	18,89	20,00	0,8237
novembre	7,10	94,7	954,8	558,0	1.512,7	1.890,9	16,62	20,00	0,7383
dicembre	3,10	85,7	653,7	700,0	1.353,6	1.692,1	14,89	20,00	0,6975
gennaio	3,60	85,1	672,5	682,2	1.354,7	1.693,4	14,90	20,00	0,6890
febbraio	6,70	74,0	725,9	572,2	1.298,0	1.622,5	14,24	20,00	0,5667
marzo	10,20	63,4	788,6	447,9	1.236,5	1.545,6	13,49	20,00	0,3357
aprile	13,00	66,4	994,0	348,5	1.342,5	1.678,1	14,76	20,00	0,2512

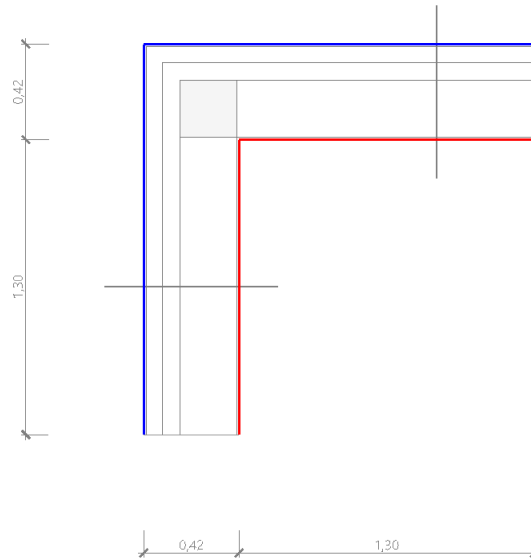
Te temperatura esterna media mensile [°C]
 φ_e umidità relativa esterna [%]
Pe pressione esterna [Pa]
 ΔP variazione di pressione [Pa]
Pi pressione interna [Pa]
Psi pressione di saturazione interna [Pa]
Tsi Temperatura superficiale interna [°C]
fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,835
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,824
Mese critico	Ottobre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	frsi>frsi,max: assenza di muffa

10.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT01_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	λ [W/mK]
1	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
1	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
2	Blocco semipieno di laterizio spess 7 cm	0,064
3	Polistirene espanso estruso con pelle di estrusione pareti perimetrali	0,035
5	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
4	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	0,532
8	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	0,532

10.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Dairago - (MI).

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

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

Dettaglio dei confini

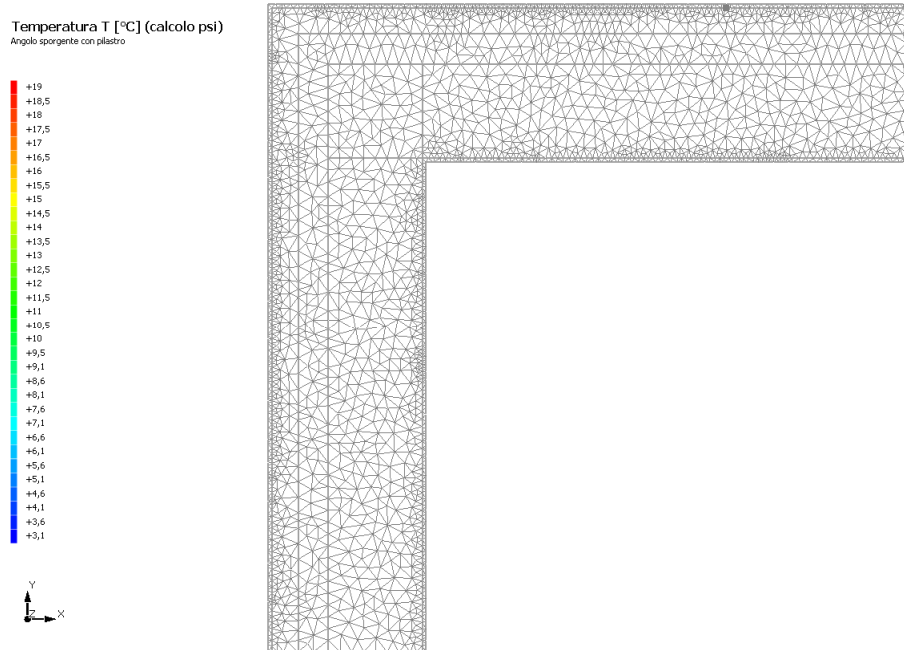
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,1	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,1	0,04
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

10.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

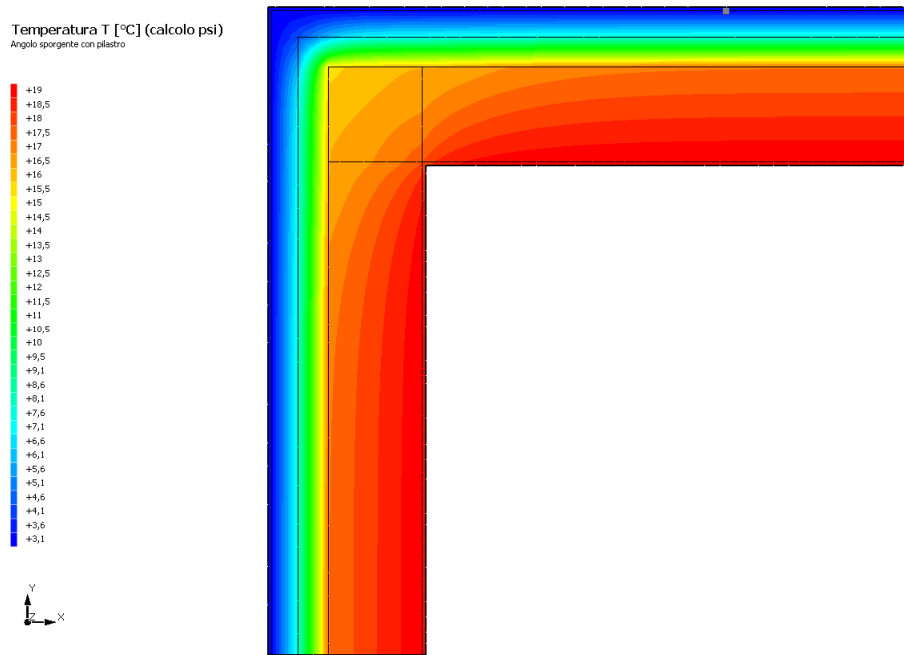
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 2.408

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



10.4 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:



10.5 RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	12,97	W/m
Ψ interno	0,1253	W/mK
Ψ esterno	-0,0822	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,77	W/mK
Temperatura minima	17,5	°C

10.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

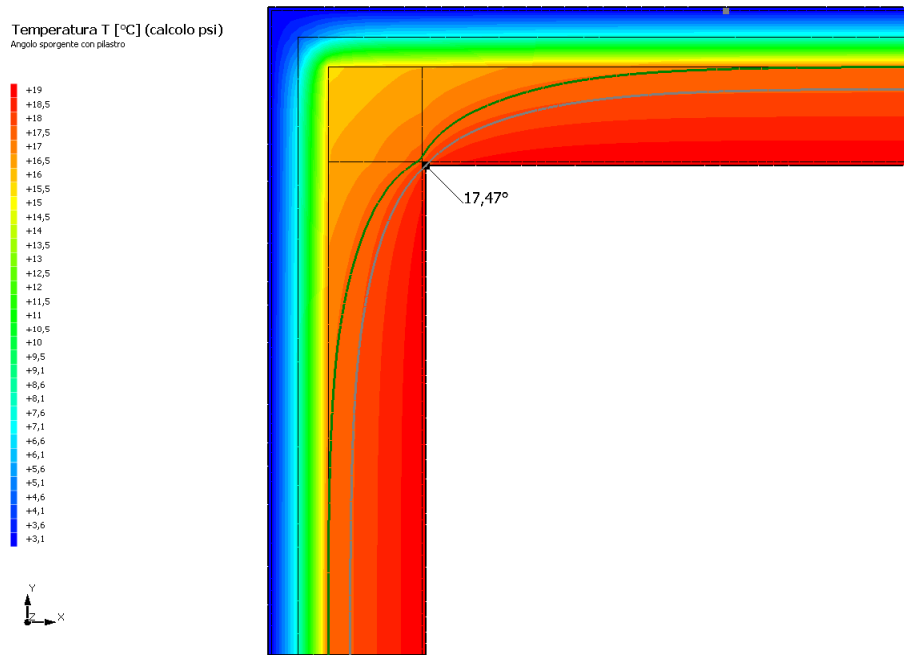
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

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

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



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

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Dairago, MI

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

Tipo di calcolo

Classi di concentrazione

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	13,70	90,7	1.421,2	323,7	1.744,8	2.181,0	18,89	20,00	0,8237
novembre	7,10	94,7	954,8	558,0	1.512,7	1.890,9	16,62	20,00	0,7383
dicembre	3,10	85,7	653,7	700,0	1.353,6	1.692,1	14,89	20,00	0,6975
gennaio	3,60	85,1	672,5	682,2	1.354,7	1.693,4	14,90	20,00	0,6890
febbraio	6,70	74,0	725,9	572,2	1.298,0	1.622,5	14,24	20,00	0,5667
marzo	10,20	63,4	788,6	447,9	1.236,5	1.545,6	13,49	20,00	0,3357
aprile	13,00	66,4	994,0	348,5	1.342,5	1.678,1	14,76	20,00	0,2512

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,850

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,824

Mese critico

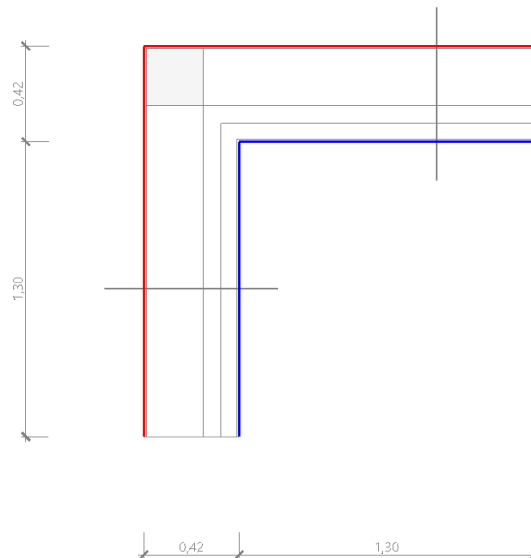
Ottobre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

11.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT02_Angolo rientrante 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	λ [W/mK]
1	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
3	Polistirene espanso estruso con pelle di estrusione pareti perimetrali	0,035
4	Blocco semipieno di laterizio spess 7 cm	0,064
5	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
1	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
2	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	0,532
8	Blocco semipieno di laterizio spess 25 cm	0,532

11.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Dairago - (MI).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica. Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

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

11.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

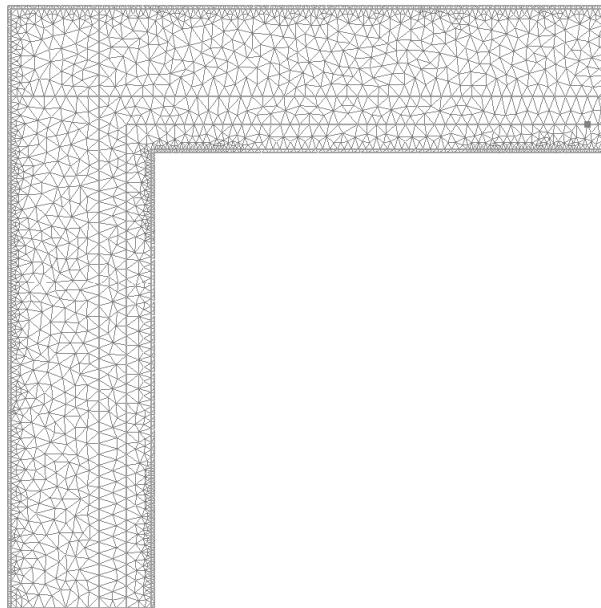
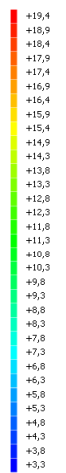
Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

2.366

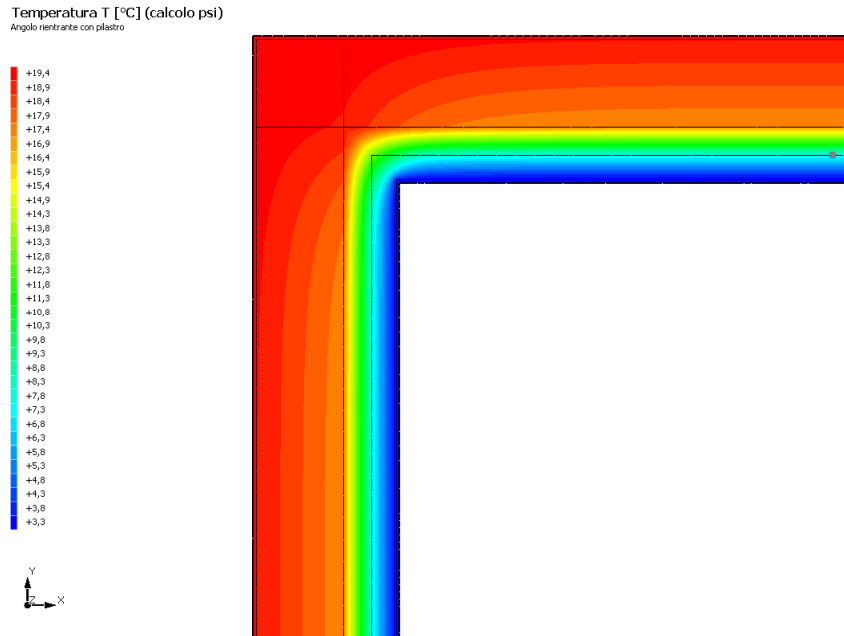
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:

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



11.4 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:



11.5 RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	11,50	W/m
Ψ interno	-0,1691	W/mK
Ψ esterno	0,0384	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,68	W/mK
Temperatura minima	19,0	°C

11.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

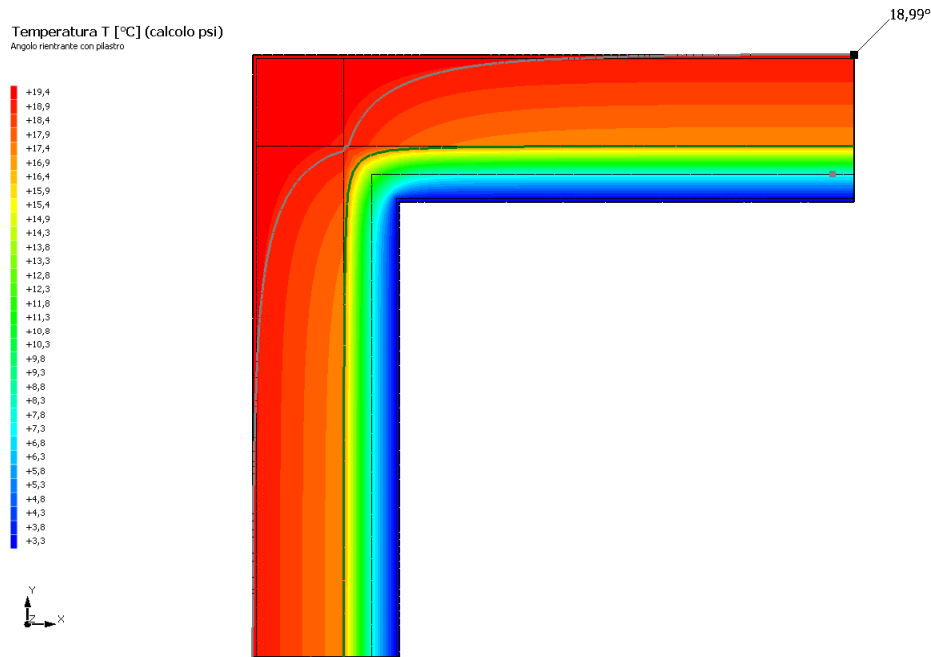
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

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

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



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

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Dairago, MI

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

Tipo di calcolo

Classi di concentrazione

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	13,70	90,7	1.421,2	323,7	1.744,8	2.181,0	18,89	20,00	0,8237
novembre	7,10	94,7	954,8	558,0	1.512,7	1.890,9	16,62	20,00	0,7383
dicembre	3,10	85,7	653,7	700,0	1.353,6	1.692,1	14,89	20,00	0,6975
gennaio	3,60	85,1	672,5	682,2	1.354,7	1.693,4	14,90	20,00	0,6890
febbraio	6,70	74,0	725,9	572,2	1.298,0	1.622,5	14,24	20,00	0,5667
marzo	10,20	63,4	788,6	447,9	1.236,5	1.545,6	13,49	20,00	0,3357
aprile	13,00	66,4	994,0	348,5	1.342,5	1.678,1	14,76	20,00	0,2512

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,940

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,824

Mese critico

Ottobre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

