



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



DIPARTIMENTO
PER LO SPORT



COMUNE
DI PADOVA

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)
Missione 5 - Inclusione e Coesione, Componente 2 - Infrastrutture Sociali, Famiglie, Comunità e Terzo
Settore (M5C2), Misura 3, Investimento 3.1 "Sport e Inclusione Sociale - Cluster 1 e 2

RIGENERAZIONE DEL PALAZZETTO DELLO SPORT SAN LAZZARO

CLUSTER 2 - CUP: J53I22000120006

PROGETTO DEFINITIVO		N°	55
<i>DESCRIZIONE ELABORATO</i> IMPIANTI TERMOTECNICI Relazione Tecnica art. 8 D.Lgs 19/08/2005 (ex L10/91)		<i>SIGLA</i>	Rel.T.02
<i>CODICE OPERA</i> LLPP EDP 2022/069 CUP: H93I22000150006	<i>SCALA</i> -	<i>DATA</i>	01/2023 rev.1
<i>IL PROGETTISTA</i> Ing. Davide Ferro	<i>IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO</i> Ing. Massimo Benvenuti	<i>IL CAPO SETTORE LL. PP.</i>	Ing. Matteo Banfi

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

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

Nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, edifici ad energia quasi zero

Un edificio esistente è sottoposto a ristrutturazione importante di primo livello quando l'intervento ricade nelle tipologie indicate .

1 INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Padova Provincia PD

Progetto per la realizzazione di

Nuovo edificio ad uso palestra ed assimilabili

Edificio pubblico

Edificio ad uso pubblico

Sito in Via San Marco 53

Unità	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno
Unità immobiliare 01				

Richiesta Permesso di Costruire _____ Del _____

Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA _____ Del _____

Variante Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA _____ Del _____

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.6(2). - attività sportive: palestre e assimilabili

Numero delle unità immobiliari 1

Soggetti coinvolti

Committente Comune di Padova

Progettista degli impianti termici Ferro Ing. Davide

Progettista dell'isolamento termico dell'edificio Ferro Ing. Davide

Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio Ferro Ing. Davide

Direttore dei lavori per l'isolamento termico dell'edificio _____

Direttore dei lavori per la realizzazione degli impianti termici _____

Direttore dei lavori del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio _____

Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio
Direttore dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio
Tecnico incaricato per la redazione dell'APE

Ferro Ing. Davide

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

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

3 PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) 2383 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.) 268,2 K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma 305,7 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]
Unità immobiliare 01	1.873,37	7.755,51	0,24	1.127,65

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} [%]
Unità immobiliare 01	Zona 1	18,0	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
Unità immobiliare 01	Non contabilizzato

Climatizzazione estiva

Unità immobiliare	S [m ²]	V [m ³]	Su [m ²]
Unità immobiliare 01	1.873,37	7.755,51	1.127,65

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 _{est} [%]
Unità immobiliare 01	Zona 1	24,0	50

Test Valore di progetto della temperatura interna estiva

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

Unità immobiliare	Metodo
Unità immobiliare 01	Non contabilizzato

Informazioni generali e prescrizioni

Presenza di reti di teleriscaldamento/raffreddamento a meno di 1000 m Sì No

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

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

B

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture: Sì No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

Materiali previsti sulla copertura inclinata con valore di riflettanza solare almeno 0,30

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

Valore di riflettanza solare _____ - > 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 Sì No

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

La copertura è in buona parte usata per l'installazione dei moduli fotovoltaici

Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) Sì No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore Sì No

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo Sì No

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'ACS Sì No

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

L'impianto oggetto di intervento è termoautonomo

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

Produzione di energia termica

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

Acqua Calda Sanitaria 0,0 %

Climatizzazione invernale, Acqua Calda Sanitaria, Climatizzazione estiva 67,1 %

Produzione di energia elettrica

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S 657,00 m²

Potenza Elettrica $P=(1/K)*S$ 36,13 kW

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

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

Si No

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

Si No

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

La climatizzazione avviene in un unico locale

Valutazione sull'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate sia esterni che interni presenti:
vedi allegati alla relazione tecnica

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

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

Valore di Massa superficiale

Elemento edilizio	M Sup [kg/m ²]	Limite [kg/m ²]	Verifica
-	-	-	-

Valore del modulo della trasmittanza termica periodica YIE

Elemento edilizio	YIE [W/m ² K]	Limite [W/m ² K]	Verifica
-	-	-	-

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

5 DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

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

a. Descrizione dell'impianto

Tipologia

Impianto termico autonomo per il riscaldamento e raffrescamento degli ambienti

Sistemi di generazione

Pompa di calore elettrica aria-aria di tipologia Rooftop

Sistemi di termoregolazione

Climatica+Zona

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Non presenti

Sistemi di distribuzione del vettore termico

Impianto aeraulico con distribuzione mediante canali aventi sezione rettangolare o circolare con coibentazione dallo spessore opportuno nelle installazioni su ambiente esterno

Sistemi di ventilazione forzata

Ventilazione meccanica tramite Rooftop, il ricambio di aria viene garantito mediante una serranda motorizzata

Sistemi di accumulo termico

Non presenti

Sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria

Non è prevista in questa fase la produzione di acqua calda sanitaria

Sistemi di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065) Sì No

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore

-

Filtro di sicurezza Sì No

b. Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria

Sì No

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro

Sì No

POMPA DI CALORE

CLIVETPECK 3i CSRN-iY 20,2

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): _____

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

Potenza elettrica assorbita 25.138 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	-	-	-	-	-	-	-	-
-5,0	62,700	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	62,700	-	-	-	-	-	-	-	-
2,0	72,700	-	-	-	-	-	-	-	-
7,0	81,700	-	-	-	-	-	-	-	-

Coefficiente di prestazione (COP)

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]								
	20	-	-	-	-	-	-	-	-
-5,0	3,370	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	3,370	-	-	-	-	-	-	-	-
2,0	3,300	-	-	-	-	-	-	-	-
7,0	3,250	-	-	-	-	-	-	-	-

MACCHINA FRIGORIFERA

CLIVETPECK 3i CSRN-iY 20,2 C

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

Temperatura b.u. dell'aria nell'ambiente interno:19,00

Temperatura bulbo secco dell'aria esterna:35,00

Funzionamento pompa Energia elettrica

Funzionamento pompa Raffrescamento

Potenza nominale 70,6 kW

Potenza elettrica assorbita 25.395 W

PRESTAZIONI

Fattore di carico	EER
100 %	2,78
75 %	3,17
50 %	3,58
25 %	4,04

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

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

Tipo di conduzione invernale prevista:

Continua con attenuazione notturna

Intermittente

Tipo di conduzione estiva prevista:

Continua con attenuazione notturna

Intermittente

Sistema di gestione dell'impianto termico

Cronotermostato ambiente programmabile _____

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

Centralina climatica _____

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore 2

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

Denominazione	Regolazione	N	Descrizione	Livelli
Unità immobiliare 01-Zona 1	Termostato di zona e sonda climatica	1		2

N: numero apparecchi

Livelli: Numero di livelli di programmazione nelle 24 ore

d. Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)

Per Climatizzazione invernale

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo _____

Per Acqua Calda Sanitaria

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo _____

Per Climatizzazione estiva

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo

e. Terminali di erogazione dell'energia termica

Elenco dei terminali di erogazione dell'unità immobiliare

Denominazione	N	Tipologia	P [W]
U.I.1-Zona 1		Bocchette	57.964,8

N Numero di apparecchi

P Potenza installata

f. Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali

Non sono presenti generatori a combustione

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

Descrizione e caratteristiche principali

In questa fase di progetto, non è previsto l'allacciamento all'acquedotto, poiché non vi è necessità di acqua tecnologica e di acqua potabile per uso umano

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 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 No

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

5.4 Impianti di illuminazione

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti di illuminazione Si No

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

5.5 Altri impianti

Altri impianti dell'edificio Si No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali

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

6 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

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

a. Involucro edilizio e ricambi d'aria

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

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

Elemento edilizio	U	U _{lim}	Verificato
Solaio verso ECR	0,723 W/(m ² K)	0,800 W/(m ² K)	SI

Verifica termoigrometrica:

vedi allegati alla relazione tecnica.

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

vedi allegati alla relazione tecnica.

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

vedi allegati alla relazione tecnica.

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

vedi allegati alla relazione tecnica.

Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso:

vedi allegati alla relazione tecnica.

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

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

Verifica coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione:

Unità immobiliare	H'T	H'T,lim	Verifica
H'T Unità immobiliare 01	0,280	0,750	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 dell'area solare equivalente estiva dei componenti finestrati

Unità immobiliare	$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ limite	Verifica
Asol,est/Asup utile Unità immobiliare 01	0,008	0,040	SI
Asol,est/Asup utile edificio intero	0,008	0,040	SI

Verifica indice di prestazione termica utile

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale EPH,nd	11,78 kWh/m ²
Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento EPH,nd	11,78 kWh/m ²
	Verifica: SI
Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva EPC,nd	17,17 kWh/m ²
Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento EPC,nd	18,34 kWh/m ²
	Verifica: SI

Verifica indice di prestazione energetica globale dell'edificio

Indice di prestazione energetica globale dell'edificio, espresso in energia primaria non rinnovabile $EP_{gl,nr}$	19,71 kWh/m ²
Indice di prestazione energetica globale dell'edificio $EP_{gl,tot}$	59,89 kWh/m ²
Indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento $EP_{gl,tot,limite}$	67,33 kWh/m ²
	Verifica: SI

Verifica Efficienza media stagionale

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

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento η_H	0,236
Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_H,limite$	0,222
	Verifica: SI
Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS η_W :	-
Efficienza media stagionale dell'impianto di ACS calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_W,limite$	-
	Verifica: -
Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento η_C	29,547

Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato
nell'edificio di riferimento $\eta_{C,limite}$

26,466

Verifica: SI

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

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

d. Impianti fotovoltaici

Connessione impianto: Grid connected _____
Tipo moduli Silicio monocristallino _____
Tipo installazione Altro _____
Descrizione tipo installazione (se altro) _____
Tipo supporto Altro _____
Descrizione tipo supporto (se altro) Staffe di supporto in copertura su lamiera grecata _____
Inclinazione 4 ° _____
Orientamento 10 _____
Potenza installata 40,05 kW _____
Percentuale copertura fabbisogno annuo 100,00 % _____

e. Consuntivo energia

Energia prodotta in sito

Vettore energetico	Udm	Qdel,insitu
Energia elettrica da solare fotovoltaico [H]	kWh	7.104,31
Energia elettrica da solare fotovoltaico [C]	kWh	655,14
Energia elettrica da solare fotovoltaico [L]	kWh	5.290,06
Energia elettrica da solare fotovoltaico [V]	kWh	1.021,93
Energia termica da solare termico [H]	kWh	0,00
Energia termica da solare termico [C]	kWh	0,00
Energia termica da solare termico [L]	kWh	0,00

Energia termica da solare termico [V]	kWh	0,00
---------------------------------------	-----	------

Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel,consegnata
Energia elettrica da rete [H]	kWh	9.591,73
Energia elettrica da rete [C]	kWh	0,00
Energia elettrica da rete [L]	kWh	1.511,89
Energia elettrica da rete [V]	kWh	292,07

Energia esportata

Vettore energetico	Udm	Qdel,esportata
Energia elettrica da rete [H]	kWh	1.733,64
Energia elettrica da rete [C]	kWh	1.267,90
Energia elettrica da rete [L]	kWh	18.638,66
Energia elettrica da rete [V]	kWh	3.600,61

Energia primaria

Indice di prestazione rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPren [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	33,26
Acqua calda sanitaria	0,00
Raffrescamento	0,58
Illuminazione	5,32
Ventilazione	1,03

Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	16,59
Acqua calda sanitaria	0,00
Raffrescamento	0,00
Illuminazione	2,61
Ventilazione	0,51

Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	EPtot [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	49,84
Acqua calda sanitaria	0,00
Raffrescamento	0,58
Illuminazione	7,94
Ventilazione	1,53

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:

Progetto conforme alle normative vigenti in materia di efficienza energetica, pertanto non sono presenti deroghe

8 DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- 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 fissi 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.
- Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogica voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali.
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria.
- Schede con indicazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza.
- Altri eventuali allegati non obbligatori:

9 DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto Ferro Ing. Davide, iscritto a Ordine degli Ingegneri di Rovigo, n° 615, 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;
- c) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali

Data

14/12/2022

Firma

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 Padova- (PD)

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

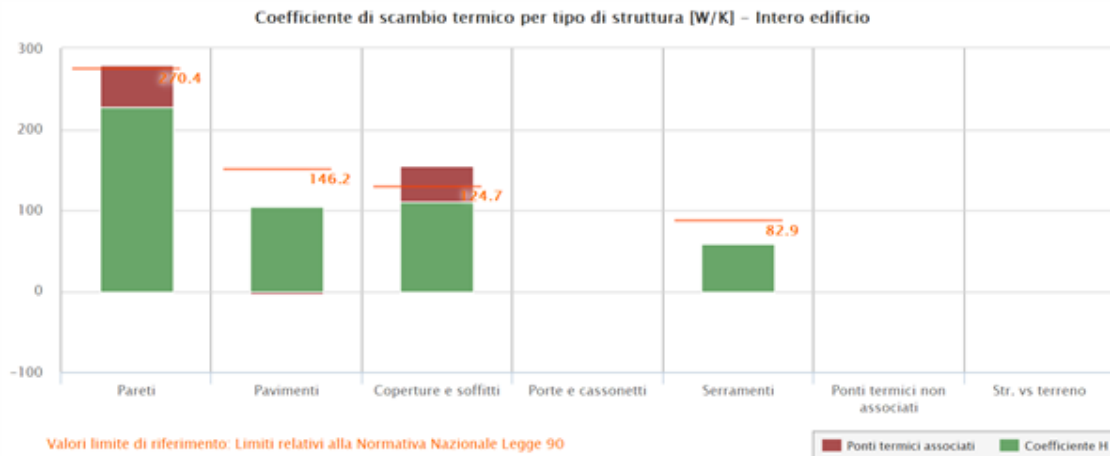
Unità immobiliare 01

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

2 SCAMBI TERMICI PER CATEGORIA DI ELEMENTO

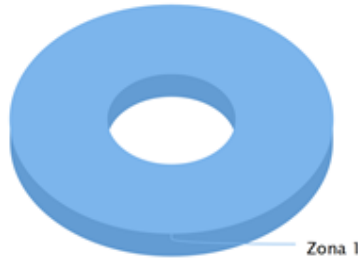
La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici, opportunamente moltiplicate per il fattore di correzione dello scambio termico dovuto agli ambienti non climatizzati o climatizzati adiacenti.

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



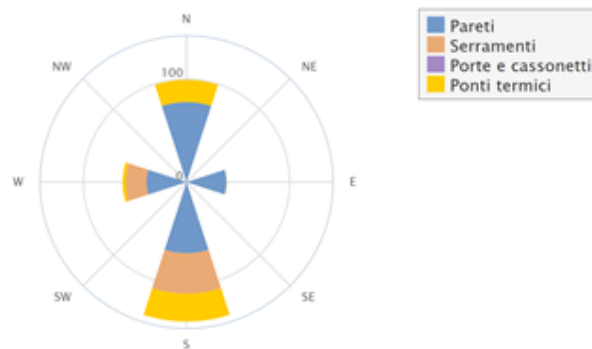
Il grafico mostra la suddivisione dello scambio termico per zona termica.

Coefficiente globale di scambio termico [W/K]



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

Coefficiente di scambio termico per orientamento [W/K]



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.

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Deposito 1

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0004	Parete prefabbricata Chryso	28,8 m ²	W	0,220 W/(m ² K)	0,237 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0009	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	6,3 %
pt0004	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	1,8 m	0,070 W/K	1,0 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0006	Parete prefabbricata Chryso	8,4 m ²	S	0,220 W/(m ² K)	0,228 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0004	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	1,8 m	0,070 W/K	3,8 %

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Deposito 2

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0001	Parete prefabbricata Chryso	8,4 m ²	N	0,220 W/(m ² K)	0,228 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0001	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	1,8 m	0,070 W/K	3,8 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0009	Parete prefabbricata Chryso	29,3 m ²	W	0,220 W/(m ² K)	0,185 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0010	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	6,2 %
pt0002	Parete - pavimento	-0,173 W/(mK)	8,9 m	-1,536 W/K	- %
pt0001	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	1,8 m	0,070 W/K	1,0 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0001	Solaio verso esterno	21,1 m ²	-	0,168 W/(m ² K)	0,135 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0001	Parete - pavimento	-0,173 W/(mK)	4,0 m	-0,692 W/K	- %

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Palestra.1

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0002	Parete prefabbricata Chryso	30,0 m ²	E	0,220 W/(m ² K)	0,222 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0002	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	1,8 m	0,070 W/K	1,1 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0003	Parete prefabbricata Chryso	95,4 m ²	S	0,220 W/(m ² K)	0,200 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0011	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	10,8 m	0,771 W/K	3,4 %
pt0003	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	1,8 m	0,070 W/K	0,3 %
pt0007	Parete - pilastro	-0,001 W/(mK)	3,5 m	-0,003 W/K	- %
pt0008	Parete - pilastro	-0,001 W/(mK)	3,5 m	-0,003 W/K	- %
pt0003	Parete - pavimento	-0,173 W/(mK)	15,9 m	-2,759 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0010	Parete prefabbricata Chryso	103,1 m ²	N	0,220 W/(m ² K)	0,214 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0001	Parete - pavimento	-0,173 W/(mK)	4,0 m	-0,692 W/K	- %
pt0002	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	1,8 m	0,070 W/K	0,3 %
pt0005	Parete - pilastro	-0,001 W/(mK)	3,5 m	-0,003 W/K	- %
pt0006	Parete - pilastro	-0,001 W/(mK)	3,5 m	-0,003 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0012	Parete prefabbricata Chryso	11,5 m ²	E	0,220 W/(m ² K)	0,204 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0003	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	1,8 m	0,070 W/K	2,8 %
pt0004	Parete - pavimento	-0,173 W/(mK)	1,4 m	-0,249 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0001	Solaio verso esterno	165,3 m ²	-	0,168 W/(m ² K)	0,150 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0003	Parete - pavimento	-0,173 W/(mK)	15,9 m	-2,759 W/K	- %
pt0004	Parete - pavimento	-0,173 W/(mK)	1,4 m	-0,249 W/K	- %

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Palestra.2

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0013	Parete prefabbricata Chryso	241,6 m ²	N	0,220 W/(m ² K)	0,311 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0009	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	4,4 m	0,174 W/K	0,3 %
pt0010	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	3,2 m	0,130 W/K	0,2 %
pt0005	Parete - copertura	1,477 W/(mK)	14,8 m	21,812 W/K	41,0 %
pt0013	Parete - pilastro	-0,001 W/(mK)	8,7 m	-0,007 W/K	- %
pt0014	Parete - pilastro	-0,001 W/(mK)	8,7 m	-0,007 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0014	Parete prefabbricata Chryso	134,6 m ²	E	0,220 W/(m ² K)	0,223 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0009	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	4,4 m	0,174 W/K	0,6 %
pt0011	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	4,4 m	0,174 W/K	0,6 %
pt0015	Parete - pilastro	-0,001 W/(mK)	8,7 m	-0,007 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0015	Parete prefabbricata Chryso	118,6 m ²	W	0,220 W/(m ² K)	0,251 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0017	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	1,4 %
pt0018	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	1,4 %
pt0019	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	1,4 %
pt0020	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	1,4 %
pt0021	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	1,4 %
pt0022	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	1,4 %
pt0023	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	1,4 %
pt0024	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	1,4 %
pt0010	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	3,2 m	0,130 W/K	0,4 %
pt0012	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	3,2 m	0,130 W/K	0,4 %
pt0016	Parete - pilastro	-0,001 W/(mK)	8,7 m	-0,007 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0016	Parete prefabbricata Chryso	209,6 m ²	S	0,220 W/(m ² K)	0,358 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0025	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0026	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0027	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0028	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0029	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0030	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0031	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0032	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0033	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0034	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0035	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0036	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0037	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0038	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0039	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0040	Parete - serramento	0,071 W/(mK)	6,0 m	0,428 W/K	0,8 %
pt0011	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	4,4 m	0,174 W/K	0,3 %
pt0012	Angolo sporgente	0,040 W/(mK)	3,2 m	0,130 W/K	0,2 %
pt0006	Parete - copertura	1,477 W/(mK)	14,8 m	21,809 W/K	41,0 %

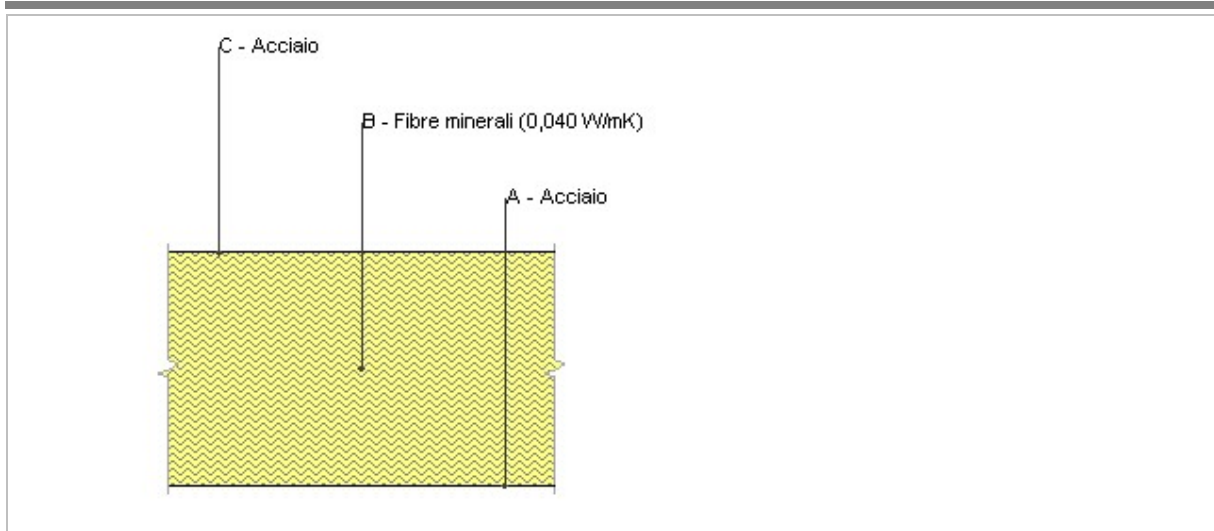
Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
co0001	Copertura in pannello sandwich	566,7 m ²	-	0,196 W/(m ² K)	0,272 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0005	Parete - copertura	1,477 W/(mK)	14,8 m	21,812 W/K	19,7 %
pt0006	Parete - copertura	1,477 W/(mK)	14,8 m	21,809 W/K	19,7 %

Parete prefabbricata Chryso

Dati della struttura

Tipologia	350 mm	Disposizione	
Disperde verso	Esterno	Spessore	350 mm
Trasmittanza	0,22 W/(m ² K)	Capacità termica	
Resistenza	4,55 (m ² K)/W	Trasmittanza termica periodica	
Valore ricavato da			
Descrizione			

Copertura in pannello sandwich



Spessore	200,0 mm	Trasmittanza	0,196 W/m ² K
Resistenza	5,115 m ² K/W	Massa superf.	23 kg/m ²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Acciaio	0,5	52,000	0,000	7.800	0,45	999.999,0
B	Fibre minerali (0,040 W/mK)	199,0	0,040	4,975	75	0,67	1,3
C	Acciaio	0,5	52,000	0,000	7.800	0,45	999.999,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	200,0		5,115			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Padova
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m ³
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	- %	3,0 °C	87,4 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	3,7 °C	83,1 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,9 °C	78,1 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	13,2 °C	78,7 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	18,0 °C	67,3 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	22,2 °C	73,5 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	24,0 °C	74,0 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	22,3 °C	76,0 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,8 °C	68,2 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	13,3 °C	90,2 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	8,8 °C	97,6 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	2,6 °C	84,9 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1.519,00 Pa	2,60 °C	624,80 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1.938,40 Pa	24,00 °C	2.205,60 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 0,002 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 200,982 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	13,3 °C	1376,24 Pa	337,85 Pa	1714,09 Pa	20 °C	90 %
novembre	8,8 °C	1104,9 Pa	497,6 Pa	1602,5 Pa	20 °C	98 %
dicembre	2,6 °C	624,76 Pa	717,7 Pa	1342,46 Pa	20 °C	85 %
gennaio	3,0 °C	661,93 Pa	703,5 Pa	1365,43 Pa	20 °C	87 %
febbraio	3,7 °C	661,27 Pa	678,65 Pa	1339,92 Pa	20 °C	83 %
marzo	8,9 °C	890,41 Pa	494,05 Pa	1384,46 Pa	20 °C	78 %
aprile	13,2 °C	1193,3 Pa	341,4 Pa	1534,7 Pa	20 °C	79 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	18,61°C	0,7918
novembre	17,53°C	0,7798
dicembre	14,76°C	0,6988
gennaio	15,02°C	0,7072
febbraio	14,73°C	0,6766
marzo	15,24°C	0,5709
aprile	16,85°C	0,5368

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} : 0,7918 (mese di Ottobre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.365,4	1.339,9	1.384,5	1.534,7	1.559,8	1.987,9	2.163,6	2.062,8	1.621,6	1.714,1	1.602,5	1.342,5
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.013,8	1.000,7	1.137,5	1.364,0	1.474,3	1.976,9	2.184,6	2.053,7	1.550,3	1.545,2	1.353,8	983,7
	2.222,7	2.227,3	2.261,8	2.290,6	2.323,2	2.352,1	2.364,6	2.352,8	2.328,7	2.291,3	2.261,1	2.220,1
A-B	1.013,6	1.000,5	1.137,4	1.364,0	1.474,2	1.976,9	2.184,6	2.053,7	1.550,3	1.545,1	1.353,6	983,5
	764,4	802,8	1.146,2	1.521,8	2.064,8	2.672,1	2.976,7	2.688,3	2.170,1	1.531,7	1.138,6	743,1
B-C	661,9	661,3	890,4	1.193,3	1.388,8	1.966,0	2.205,6	2.044,5	1.479,0	1.376,2	1.104,9	624,8
	764,4	802,8	1.146,2	1.521,8	2.064,8	2.672,1	2.976,7	2.688,3	2.170,1	1.531,7	1.138,6	743,1
C-Add	661,9	661,3	890,4	1.193,3	1.388,8	1.966,0	2.205,6	2.044,5	1.479,0	1.376,2	1.104,9	624,8
	757,4	795,8	1.139,7	1.516,7	2.062,8	2.674,8	2.982,2	2.691,1	2.168,9	1.526,6	1.132,0	736,2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,2	19,2	19,5	19,7	19,9	20,1	20,2	20,1	19,9	19,7	19,5	19,2
A-B	19,2	19,2	19,5	19,7	19,9	20,1	20,2	20,1	19,9	19,7	19,5	19,2
B-C	3,1	3,8	9,0	13,3	18,0	22,2	24,0	22,3	18,8	13,4	8,9	2,7
C-Add	3,1	3,8	9,0	13,3	18,0	22,2	24,0	22,3	18,8	13,4	8,9	2,7
Add-Esterno	3,0	3,7	8,9	13,2	18,0	22,2	24,0	22,3	18,8	13,3	8,8	2,6

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. B/C												
Gc [Kg/m ²]	0,0005	0,0004	0,0000	-0,0003	-0,0013	-0,0014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0005
Ma [Kg/m ²]	0,0015	0,0019	0,0019	0,0016	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0010
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

gennaio - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,0015 kg/m²

febbraio - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,0019 kg/m²

marzo - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,0019 kg/m²

aprile - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,0016 kg/m²

maggio - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,0003 kg/m²

ottobre - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,0004 kg/m²

novembre - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,0005 kg/m²

dicembre - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,0010 kg/m²

Visualizza/modifica gli elementi in archiviofebbraio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0005 kg/m² B-C nel mese di gennaio

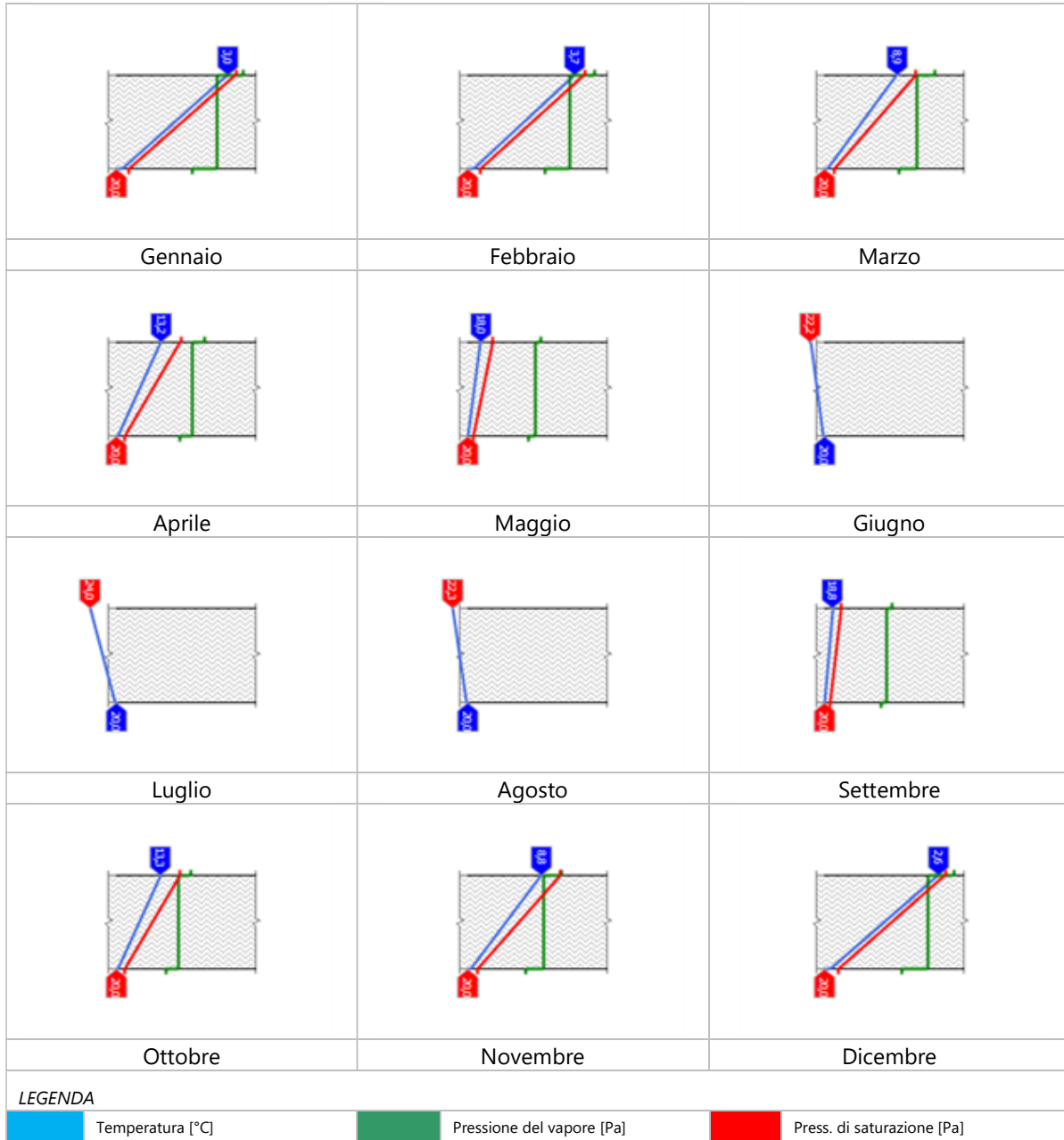
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

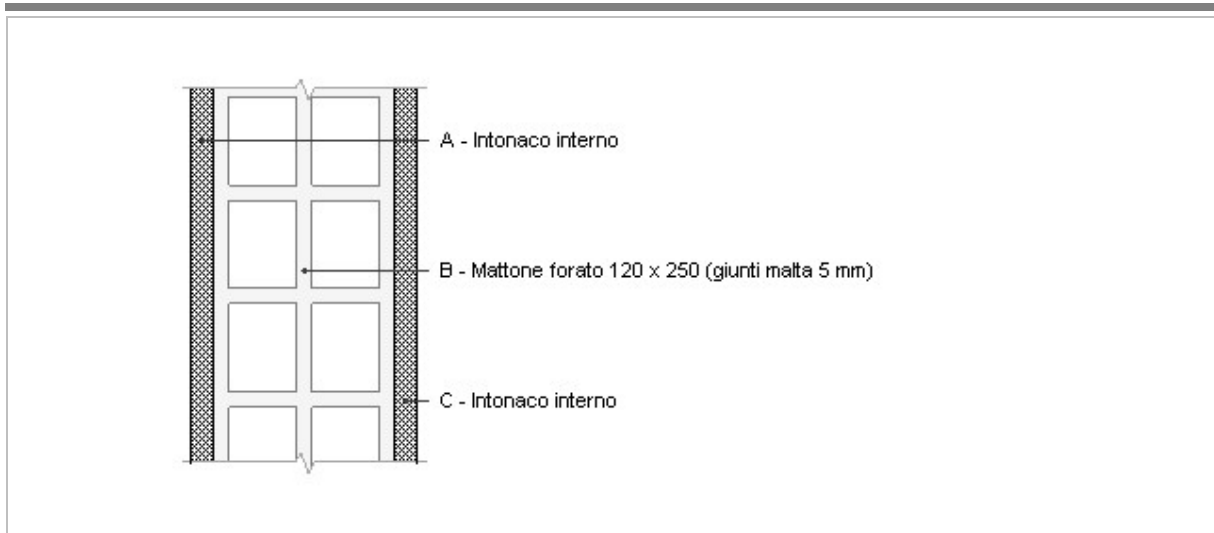
Quantità di vapore residuo Ma: 0,0019 nel mese di febbraio kg/m² B-C

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia B-C - Formazione di condensa: 0,0019 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



Divisorio interno (15 cm)

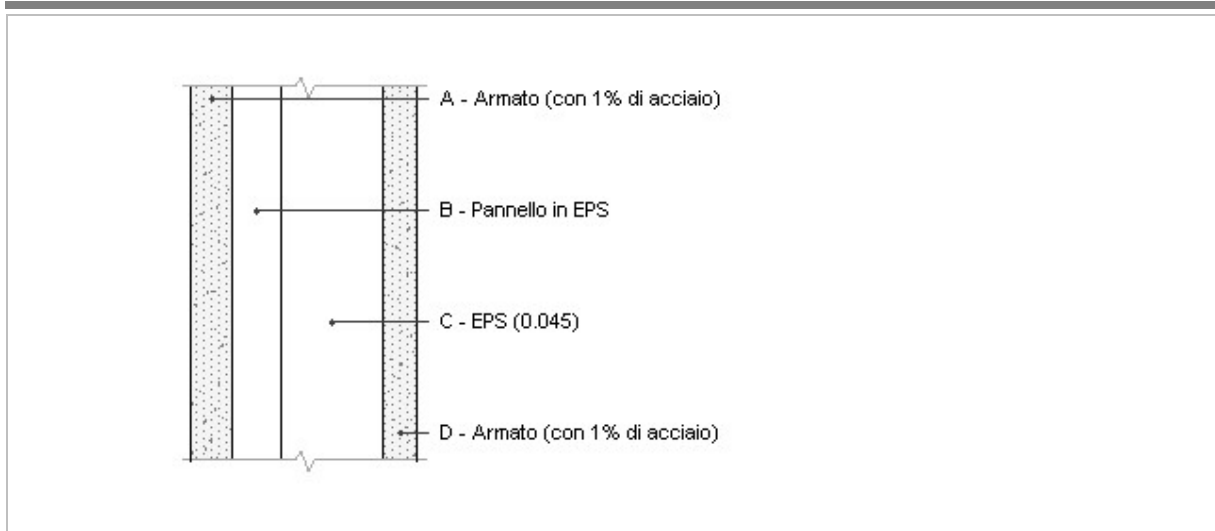


Spessore	150,0 mm	Trasmittanza	1,553 W/m ² K
Resistenza	0,644 m ² K/W	Massa superf.	216 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	15,0	0,700	0,021	1.400	1,00	11,1
B	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 5 mm)	120,0	0,352	0,341	1.800	1,00	5,0
C	Intonaco interno	15,0	0,700	0,021	1.400	1,00	11,1
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	150,0		0,644			

Parete prefabbricata (verso ZNR)

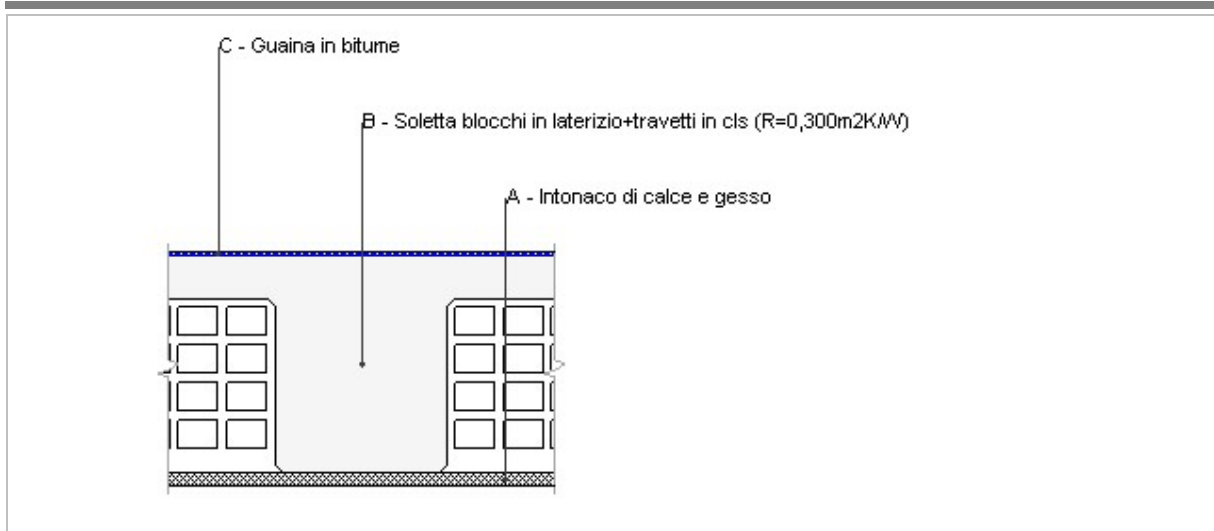


Spessore	330,0 mm	Trasmittanza	0,167 W/m ² K
Resistenza	5,975 m ² K/W	Massa superf.	261 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore <i>s</i>	Conduttività λ	Resistenza <i>R</i>	Densità ρ	Capacità <i>C</i>	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Armato (con 1% di acciaio)	60,0	2,300	0,026	2.300	1,00	80,0
B	Pannello in EPS	70,0	0,030	2,333	30	1,00	50,0
C	EPS (0.045)	150,0	0,045	3,333	40	0,50	50,0
D	Armato (con 1% di acciaio)	50,0	2,300	0,022	2.300	1,00	80,0
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	330,0		5,975			

Soffitto depositi (locale interno alla zona)

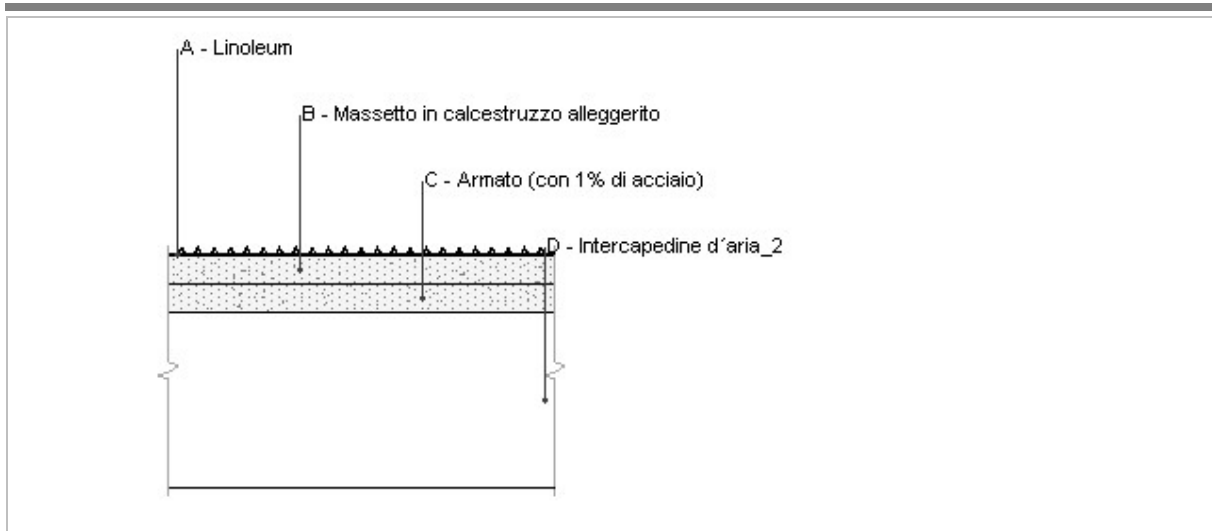


Spessore	173,0 mm	Trasmittanza	1,880 W/m ² K
Resistenza	0,532 m ² K/W	Massa superf.	148 kg/m ²
Tipologia	Soffitto		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore <i>s</i> mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza <i>R</i> m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità <i>C</i> kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	10,0	0,700	0,014	1.400	0,84	11,1
B	Soletta blocchi in laterizio+travetti in cls (R=0,300m2K/W)	160,0	0,533	0,300	900	1,00	999.999,0
C	Guaina in bitume	3,0	0,170	0,018	1.200	0,92	22.222,2
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
	TOTALE	173,0		0,532			

Solaio verso ECR

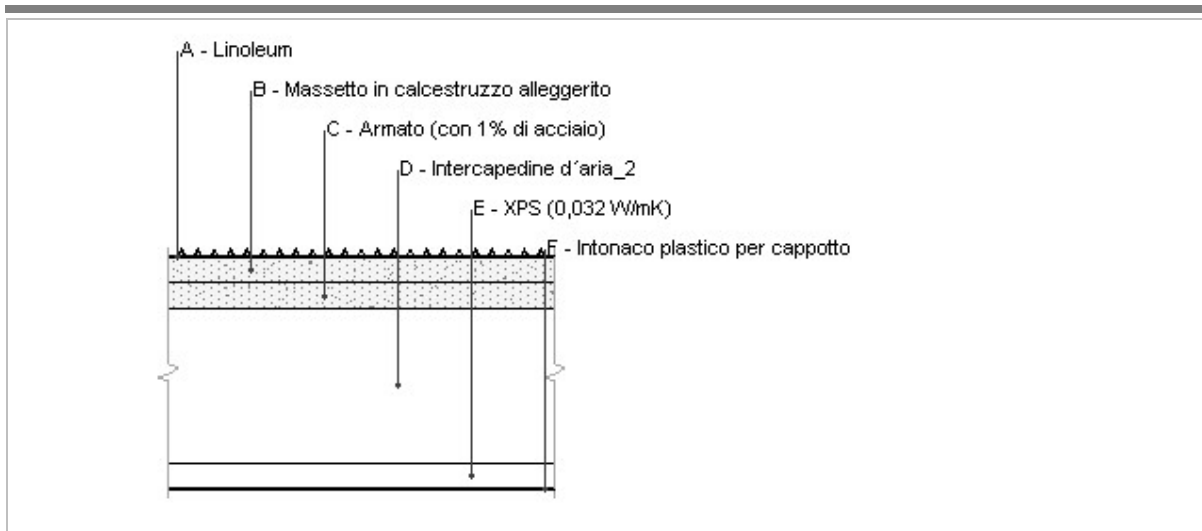


Spessore	1.205,0 mm	Trasmittanza	0,723 W/m ² K
Resistenza	1,384 m ² K/W	Massa superf.	592 kg/m ²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore <i>s</i>	Conduttività λ	Resistenza <i>R</i>	Densità ρ	Capacità <i>C</i>	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	Linoleum	5,0	0,170	0,029	1.200	1,40	800,0
B	Massetto in calcestruzzo alleggerito	150,0	1,080	0,139	1.600	1,00	3,3
C	Armato (con 1% di acciaio)	150,0	2,300	0,065	2.300	1,00	80,0
D	Intercapedine d'aria_2	900,0	1,111	0,810	1	1,00	1,0
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
	TOTALE	1.205,0		1,384			

Solaio verso esterno



Spessore	1.360,0 mm	Trasmittanza	0,168 W/m ² K
Resistenza	5,956 m ² K/W	Massa superf.	597 kg/m ²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	Linoleum	5,0	0,170	0,029	1.200	1,40	800,0
B	Massetto in calcestruzzo alleggerito	150,0	1,080	0,139	1.600	1,00	3,3
C	Armato (con 1% di acciaio)	150,0	2,300	0,065	2.300	1,00	80,0
D	Intercapedine d'aria_2	900,0	1,111	0,810	1	1,00	1,0
E	XPS (0,032 W/mK)	150,0	0,032	4,688	30	1,45	140,0
F	Intonaco plastico per cappotto	5,0	0,330	0,015	1.300	0,84	32,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale discendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	1.360,0		5,956			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Padova
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m ³
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	- %	3,0 °C	87,4 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	3,7 °C	83,1 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,9 °C	78,1 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	13,2 °C	78,7 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	18,0 °C	67,3 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	22,2 °C	73,5 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	24,0 °C	74,0 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	22,3 °C	76,0 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,8 °C	68,2 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	13,3 °C	90,2 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	8,8 °C	97,6 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	2,6 °C	84,9 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1.519,00 Pa	2,60 °C	624,80 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1.938,40 Pa	24,00 °C	2.205,60 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 197,438 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 197,438 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	13,3 °C	1376,24 Pa	337,85 Pa	1714,09 Pa	20 °C	90 %
novembre	8,8 °C	1104,9 Pa	497,6 Pa	1602,5 Pa	20 °C	98 %
dicembre	2,6 °C	624,76 Pa	717,7 Pa	1342,46 Pa	20 °C	85 %
gennaio	3,0 °C	661,93 Pa	703,5 Pa	1365,43 Pa	20 °C	87 %
febbraio	3,7 °C	661,27 Pa	678,65 Pa	1339,92 Pa	20 °C	83 %
marzo	8,9 °C	890,41 Pa	494,05 Pa	1384,46 Pa	20 °C	78 %
aprile	13,2 °C	1193,3 Pa	341,4 Pa	1534,7 Pa	20 °C	79 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	18,61°C	0,7918
novembre	17,53°C	0,7798
dicembre	14,76°C	0,6988
gennaio	15,02°C	0,7072
febbraio	14,73°C	0,6766
marzo	15,24°C	0,5709
aprile	16,85°C	0,5368

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} : 0,7918 (mese di Ottobre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.365,4	1.339,9	1.384,5	1.534,7	1.559,8	1.987,9	2.163,6	2.062,8	1.621,6	1.714,1	1.602,5	1.342,5
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.290,7	1.267,8	1.332,0	1.498,4	1.541,6	1.985,5	2.168,0	2.060,9	1.606,5	1.678,2	1.549,6	1.266,2
	2.225,5	2.230,0	2.263,7	2.291,8	2.323,6	2.351,7	2.363,9	2.352,4	2.328,9	2.292,5	2.263,0	2.222,9
A-B	1.283,2	1.260,6	1.326,7	1.494,8	1.539,8	1.985,3	2.168,5	2.060,7	1.605,0	1.674,6	1.544,3	1.258,6
	2.171,9	2.178,5	2.228,0	2.269,6	2.317,0	2.359,1	2.377,4	2.360,1	2.324,9	2.270,6	2.227,0	2.168,1
B-C	991,7	979,4	1.122,0	1.353,3	1.468,9	1.976,2	2.185,9	2.053,1	1.545,9	1.534,6	1.338,2	961,2
	2.147,1	2.154,6	2.211,4	2.259,3	2.313,9	2.362,6	2.383,7	2.363,7	2.323,1	2.260,4	2.210,3	2.142,8
C-D	978,3	966,4	1.112,6	1.346,8	1.465,7	1.975,8	2.186,7	2.052,7	1.543,1	1.528,2	1.328,6	947,5
	1.859,1	1.877,0	2.014,2	2.134,3	2.275,7	2.406,0	2.463,9	2.409,2	2.300,0	2.137,2	2.011,5	1.849,0
D-E	664,3	663,6	892,1	1.194,5	1.389,4	1.966,0	2.205,4	2.044,6	1.479,5	1.377,4	1.106,6	627,2
	765,8	804,2	1.147,6	1.522,8	2.065,2	2.671,5	2.975,6	2.687,7	2.170,4	1.532,7	1.139,9	744,5
E-F	661,9	661,3	890,4	1.193,3	1.388,8	1.966,0	2.205,6	2.044,5	1.479,0	1.376,2	1.104,9	624,8
	763,5	801,9	1.145,4	1.521,1	2.064,5	2.672,4	2.977,4	2.688,6	2.170,0	1.531,0	1.137,7	742,2
F-Add	661,9	661,3	890,4	1.193,3	1.388,8	1.966,0	2.205,6	2.044,5	1.479,0	1.376,2	1.104,9	624,8
	757,4	795,8	1.139,7	1.516,7	2.062,8	2.674,8	2.982,2	2.691,1	2.168,9	1.526,6	1.132,0	736,2

Temperature

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

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

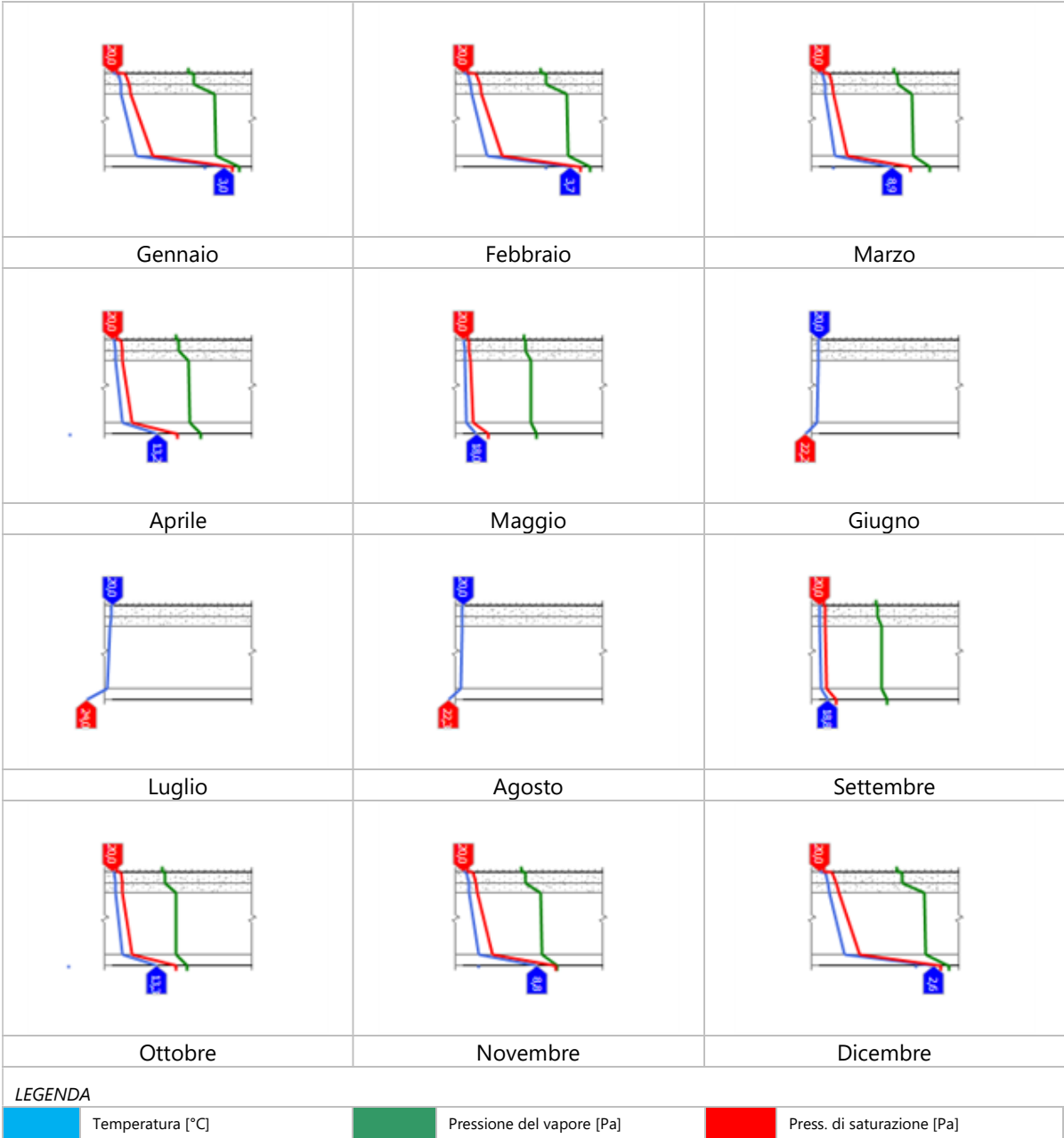
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

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	597 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Padova
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	24,0 °C
Temperatura massima estiva	35,6 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	17,5 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	273,15 W/m ²

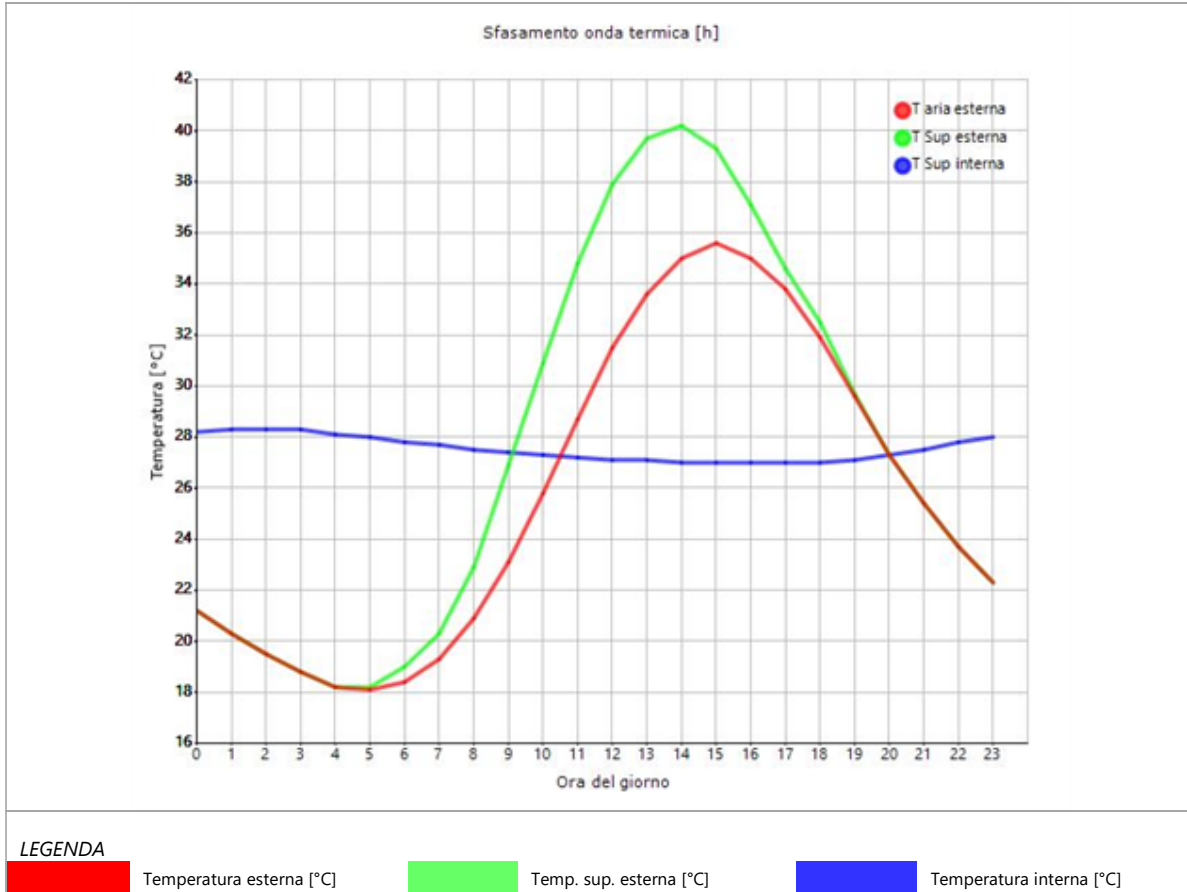
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	12h
Fattore di attenuazione	0,0626
Capacità termica interna C1	51,2 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	8,4 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	12,9 W/m ² K
Ammettenza interna	0,6 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	16,5 W/m ² K
Ammettenza esterna	0,6 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,011 W/m ² K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

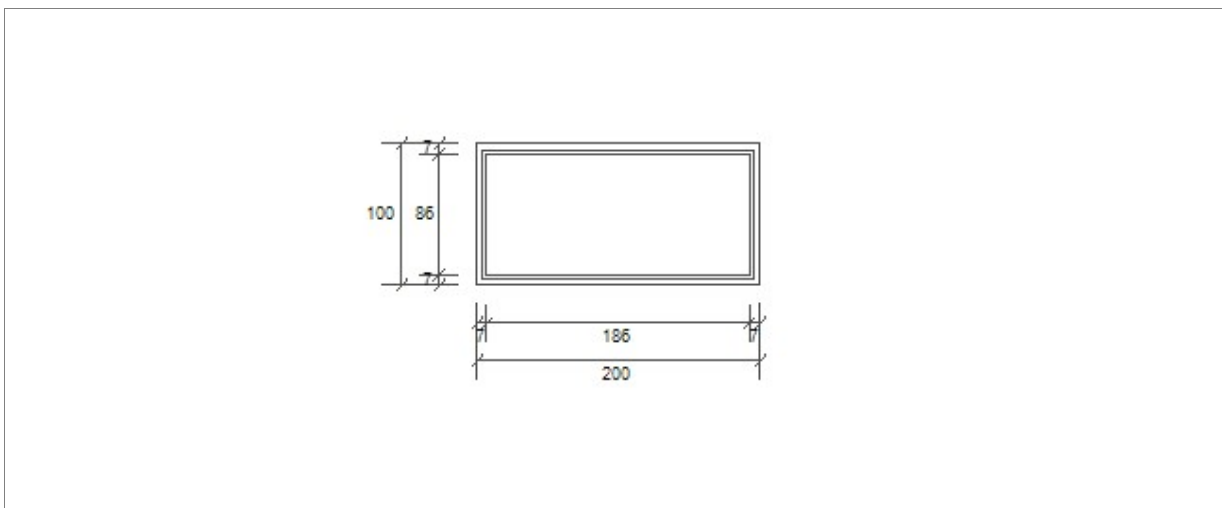
Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradianza solare giorno più caldo le W/m ²	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	21,22	0,00	21,22	28,19
1:00	20,34	0,00	20,34	28,30
2:00	19,47	0,00	19,47	28,33
3:00	18,77	0,00	18,77	28,28
4:00	18,24	0,00	18,24	28,14
5:00	18,07	9,80	18,18	27,98
6:00	18,42	48,80	19,00	27,85
7:00	19,29	85,70	20,32	27,68
8:00	20,87	172,20	22,93	27,53
9:00	23,14	314,70	26,92	27,41
10:00	25,77	431,50	30,94	27,30
11:00	28,74	506,90	34,82	27,21
12:00	31,54	532,90	37,94	27,14
13:00	33,64	506,90	39,72	27,09
14:00	35,04	431,50	40,22	27,03
15:00	35,57	314,70	39,34	26,99
16:00	35,04	172,20	37,11	26,96
17:00	33,82	62,60	34,57	26,95
18:00	31,89	49,40	32,48	27,01

19:00	29,62	9,80	29,73	27,09
20:00	27,34	0,00	27,34	27,25
21:00	25,42	0,00	25,42	27,50
22:00	23,67	0,00	23,67	27,75
23:00	22,27	0,00	22,27	28,00

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



FNS.PVC.2V.2000X1000



Larghezza	L	200 cm
Altezza	H	100 cm
Area del vetro	Ag	1,600 m ²
Area del telaio	Af	0,400 m ²
Area totale del serramento	Aw	2,000 m ²
Perimetro del vetro	p	5,440 m
Trasmittanza	Uw	1,000 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,000 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Polycarbonato
Trasmittanza	Ug	1,009 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,350
Emissività	ε	0,100

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con tre camere
Distanziatore	dist	Plastica
Trasmittanza	Uf	2,000 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 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 m²K/W

Permeabilità all'aria

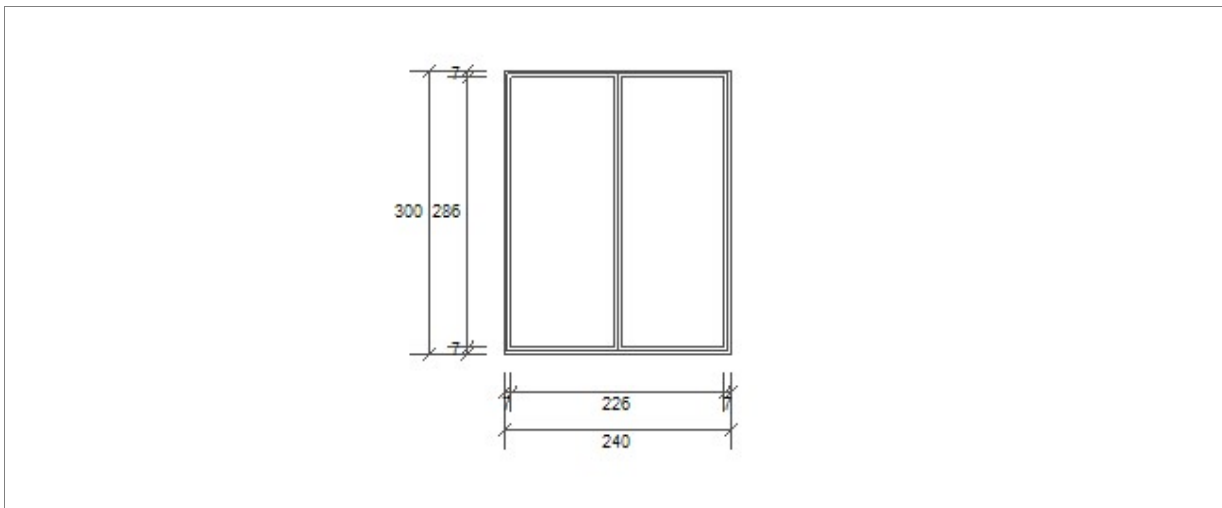
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Parete - serramento (Ponte termico)	6,0	0,071

PFS.PVC.2V.1200X2400



Larghezza	L	240 cm
Altezza	H	300 cm
Area del vetro	Ag	6,263 m ²
Area del telaio	Af	0,937 m ²
Area totale del serramento	Aw	7,200 m ²
Perimetro del vetro	p	15,820 m
Trasmittanza	Uw	1,000 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,000 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,312 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,350
Emissività	ε	0,100

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con tre camere
Distanziatore	dist	Plastica
Trasmittanza	Uf	2,000 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,060 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 m²K/W

Permeabilità all'aria

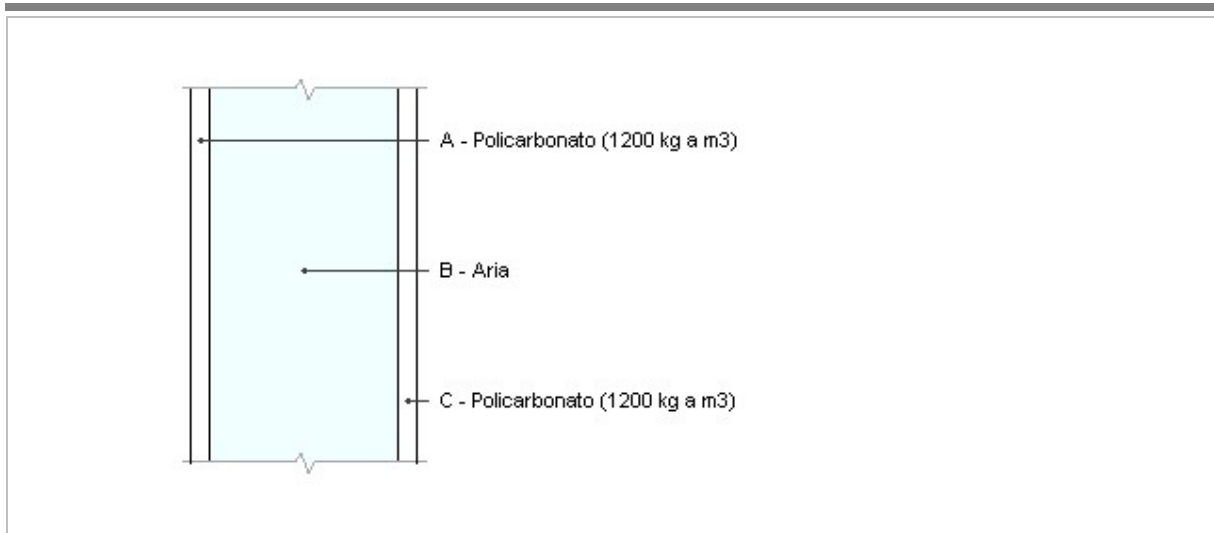
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Parete - serramento (Ponte termico)	10,8	0,071

Policarbonato



Numero lastre	0	Resistenza R	0,991 m ² K/W
Trasmittanza	1,009 W/m ² K	Spessore vetro	24,0 mm
Descrizione			

Stratigrafia

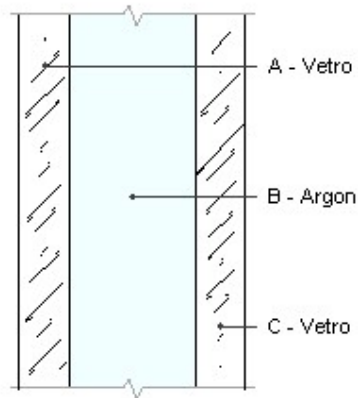
Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Emissività normale interna ε _{ni} -	Emissività normale esterna ε _{ne} -	Densità ρ Kg/m ³	Viscosità dinamica μ 10 ⁻⁵ kg/ms	Capacità C kJ/(kgK)
Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,000	0,000	-	-	-
A Policarbonato (1200 kg a m3)	2,0	0,200	0,000	0,000	1.200	0,0	1,20
B Aria	20,0	0,025	0,000	0,000	1	1,8	1,01
C Policarbonato (1200 kg a m3)	2,0	0,200	0,000	0,000	1.200	0,0	1,20
Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,000	0,000	-	-	-
TOTALE	24,0						

Resistenze

Costanti dipendenti dall'orientamento del vetro: A = , N =

Strato	Emissività normale interna ε _i -	Emissività normale esterna ε _{ne} -	Salto termico intercapedin e ΔT °C	Conduttanza radiativa hr W/m ² K	Conduttanza lastra hs W/m ² K	Resistenza termica R m ² K/W
Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	0,130
Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	0,040

Vetro 6-15-6 (Argon)



Numero lastre	2	Resistenza R	0,218 m ² K/W
Trasmittanza	4,585 W/m ² K	Spessore vetro	27,0 mm
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Emissività normale interna ε _{ni} -	Emissività normale esterna ε _{ne} -	Densità ρ Kg/m ³	Viscosità dinamica μ 10 ⁻⁵ kg/ms	Capacità C kJ/(kgK)
A	Vetro	6,0	1,000	0,890	0,890	2.500	0,0	0,84
B	Argon	15,0	0,017	0,000	0,000	2	2,2	0,52
C	Vetro	6,0	1,000	0,890	0,890	2.500	0,0	0,84
	TOTALE	27,0						

Resistenze

Costanti dipendenti dall'orientamento del vetro: A = 0,035, N = 0,38

	Strato	Emissività normale interna ε _i -	Emissività normale esterna ε _{ne} -	Salto termico intercapedin e ΔT °C	Conduttanza radiativa hr W/m ² K	Conduttanza lastra hs W/m ² K	Resistenza termica R m ² K/W
A	Vetro	-	-	-	-	-	0,006
B	Argon	0,837	0,837	15,00	3,702	4,851	0,206
C	Vetro	-	-	-	-	-	0,006

RELAZIONE DI CALCOLO DEL PONTE TERMICO

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

EDIFICIO	Via San Marco 53 - Padova (PD)
RELAZIONE a cura di	
DATA	14/12/2022
	Firma: _____

INDICE

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

- 4.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo sporgente
- 4.5 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 4.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 4.7 CURVE DI TEMPERATURA
- 4.8 RISULTATI DI CALCOLO
- 4.9 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 5.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - copertura
- 5.5 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 5.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 5.7 CURVE DI TEMPERATURA
- 5.8 RISULTATI DI CALCOLO
- 5.9 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 6.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - pavimento
- 6.5 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 6.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 6.7 CURVE DI TEMPERATURA
- 6.8 RISULTATI DI CALCOLO
- 6.9 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 7.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - pilastro
- 7.5 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 7.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 7.7 CURVE DI TEMPERATURA
- 7.8 RISULTATI DI CALCOLO
- 7.9 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 8.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - serramento
- 8.5 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 8.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 8.7 CURVE DI TEMPERATURA
- 8.8 RISULTATI DI CALCOLO
- 8.9 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

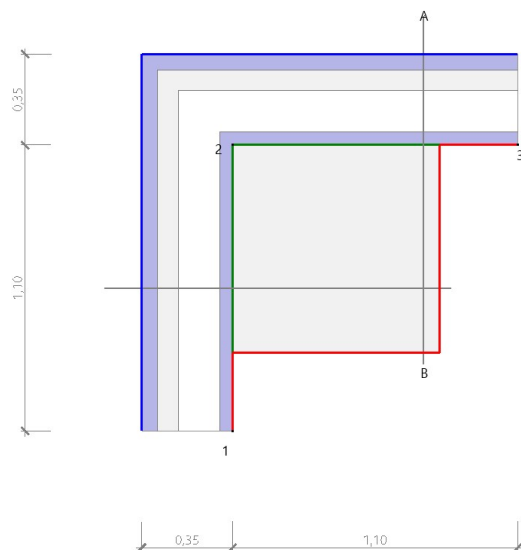
L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

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

4.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo sporgente

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	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
2	Pannello in EPS	0,030
3	EPS (0.044 W/mK)	0,044
4	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
5	Armato (con 1% di acciaio)	2,300

4.5 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Padova - (PD).

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	2,6	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,6	0,04
3	Interno	20,0	0,13
4	Interno	20,0	0,13

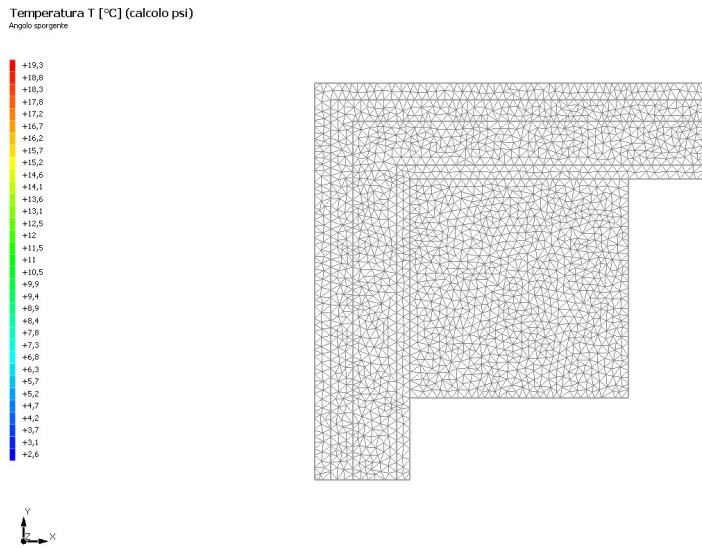
5	Interno	20,0	0,13
6	Interno	20,0	0,13

4.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

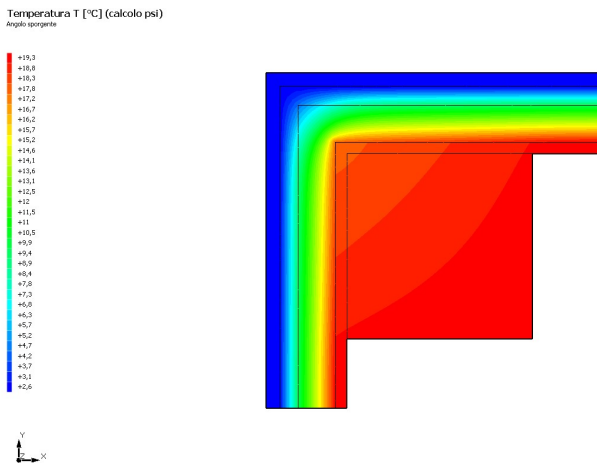
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi _____ 2.093

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



4.7 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:



4.8 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	6,27	W/m
Ψ interno	0,0401	W/mK
Ψ esterno	-0,0618	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,36	W/mK
Temperatura minima	19,0	°C

4.9 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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

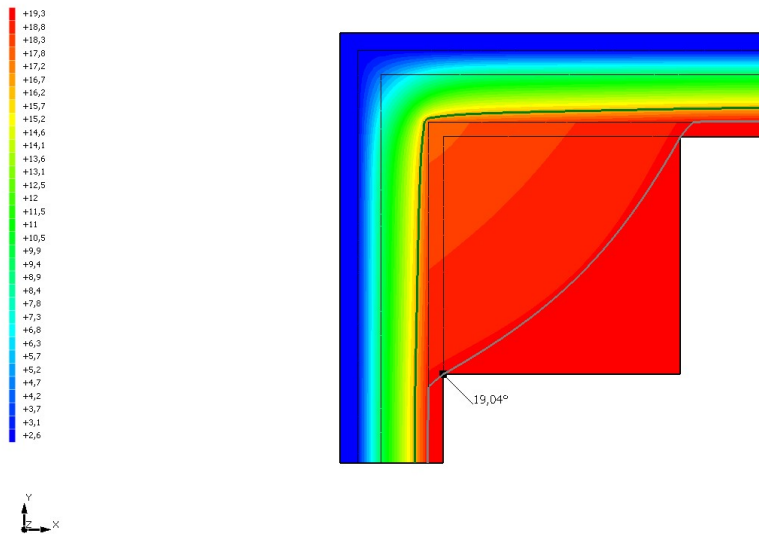
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

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

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

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



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 Padova, PD

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	13,30	90,2	1.377,0	337,8	1.714,8	2.143,5	18,61	20,00	0,7928
novembre	8,80	97,6	1.104,9	497,6	1.602,5	2.003,1	17,53	20,00	0,7798
dicembre	2,60	84,9	625,0	717,7	1.342,7	1.678,4	14,76	20,00	0,6989
gennaio	3,00	87,4	662,0	703,5	1.365,5	1.706,8	15,02	20,00	0,7072
febbraio	3,70	83,1	661,3	678,6	1.340,0	1.675,0	14,73	20,00	0,6767
marzo	8,90	78,1	890,1	494,1	1.384,2	1.730,2	15,23	20,00	0,5706
aprile	13,20	78,7	1.193,6	341,4	1.535,0	1.918,8	16,85	20,00	0,5373

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]

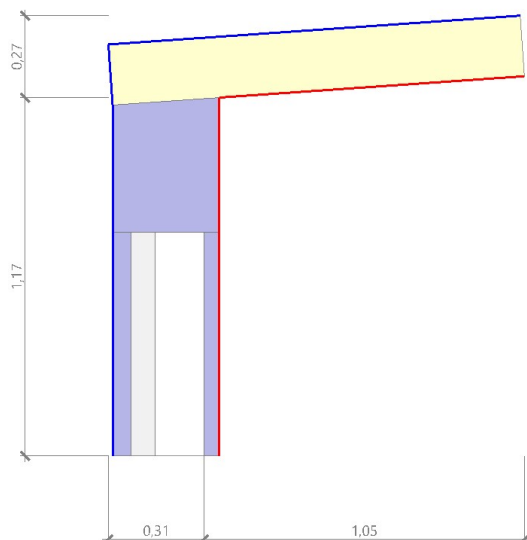
fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,945
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,793
Mese critico	Ottobre
ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE	fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

5.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - copertura

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
5	Fibre minerali (0,040 W/mK)	0,040
1	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
1	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
2	Pannello in EPS	0,030
3	EPS (0,044 W/mK)	0,044
4	Armato (con 1% di acciaio)	2,300

5.5 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Padova - (PD).

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 ascendente del flusso	2,6	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,6	0,04
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,6	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,6	0,04

5	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
6	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

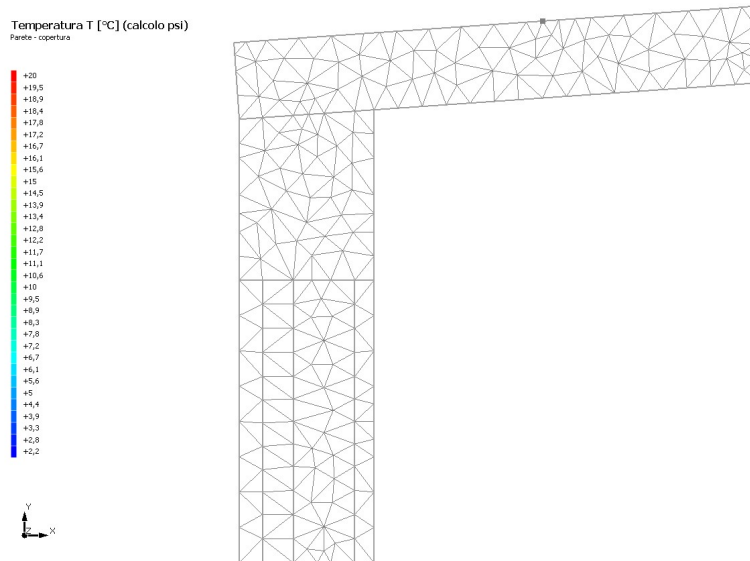
5.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

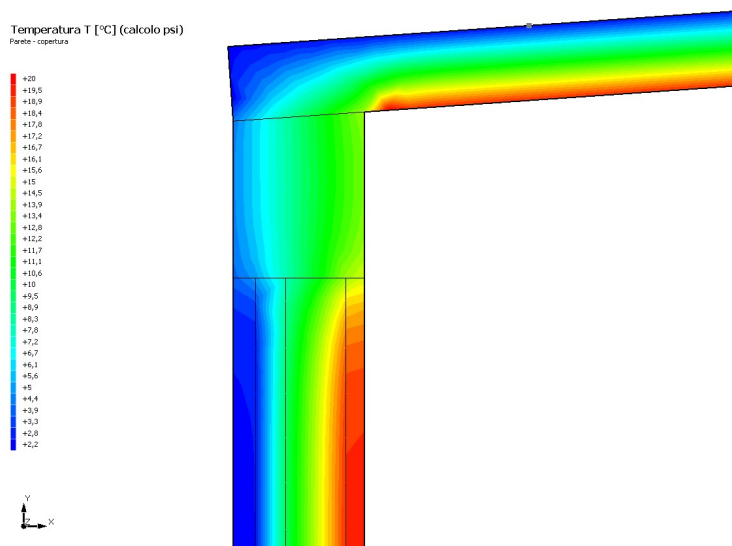
219

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



5.7 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:



5.8 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	32,25	W/m
Ψ interno	1,4774	W/mK
Ψ esterno	1,3847	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1,85	W/mK
Temperatura minima	10,9	°C

5.9 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

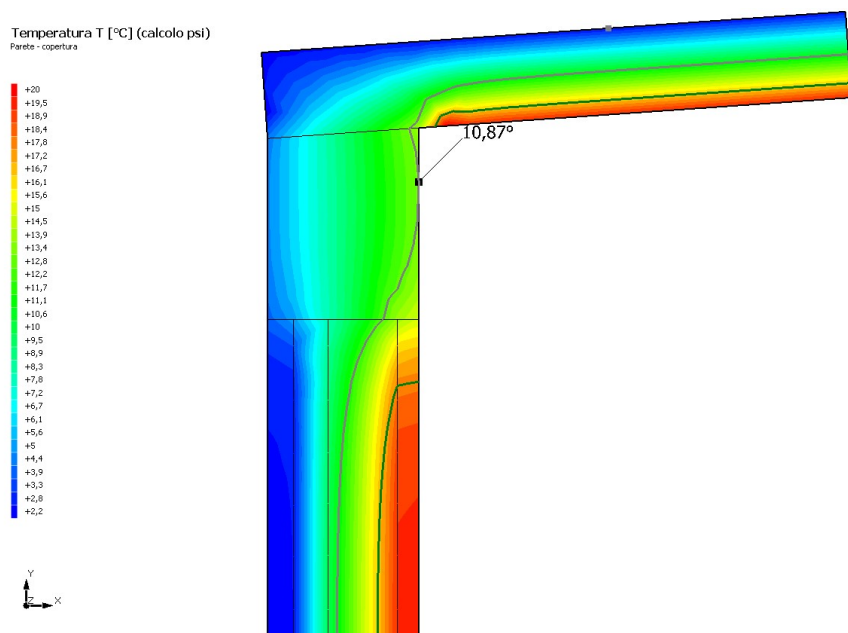
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

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 Padova, PD

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	13,30	90,2	1.377,0	337,8	1.714,8	2.143,5	18,61	20,00	0,7928
novembre	8,80	97,6	1.104,9	497,6	1.602,5	2.003,1	17,53	20,00	0,7798
dicembre	2,60	84,9	625,0	717,7	1.342,7	1.678,4	14,76	20,00	0,6989
gennaio	3,00	87,4	662,0	703,5	1.365,5	1.706,8	15,02	20,00	0,7072
febbraio	3,70	83,1	661,3	678,6	1.340,0	1.675,0	14,73	20,00	0,6767
marzo	8,90	78,1	890,1	494,1	1.384,2	1.730,2	15,23	20,00	0,5706
aprile	13,20	78,7	1.193,6	341,4	1.535,0	1.918,8	16,85	20,00	0,5373

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]

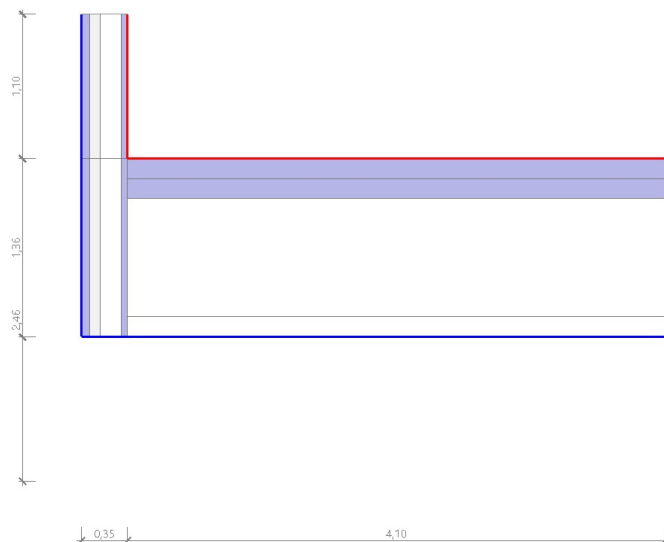
fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,476
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,793
Mese critico	Ottobre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi < fRsi,max: possibile presenza di muffa

6.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - pavimento

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	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
2	Pannello in EPS	0,030
3	EPS (0.044 W/mK)	0,044
4	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
5	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
6	Pannello in EPS	0,030
7	EPS (0.044 W/mK)	0,044
8	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
13	Linoleum	0,170
14	Massetto in calcestruzzo alleggerito	1,080
15	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
16	Intercapedine d'aria_2	1,111
17	XPS (0,032 W/mK)	0,032
18	Intonaco plastico per cappotto	0,330

6.5 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Padova - (PD).

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

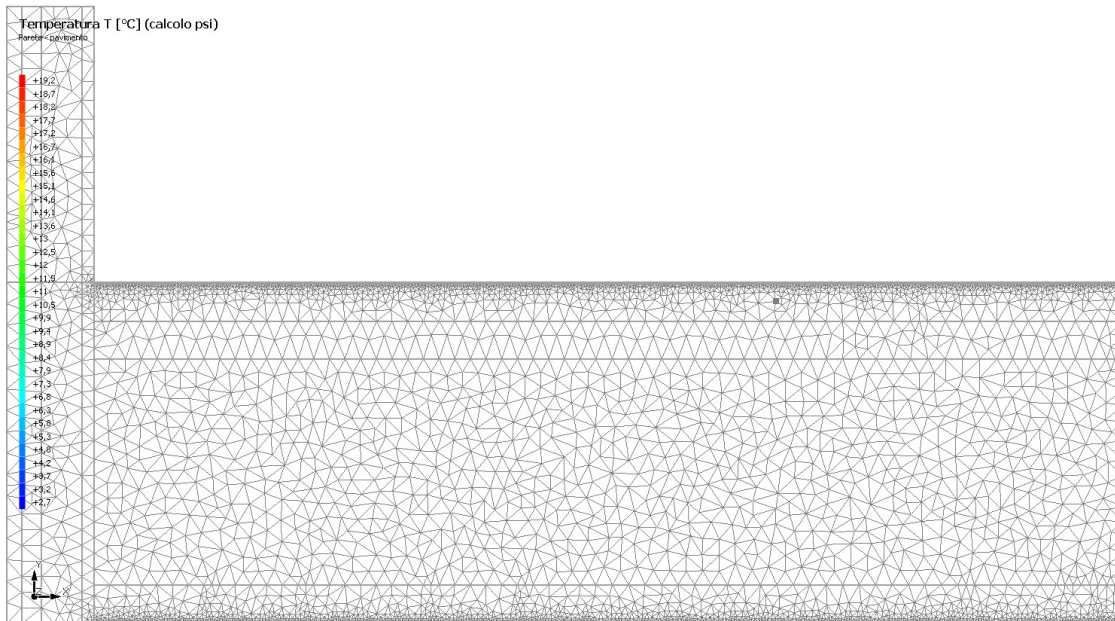
	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
2	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
3	Esterno	2,6	0,04
4	Esterno	2,6	0,04

6.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

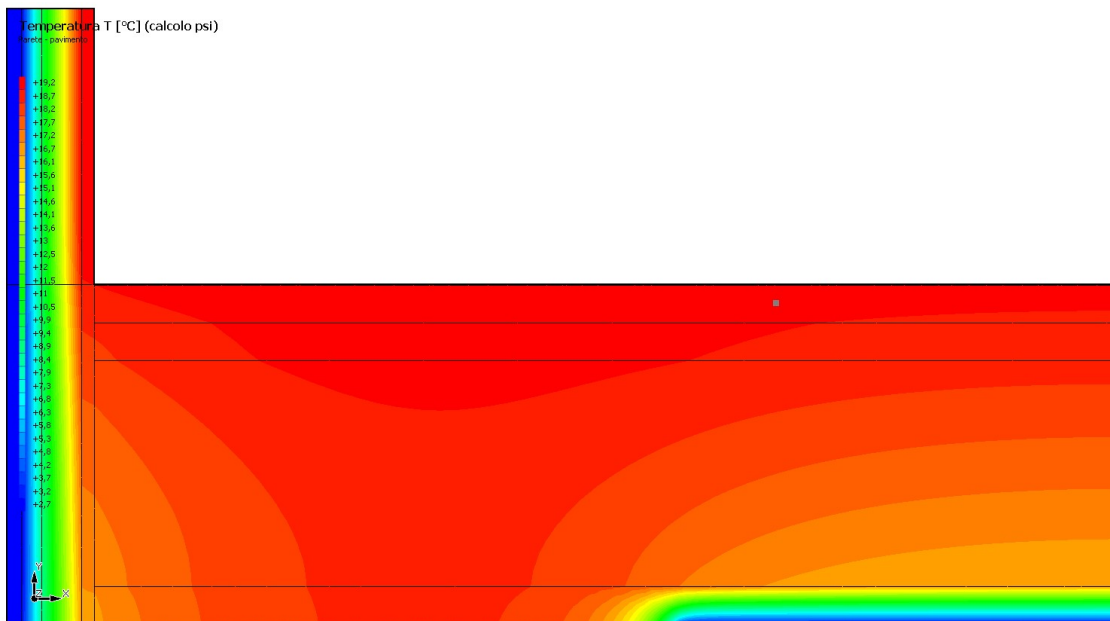
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 5.793

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



6.7 CURVE DI TEMPERATURA

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



6.8 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	11,90	W/m
Ψ interno	-0,1731	W/mK
Ψ esterno	-0,4404	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,68	W/mK
Temperatura minima	19,3	°C

6.9 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

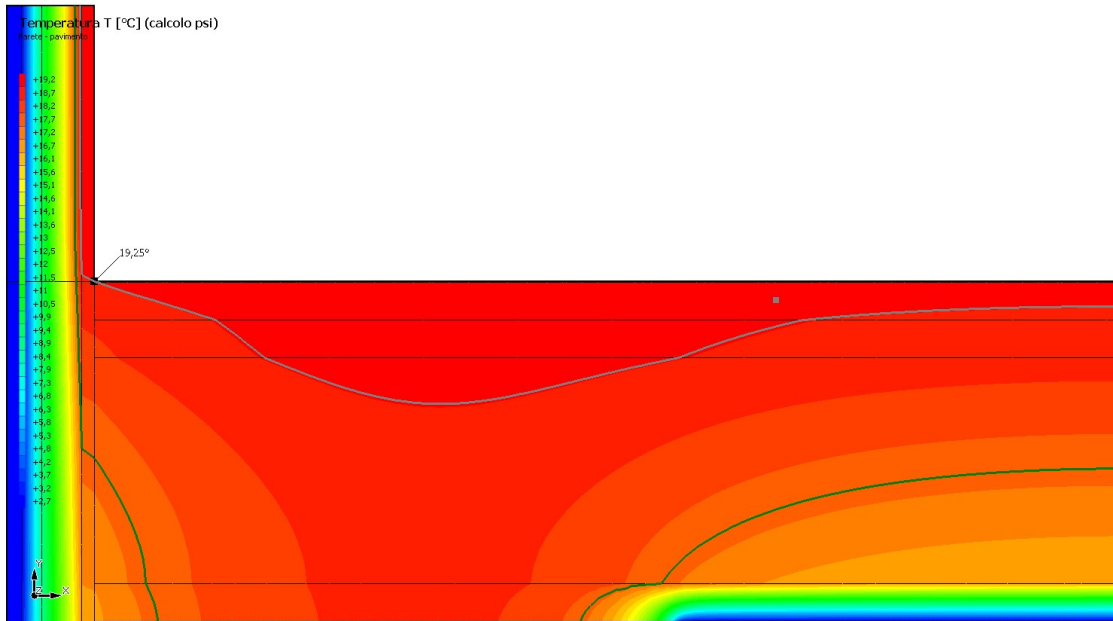
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

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 Padova, PD

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	13,30	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6807
novembre	8,80	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8090
dicembre	2,60	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8771
gennaio	3,00	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8742
febbraio	3,70	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8688
marzo	8,90	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8073
aprile	13,20	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6854

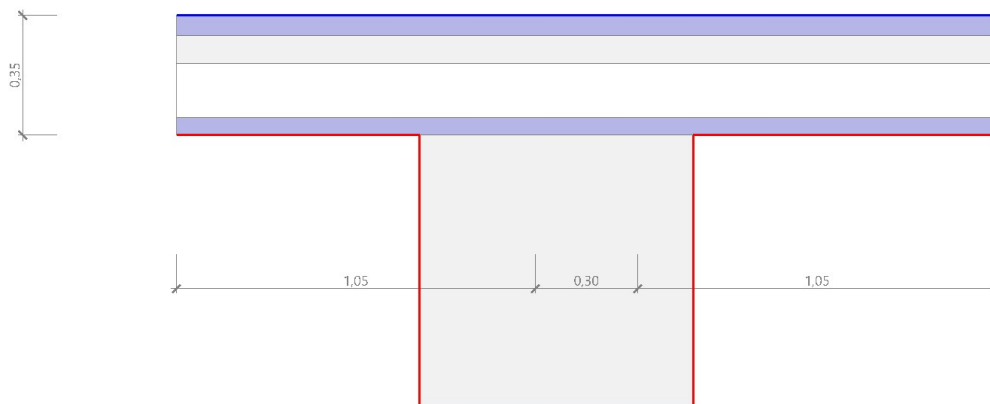
Te temperatura esterna media mensile [°C]
Ti temperatura interna media mensile [°C]
 ϕ umidità relativa interna [%]
Pi pressione interna [Pa]
Psi pressione di saturazione interna [Pa]
Tsi Temperatura superficiale interna [°C]
fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,957
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,877
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

7.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - pilastro

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
5	Pannello in EPS	0,030
6	EPS (0.044 W/mK)	0,044
7	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
8	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
5	Armato (con 1% di acciaio)	2,300

7.5 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Padova - (PD).

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	2,6	0,04
2	Interno	20,0	0,13
3	Interno	20,0	0,13
4	Interno	20,0	0,13
5	Interno	20,0	0,13

6	Interno	20,0	0,13
---	---------	------	------

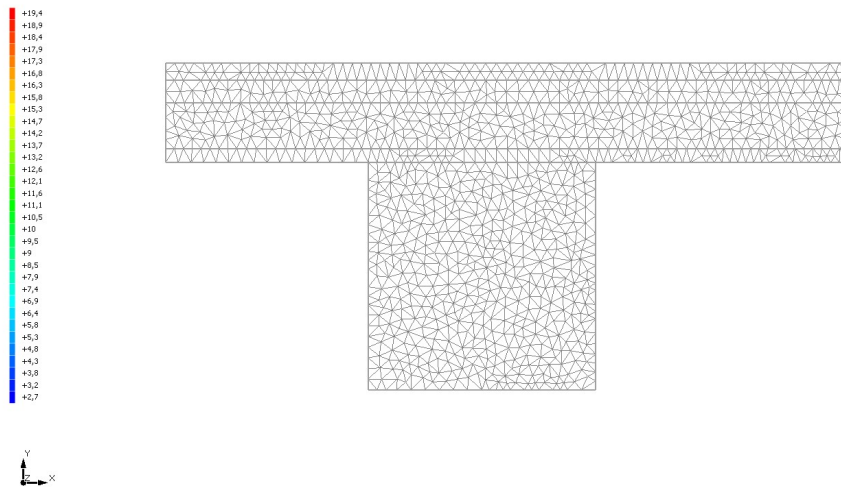
7.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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 _____ 1.160

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

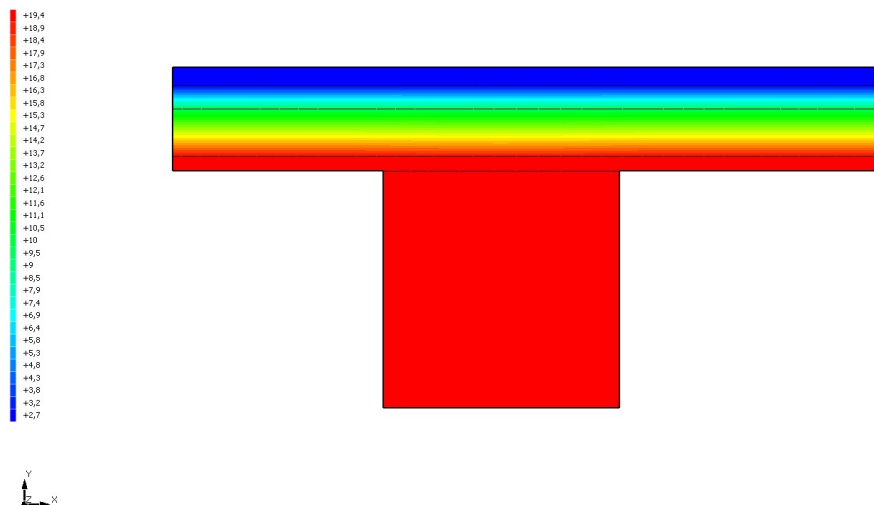
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - pilastro



7.7 CURVE DI TEMPERATURA

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

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



7.8 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	6,39	W/m
Ψ interno	-0,0008	W/mK
Ψ esterno	-0,0008	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,37	W/mK
Temperatura minima	19,3	°C

7.9 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

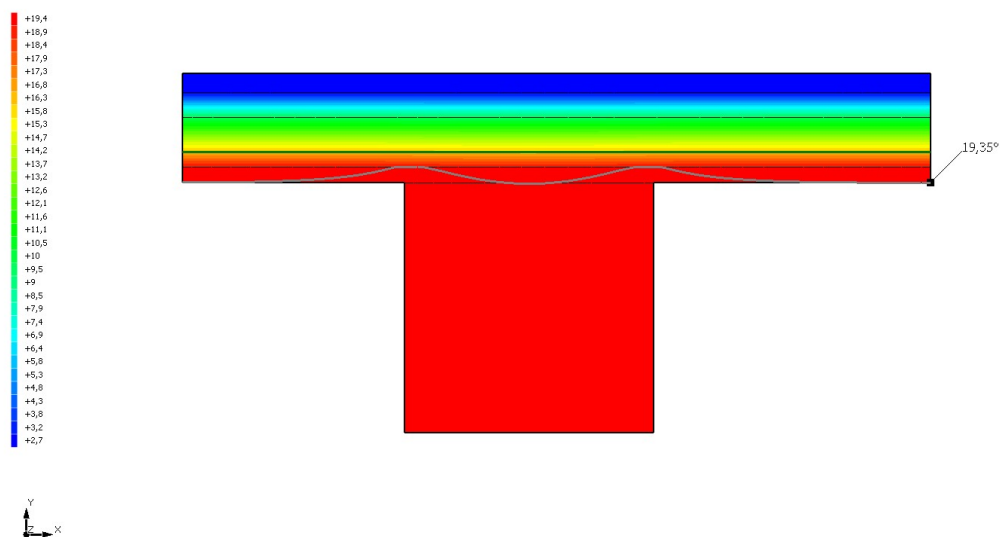
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

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 - plastro



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 Padova, PD

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	13,30	90,2	1.377,0	337,8	1.714,8	2.143,5	18,61	20,00	0,7928
novembre	8,80	97,6	1.104,9	497,6	1.602,5	2.003,1	17,53	20,00	0,7798
dicembre	2,60	84,9	625,0	717,7	1.342,7	1.678,4	14,76	20,00	0,6989
gennaio	3,00	87,4	662,0	703,5	1.365,5	1.706,8	15,02	20,00	0,7072
febbraio	3,70	83,1	661,3	678,6	1.340,0	1.675,0	14,73	20,00	0,6767
marzo	8,90	78,1	890,1	494,1	1.384,2	1.730,2	15,23	20,00	0,5706
aprile	13,20	78,7	1.193,6	341,4	1.535,0	1.918,8	16,85	20,00	0,5373

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]

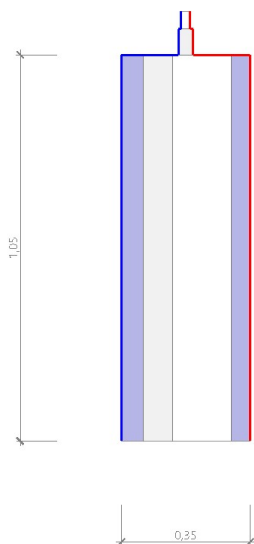
fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,962
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,793
Mese critico	Ottobre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

8.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - serramento

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
2	Pannello in EPS	0,030
3	EPS (0.044 W/mK)	0,044
4	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
5	climacell akust - isolante fonoassorbente in cellulosa	0,038
6	Policarbonato (1200 kg a m3)	0,200
7	Aria	0,025
8	Policarbonato (1200 kg a m3)	0,200

8.5 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Padova - (PD).

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	2,6	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

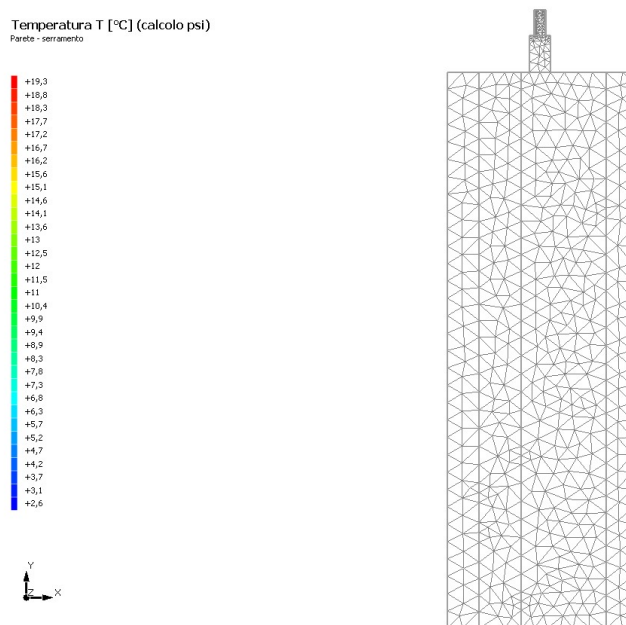
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,6	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,6	0,04
5	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,6	0,04
6	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,6	0,04
7	Temperatura interna: direzione discendente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

8.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

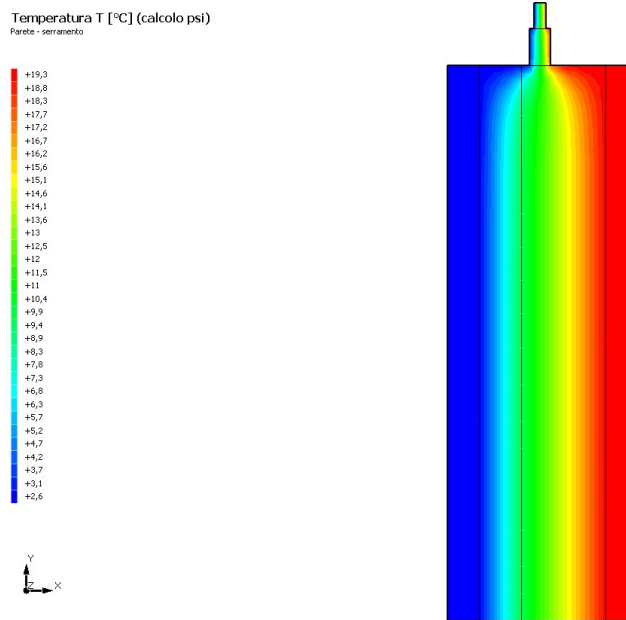
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 706

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



8.7 CURVE DI TEMPERATURA

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



8.8 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	5,04	W/m
Ψ interno	0,0714	W/mK
Ψ esterno	0,0714	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,29	W/mK
Temperatura minima	17,3	°C

8.9 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

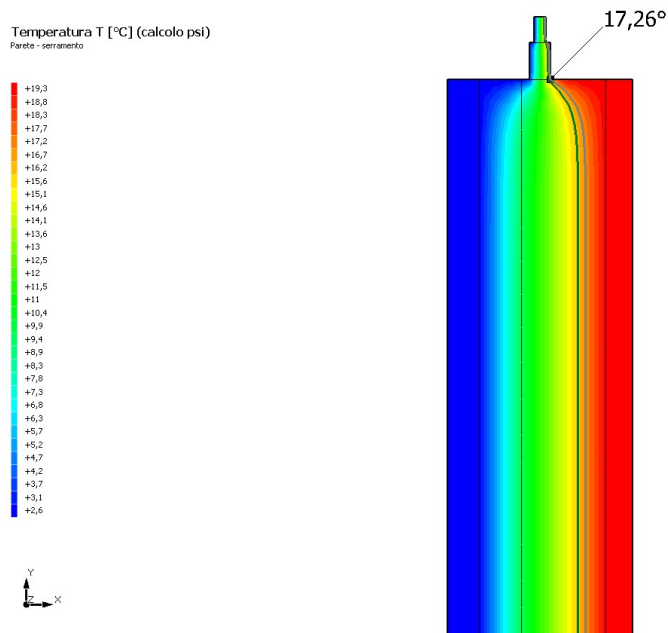
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

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 Padova, PD

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

Tipo di calcolo
Classe di edificio

Classi di concentrazione
Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	13,30	90,2	1.377,0	337,8	1.714,8	2.143,5	18,61	20,00	0,7928
novembre	8,80	97,6	1.104,9	497,6	1.602,5	2.003,1	17,53	20,00	0,7798
dicembre	2,60	84,9	625,0	717,7	1.342,7	1.678,4	14,76	20,00	0,6989
gennaio	3,00	87,4	662,0	703,5	1.365,5	1.706,8	15,02	20,00	0,7072
febbraio	3,70	83,1	661,3	678,6	1.340,0	1.675,0	14,73	20,00	0,6767
marzo	8,90	78,1	890,1	494,1	1.384,2	1.730,2	15,23	20,00	0,5706
aprile	13,20	78,7	1.193,6	341,4	1.535,0	1.918,8	16,85	20,00	0,5373

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	0,842
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,793
Mese critico	Ottobre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi > fRsi,max: assenza di muffa