



Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU

Finanziato con PNRR MISSIONE 4
componente 1
investimento 1.2

riccardo arzaroli architetto
viale Derna n. 45 25048 Edolo (BS)
Ordine Architetti Brescia n. 2082

luogo

via A. Morino
25048 Edolo (BS)

titolo

Realizzazione mensa per la scuola secondaria
di primo grado di Edolo (BS)
CUP G28H24000930006
Finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU

committente

Comune di Edolo
Largo Mazzini n. 1
25048 Edolo (BS)

scala

varie

data

13.12.2024

documento

relazione
ex Legge 10

all. 0

Comune di Edolo- (BS)

RELAZIONE TECNICA

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

EDIFICIO	Via A. Morino snc - Edolo (BS)
PROGETTISTA	Arch. Riccardo Arzaroli
DATA	18/12/2024
	Firma: _____

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

RELAZIONE TECNICA DI CUI AL PUNTO 4.8 DELL'ALLEGATO 1 DEL DECRETO ATTUATIVO DELLA DGR 3868 DEL 17.7.2015

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 definite nell'allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

Il seguente schema di relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce all'applicazione integrale del decreto attuativo DGR 3868 del 17.7.2015.

1 INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Edolo Provincia BS

Progetto per la realizzazione di

Ampliamento volumetrico superiore a 500 mc con la sola estensione dei sistemi tecnici preesistenti relativi alla climatizzazione invernale per la realizzazione di mensa per la scuola secondaria di primo grado di Edolo. CUP G28H24000930006

☐ Edificio pubblico

☐ Edificio ad uso pubblico

Sito in Via A. Morino snc

Unità	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno
Unità immobiliare 01	NCT	93	170	

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 così come definita nell'Allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Numero delle unità immobiliari 1

Soggetti coinvolti

Committente Comune di Edolo

Progettista degli impianti termici _____

Progettista dell'isolamento termico dell'edificio Arch. Riccardo Arzaroli

Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio _____

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

Arch. Riccardo Arzaroli

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) 3209 GG
 Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.) 260,9 K
 Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma 300,8 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	497,53	601,92	0,83	138,02

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	20,0	50

T_{inv} Valore di progetto della temperatura interna invernale

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

Unità immobiliare	Metodo contabilizzazione
Unità immobiliare 01	Non contabilizzato

Climatizzazione estiva

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

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano

Su Superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	Test [°C]	φ_{est} [%]
Unità immobiliare 01	Zona 1	26,0	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 ☒ Si ☐ No

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

L'intervento prevede l'allaccio allo scambiatore di calore esistente a servizio del complesso scolastico.

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):

-

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

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

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

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

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

Trattasi di edificio con alta efficienza energetica sito in località climatica F, l'applicazione dei materiali riflettenti non è conveniente in termini di costi/benefici.

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

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

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

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali

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

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

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

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

Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento di cui ai punti 6.13 e 6.15 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015..

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 13,6 %

Climatizzazione invernale, Acqua Calda Sanitaria, Climatizzazione estiva 13,7 %

Produzione di energia elettrica

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S - m²

Potenza Elettrica - kW

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili (specificare anche le caratteristiche e l'ubicazione (comune, indirizzo, foglio e particella catastale) di eventuali impianti per cui ci si avvale della possibilità prevista al punto 2 della DGR 2480 del 18.11.2019), allegando l'atto di assenso del legittimo proprietario o dell'avente titolo

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

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

Verifiche di cui al punto 6.16 lettera b) dell'Allegato 1 decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

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 al punto 6.16 lettera c) dell'Allegato 1 del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

5 DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

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

a. Descrizione dell'impianto

Tipologia

Impianto termico centralizzato per riscaldamento degli ambienti e per la produzione di acqua calda sanitaria.

Sistemi di generazione

Sottocentrale termica a teleriscaldamento.

Sistemi di termoregolazione

REGOLAZIONE AMBIENTE PER SINGOLA UNITA' IMMOBILIARE Sistema di termoregolazione per singola unità immobiliare, pilotato dalla temperatura media rilevata da sonde di temperatura poste nei diversi ambienti. Il sistema è dotato di programmatore, che consente l'accensione e lo spegnimento automatico e la regolazione della temperatura media degli ambienti su due livelli nell'arco delle 24 ore. Il sistema è inoltre dotato di valvole termostatiche su ogni radiatore pilotate da sensore termico inserito nella testa dell'apparecchio radiante.

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Sistemi di distribuzione del vettore termico

collettori complanari a distribuzione orizzontale con tubazioni di andata e ritorno per ogni singolo corpo scaldante a circolazione forzata.

Sistemi di ventilazione forzata

non è presente alcun sistema di ventilazione meccanica controllata. la ventilazione avviene naturalmente.

Sistemi di accumulo termico

non è presente alcun serbatoio di accumulo termico.

Sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria

stesso generatore termico dell'impianto di riscaldamento

Sistemi di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

impianto centralizzato a distribuzione orizzontale con tubazioni in acciaio o plastica sino ai singoli punti utenza.

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

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore

-

Filtro di sicurezza ☒ Si ☐ No

b. Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria

☒ Si ☐ No

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro

☒ Si ☐ No

TELERISCALDAMENTO

Teleriscaldamento

Certificazione atta a comprovare i fattori di conversione in energia primaria in energia termica fornita al punto di consegna dell'edificio

VCS vendite

Numero protocollo 448 del 30 giugno 2023

Fattori di conversione: fp,ren 0,21 fp,nren 1,33 fp,tot 1,54

Valore nominale della potenza termica utile dello scambiatore di calore 300,0 kW

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

regolazione di zona e di ambiente per singola unità immobiliare

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

Centralina climatica

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore -

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

Denominazione	Regolazione	N	Descrizione	Livelli
Unità immobiliare 01-Zona 1	Regolazione di ambiente e sonda climatica	-		-

N: numero apparecchi

Livelli: Numero di livelli di programmazione nelle 24 ore

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

Per Climatizzazione invernale

Numero di apparecchi -

Descrizione sintetica dispositivo

Per Acqua Calda Sanitaria

Numero di apparecchi - _____

Descrizione sintetica dispositivo

Per Climatizzazione estiva

Numero di apparecchi - _____

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	-	Radiatori	22 652,9

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

non previsti in questa fase.

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 punto 6.13 dell'Allegato 1 del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015 - gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili previsti dalla lettera c) del punto 6.13 dell'Allegato 1 del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

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	Ulim	Verificato
MR2 – Parete perimetrale vs ED. CONF.	0,210 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	0,306	0,620	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	0,035	0,040	SI

Verifica indice di prestazione termica utile

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale EPH,nd 118,83 kWh/m²

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato
nell'edificio di riferimento EPH,nd 123,75 kWh/m²

Verifica: -

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva EPC,nd 0,00 kWh/m²

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato
nell'edificio di riferimento EPC,nd 3,17 kWh/m²

Verifica: -

Verifica indice di prestazione energetica globale dell'edificio

Indice di prestazione energetica globale dell'edificio, espresso in energia
primaria non rinnovabile EP_{gl,nr} 219,16 kWh/m²

Indice di prestazione energetica globale dell'edificio EP_{gl,tot} 257,83 kWh/m²

Indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di
riferimento EP_{gl,tot,limite} 302,86 kWh/m²

Verifica: -

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 -

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato
nell'edificio di riferimento $\eta_{H,limite}$ -

Verifica: -

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 - _____

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

Verifica: - _____

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: - _____

Tipo moduli - _____

Tipo installazione - _____

Descrizione tipo installazione (se altro) - _____

Tipo supporto - _____

Descrizione tipo supporto (se altro) - _____

Inclinazione - ° _____

Orientamento - ° _____

Potenza installata - kW _____

Percentuale copertura fabbisogno annuo - % _____

e. Consuntivo energia

Energia prodotta in sito

Vettore energetico	Udm	Qdel,insitu
Energia elettrica da solare fotovoltaico [H]	kWh	0,00
Energia elettrica da solare fotovoltaico [W]	kWh	0,00
Energia elettrica da solare fotovoltaico [L]	kWh	0,00

Energia termica da solare termico [H]	kWh	0,00
Energia termica da solare termico [W]	kWh	0,00
Energia termica da solare termico [L]	kWh	0,00

Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel,consegnata
Energia elettrica da rete [H]	kWh	68,21
Energia elettrica da rete [W]	kWh	0,00
Energia elettrica da rete [L]	kWh	3 390,55
Combustibile per Teleraffrescamento [H]	kWh	62 429,11
Combustibile per Teleraffrescamento [W]	kWh	1 190,95
Combustibile per Teleraffrescamento [L]	kWh	0,00

Energia esportata

Vettore energetico	Udm	Qdel,esportata
Energia elettrica da rete [H]	kWh	0,00
Energia elettrica da rete [W]	kWh	0,00
Energia elettrica da rete [L]	kWh	0,00

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

Servizio	EPren [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	26,62
Acqua calda sanitaria	0,50
Illuminazione	11,55

Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	168,07
Acqua calda sanitaria	3,19
Illuminazione	47,90

Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	EPtot [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	194,69
Acqua calda sanitaria	3,69
Illuminazione	59,45

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, 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'analogia 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 Arch. Riccardo Arzaroli, iscritto a Ordine degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori della provincia di Brescia, n° 2082, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 27 della Legge regionale 11 dicembre 2006 - n. 24 e s.m.i.

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali

Data

18/12/2024

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

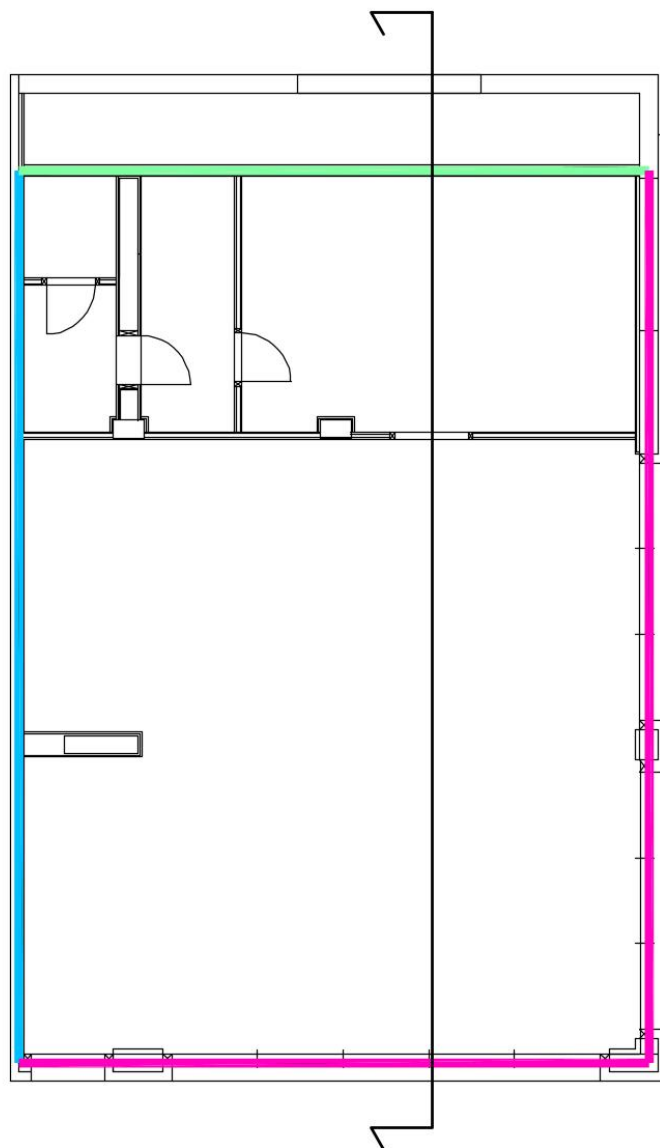
Lombardia	Decreto dirigente unità organizzativa 18 dicembre 2019 - n. 18546 Decreto dirigente unità organizzativa 8 marzo 2017 - n. 2456 Decreto dirigente unità organizzativa 12 gennaio 2017 - n. 176 Decreto dirigente unità organizzativa 18 gennaio 2016 - n. 224 Decreto dirigente unità organizzativa 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 Edolo- (BS)

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA

Pianta - prospetti - sezione

PIANTA PIANO TERRA

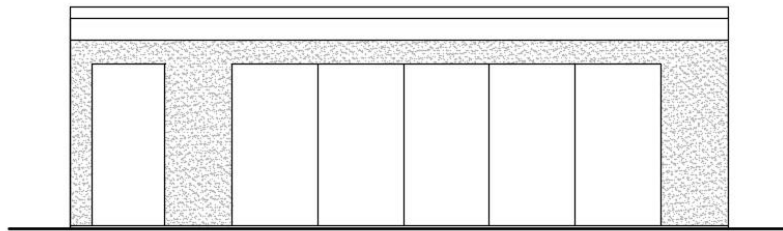


LEGENDA

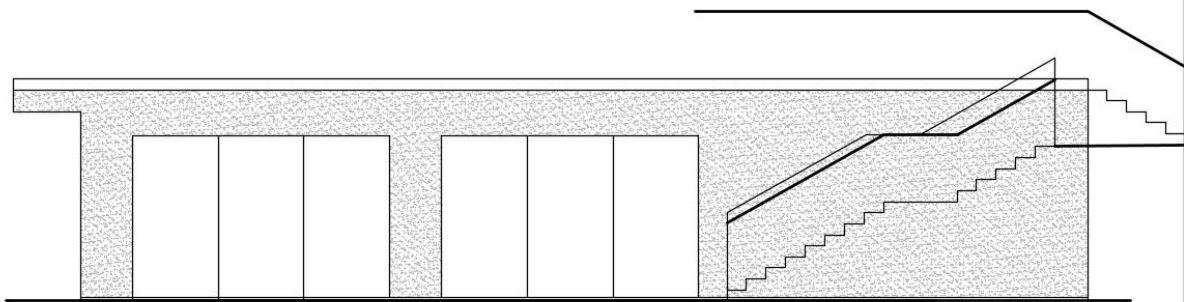
- Stratigrafia Parete MR1
- Stratigrafia Parete MR2
- Stratigrafia Parete MR3



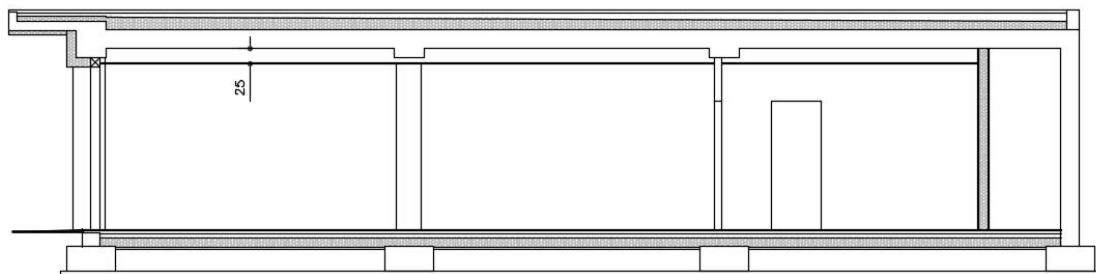
PROSPETTO SUD



PROSPETTO EST



SEZIONE A-A'



Comune di Edolo- (BS)

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.

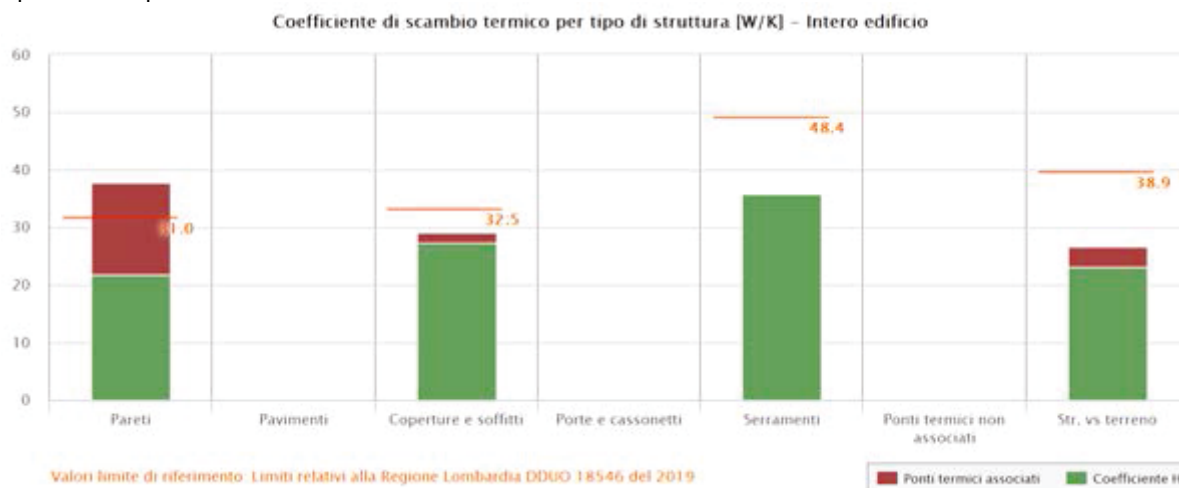
Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

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

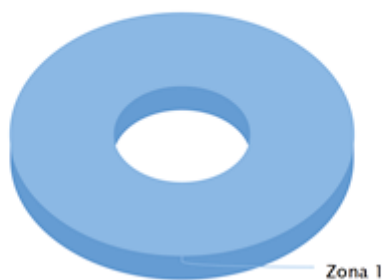
La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici, opportunamente moltiplicate per il fattore di correzione dello scambio termico dovuto agli ambienti non climatizzati o climatizzati adiacenti.

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.

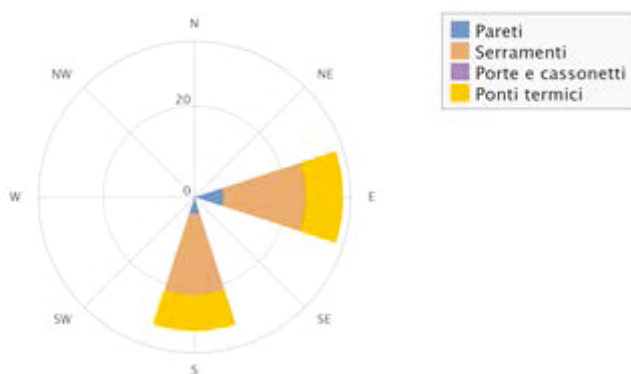
Coefficiente globale di scambio termico [W/K]



Zona 1

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 - Locale 01

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0001	MR1 - Parete perimetrale	19,1 m ²	S	0,195 W/(m ² K)	0,610 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0007	PT Parete - serramento DAVANZALE	0,186 W/(mK)	1,2 m	0,223 W/K	2,8 %
pt0008	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	5,3 m	0,518 W/K	6,5 %
pt0009	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	1,2 m	0,117 W/K	1,5 %
pt0010	PT Parete - serramento DAVANZALE	0,186 W/(mK)	1,4 m	0,260 W/K	3,3 %
pt0011	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	5,3 m	0,518 W/K	6,5 %
pt0012	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	1,4 m	0,137 W/K	1,7 %
pt0013	PT Parete - serramento DAVANZALE	0,186 W/(mK)	1,4 m	0,260 W/K	3,3 %
pt0014	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	5,3 m	0,518 W/K	6,5 %
pt0015	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	1,4 m	0,137 W/K	1,7 %
pt0016	PT Parete - serramento DAVANZALE	0,186 W/(mK)	1,4 m	0,260 W/K	3,3 %
pt0017	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	5,3 m	0,518 W/K	6,5 %
pt0018	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	1,4 m	0,137 W/K	1,7 %
pt0019	PT Parete - serramento DAVANZALE	0,186 W/(mK)	1,4 m	0,260 W/K	3,3 %
pt0020	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	5,3 m	0,518 W/K	6,5 %
pt0021	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	1,4 m	0,137 W/K	1,7 %
pt0022	PT Parete - serramento DAVANZALE	0,186 W/(mK)	1,4 m	0,260 W/K	3,3 %
pt0023	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	5,3 m	0,518 W/K	6,5 %
pt0024	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	1,4 m	0,137 W/K	1,7 %
pt0001	PT Angolo sporgente con pilastro	-0,095 W/(mK)	1,9 m	-0,177 W/K	- %
pt0001	PT Parete copertura piana SUD	0,204 W/(mK)	5,5 m	1,122 W/K	14,1 %
pt0002	PT Parete - pavimento su terreno	0,280 W/(mK)	5,5 m	1,542 W/K	19,3 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0013	MR1 - Parete perimetrale	16,5 m ²	E	0,195 W/(m ² K)	0,633 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0025	PT Parete - serramento DAVANZALE	0,186 W/(mK)	1,4 m	0,260 W/K	3,4 %
pt0026	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	5,3 m	0,518 W/K	6,8 %
pt0027	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	1,4 m	0,137 W/K	1,8 %
pt0028	PT Parete - serramento DAVANZALE	0,186 W/(mK)	1,4 m	0,260 W/K	3,4 %
pt0029	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	5,3 m	0,518 W/K	6,8 %
pt0030	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	1,4 m	0,137 W/K	1,8 %
pt0031	PT Parete - serramento DAVANZALE	0,186 W/(mK)	1,4 m	0,260 W/K	3,4 %
pt0032	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	5,3 m	0,518 W/K	6,8 %
pt0033	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	1,4 m	0,137 W/K	1,8 %
pt0034	PT Parete - serramento DAVANZALE	0,186 W/(mK)	1,4 m	0,260 W/K	3,4 %
pt0035	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	5,3 m	0,518 W/K	6,8 %
pt0036	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	1,4 m	0,137 W/K	1,8 %
pt0037	PT Parete - serramento DAVANZALE	0,186 W/(mK)	1,4 m	0,260 W/K	3,4 %
pt0038	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	5,3 m	0,518 W/K	6,8 %
pt0039	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	1,4 m	0,137 W/K	1,8 %
pt0040	PT Parete - serramento DAVANZALE	0,186 W/(mK)	1,4 m	0,260 W/K	3,4 %
pt0041	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	5,3 m	0,518 W/K	6,8 %
pt0042	PT Parete - serramento SPALLETTE	0,098 W/(mK)	1,4 m	0,137 W/K	1,8 %
pt0001	PT Angolo sporgente con pilastro	-0,095 W/(mK)	1,9 m	-0,177 W/K	- %
pt0005	PT Parete copertura piana EST	0,085 W/(mK)	5,2 m	0,445 W/K	5,9 %
pt0006	PT Parete - pavimento su terreno	0,280 W/(mK)	5,2 m	1,464 W/K	19,3 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
so0001	SOF1 - Copertura piana	113,7 m ²	-	0,168 W/(m ² K)	0,182 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0001	PT Parete copertura piana SUD	0,204 W/(mK)	5,5 m	1,122 W/K	5,9 %
pt0005	PT Parete copertura piana EST	0,085 W/(mK)	5,2 m	0,445 W/K	2,3 %

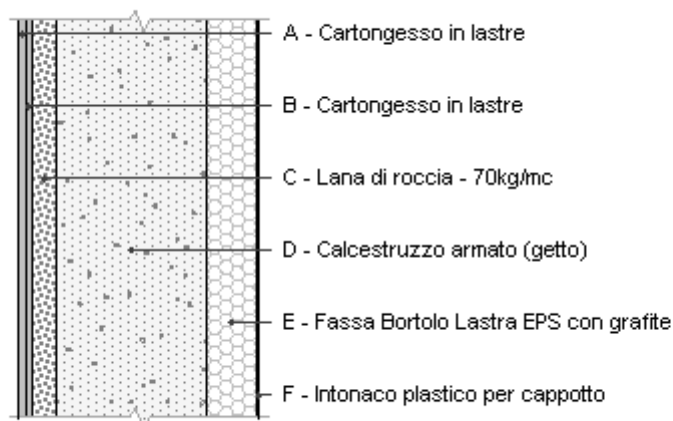
Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0001	Pavimento 13370	113,7 m ²	-	0,143 W/(m ² K)	0,169 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0002	PT Parete - pavimento su terreno	0,280 W/(mK)	5,5 m	1,542 W/K	9,5 %
pt0006	PT Parete - pavimento su terreno	0,280 W/(mK)	5,2 m	1,464 W/K	9,0 %

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Locale 02

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0005	MR1 - Parete perimetrale	16,7 m ²	E	0,195 W/(m ² K)	0,245 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0003	PT Parete copertura piana EST	0,085 W/(mK)	2,2 m	0,191 W/K	5,9 %
pt0004	PT Parete - pavimento su terreno	0,280 W/(mK)	2,2 m	0,629 W/K	19,3 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
so0001	SOF1 - Copertura piana	30,8 m ²	-	0,168 W/(m ² K)	0,175 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0003	PT Parete copertura piana EST	0,085 W/(mK)	2,2 m	0,191 W/K	3,7 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0001	Pavimento 13370	30,8 m ²	-	0,143 W/(m ² K)	0,163 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0004	PT Parete - pavimento su terreno	0,280 W/(mK)	2,2 m	0,629 W/K	14,4 %

MR1 - Parete perimetrale

Spessore	480,0 mm	Trasmittanza	0,195 W/m²K
Resistenza	5,116 m²K/W	Massa superf.	748 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
B	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
C	Lana di roccia - 70kg/mc	50,0	0,035	1,429	70	1,03	1,0
D	Calcestruzzo armato (getto)	300,0	1,910	0,157	2 400	1,00	999 999,0
E	Fassa Bortolo Lastra EPS con grafite	100,0	0,031	3,226	19	1,45	50,0
F	Intonaco plastico per cappotto	5,0	0,330	0,015	1 300	0,84	32,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	480,0		5,116			

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

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

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	-0,4 °C	63,8 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	0,1 °C	74,9 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	5,2 °C	49,5 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	8,7 °C	63,4 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	14,4 °C	56,4 %	0,5 1/h
giugno	18,0 °C	- %	17,7 °C	73,5 %	0,5 1/h
luglio	18,8 °C	- %	18,8 °C	62,7 %	0,5 1/h
agosto	18,6 °C	- %	18,6 °C	60,4 %	0,5 1/h
settembre	18,0 °C	- %	15,0 °C	69,2 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	9,6 °C	81,2 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	4,3 °C	71,8 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	0,1 °C	81,7 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	-0,40 °C	376,80 Pa
ESTIVA	18,80 °C	1 409,80 Pa	18,80 °C	1 359,00 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 392,271 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 392,271 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	9,6 °C	969,59 Pa	469,2 Pa	1438,79 Pa	20 °C	65 %
novembre	4,3 °C	596,43 Pa	657,35 Pa	1253,78 Pa	20 °C	65 %
dicembre	0,1 °C	502,2 Pa	806,45 Pa	1308,65 Pa	20 °C	65 %
gennaio	-0,4 °C	376,8 Pa	810 Pa	1186,8 Pa	20 °C	65 %
febbraio	0,1 °C	460,33 Pa	806,45 Pa	1266,78 Pa	20 °C	65 %
marzo	5,2 °C	437,58 Pa	625,4 Pa	1062,98 Pa	20 °C	65 %
aprile	8,7 °C	713,36 Pa	501,15 Pa	1214,51 Pa	20 °C	65 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	15,84°C	0,5997
novembre	13,7°C	0,5989
dicembre	14,36°C	0,7168
gennaio	12,86°C	0,6501
febbraio	13,86°C	0,6916
marzo	11,19°C	0,4048
aprile	13,21°C	0,3996

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} : 0,7168 (mese di Dicembre)**Pressione di vapore e pressione di saturazione**

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 186,8	1 266,8	1 063,0	1 214,5	1 223,3	1 668,7	1 501,6	1 443,7	1 457,2	1 438,8	1 253,8	1 308,7
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 062,8	2 168,9	2 141,9	2 062,8	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 186,8	1 266,8	1 063,0	1 214,5	1 223,3	1 668,7	1 501,6	1 443,7	1 457,2	1 438,8	1 253,8	1 308,7
	2 168,1	2 172,1	2 213,3	2 242,0	2 035,4	2 060,5	2 168,9	2 141,9	2 039,9	2 249,5	2 206,0	2 172,1
A-B	1 186,8	1 266,8	1 063,0	1 214,5	1 223,3	1 668,7	1 501,6	1 443,7	1 457,2	1 438,8	1 253,8	1 308,7
	2 136,9	2 141,6	2 190,2	2 224,2	2 030,1	2 060,1	2 168,9	2 141,9	2 035,6	2 233,0	2 181,6	2 141,6
B-C	1 186,8	1 266,8	1 063,0	1 214,5	1 223,3	1 668,7	1 501,6	1 443,7	1 457,2	1 438,8	1 253,8	1 308,7
	1 496,5	1 513,4	1 695,5	1 831,3	1 907,9	2 049,5	2 168,9	2 141,9	1 933,0	1 867,7	1 662,0	1 513,4
C-D	376,8	460,3	437,6	713,4	924,5	1 487,1	1 359,0	1 294,0	1 179,7	969,6	596,4	502,2
	1 437,7	1 455,4	1 647,6	1 792,0	1 894,8	2 048,3	2 168,9	2 141,9	1 922,0	1 830,9	1 612,1	1 455,4
D-E	376,8	460,3	437,6	713,4	924,5	1 487,1	1 359,0	1 294,0	1 179,7	969,6	596,4	502,2
	601,3	624,4	893,8	1 133,5	1 643,7	2 024,6	2 168,9	2 141,9	1 707,9	1 203,6	839,9	624,4
E-F	376,8	460,3	437,6	713,4	924,5	1 487,1	1 359,0	1 294,0	1 179,7	969,6	596,4	502,2
	598,3	621,8	891,1	1 131,0	1 642,6	2 024,5	2 168,9	2 141,9	1 706,9	1 201,2	837,2	621,8
F-Add	376,8	460,3	437,6	713,4	924,5	1 487,1	1 359,0	1 294,0	1 179,7	969,6	596,4	502,2
	590,7	615,0	884,1	1 124,4	1 639,7	2 024,2	2 168,9	2 141,9	1 704,4	1 194,8	830,2	615,0

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	18,0	18,8	18,6	18,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,0	19,0	19,3	19,5	17,8	18,0	18,8	18,6	17,9	19,5	19,3	19,0
A-B	18,8	18,8	19,1	19,3	17,8	18,0	18,8	18,6	17,8	19,4	19,1	18,8
B-C	18,6	18,6	19,0	19,2	17,7	18,0	18,8	18,6	17,8	19,3	18,9	18,6
C-D	13,0	13,2	14,9	16,1	16,8	17,9	18,8	18,6	17,0	16,4	14,6	13,2
D-E	12,4	12,6	14,5	15,8	16,7	17,9	18,8	18,6	16,9	16,1	14,1	12,6
E-F	-0,2	0,3	5,4	8,8	14,4	17,7	18,8	18,6	15,0	9,7	4,5	0,3
F-Add	-0,2	0,3	5,3	8,8	14,4	17,7	18,8	18,6	15,0	9,7	4,4	0,3
Add-Esterno	-0,4	0,1	5,2	8,7	14,4	17,7	18,8	18,6	15,0	9,6	4,3	0,1

Verifica formazione di condensa interstiziale

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

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

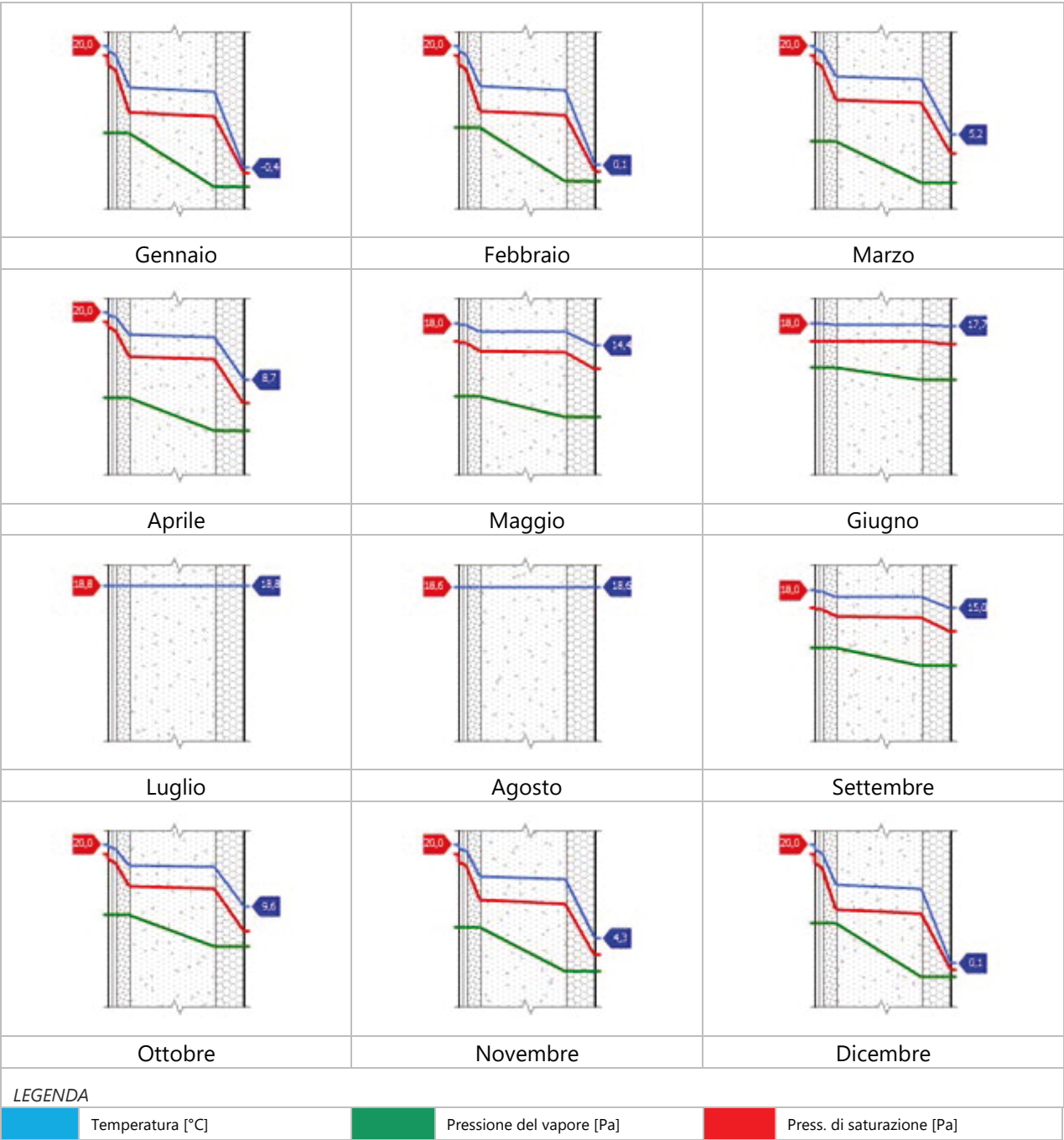
Gc: 0,0000 kg/m²

Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²Quantità 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	748 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Edolo
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	18,3 °C
Temperatura massima estiva	34,1 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	22,8 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	241,90 W/m ²

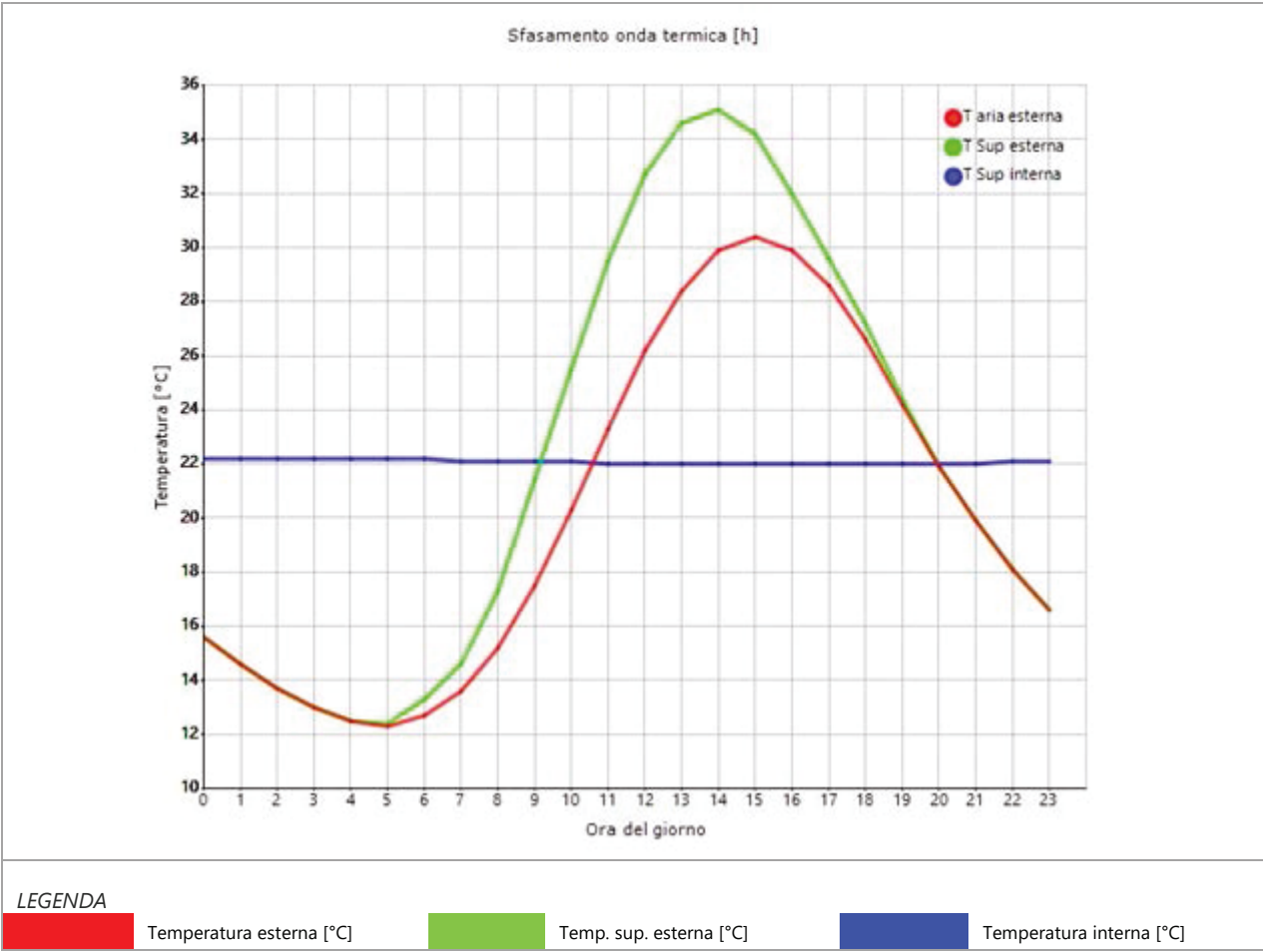
Inerzia termica

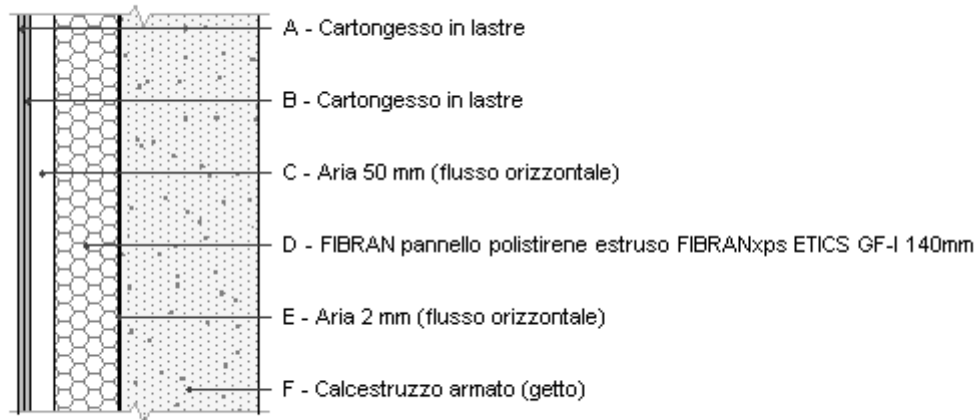
Sfasamento dell'onda termica	12h 43'
Fattore di attenuazione	0,0120
Capacità termica interna C1	26,6 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	7,6 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	15,7 W/m ² K
Ammettenza interna	1,9 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	15,7 W/m ² K
Ammettenza esterna	0,6 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,002 W/m ² K
Valore limite Ylim	0,100 W/m ² K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradianza solare giorno più caldo Ie	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	15,55	0,00	15,55	22,17
1:00	14,65	0,00	14,65	22,20
2:00	13,74	0,00	13,74	22,23
3:00	13,02	0,00	13,02	22,23
4:00	12,48	0,00	12,48	22,22
5:00	12,30	11,00	12,43	22,20
6:00	12,66	50,00	13,26	22,17
7:00	13,56	86,00	14,59	22,14
8:00	15,19	177,00	17,32	22,10
9:00	17,54	321,00	21,40	22,07
10:00	20,26	439,00	25,53	22,05
11:00	23,34	515,00	29,52	22,03
12:00	26,23	541,00	32,72	22,01
13:00	28,40	515,00	34,58	22,00
14:00	29,85	439,00	35,12	21,99
15:00	30,40	321,00	34,25	21,98
16:00	29,85	177,00	31,98	21,97
17:00	28,59	86,00	29,62	21,96
18:00	26,59	50,00	27,19	21,96

19:00	24,24	11,00	24,37	21,97
20:00	21,89	0,00	21,89	21,99
21:00	19,90	0,00	19,90	22,02
22:00	18,09	0,00	18,09	22,07
23:00	16,64	0,00	16,64	22,12

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA

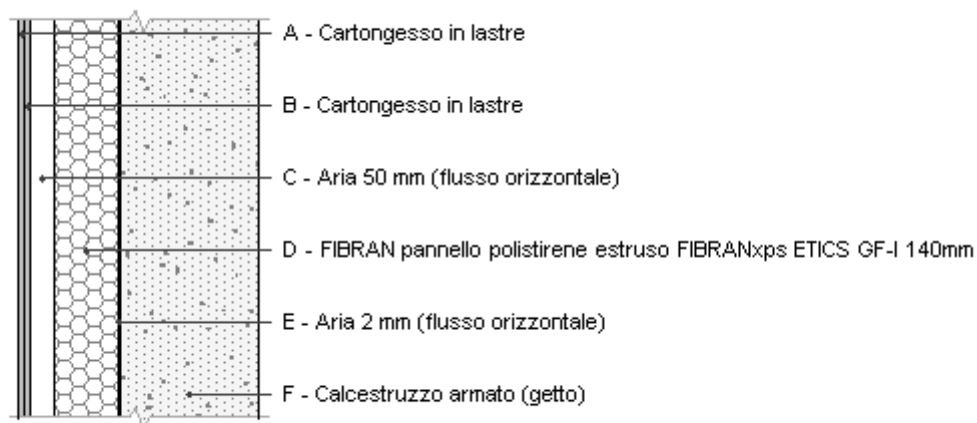


MR2 - Parete perimetrale vs ED. CONF.

Spessore	517,0 mm	Trasmittanza	0,210 W/m ² K
Resistenza	4,755 m ² K/W	Massa superf.	747 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

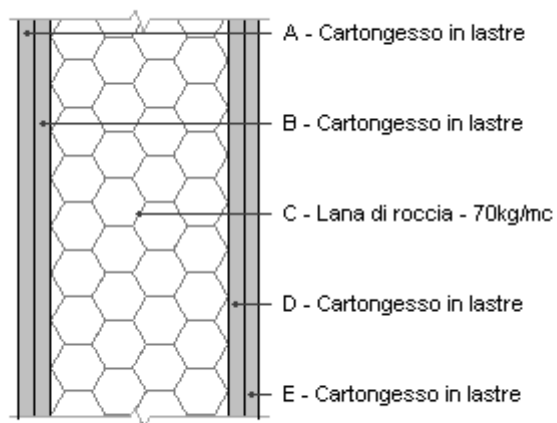
	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
B	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
C	Aria 50 mm (flusso orizzontale)	50,0	0,280	0,179	1	1,00	1,0
D	FIBRAN pannello polistirene estruso FIBRANxps ETICS GF-I 140mm	140,0	0,035	4,000	30	1,45	50,0
E	Aria 2 mm (flusso orizzontale)	2,0	0,050	0,040	1	1,00	1,0
F	Calcestruzzo armato (getto)	300,0	1,910	0,157	2 400	1,00	999 999,0
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	517,0		4,755			

MR2 - Parete perimetrale vs ZNR

Spessore	517,0 mm	Trasmittanza	0,210 W/m ² K
Resistenza	4,755 m ² K/W	Massa superf.	747 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

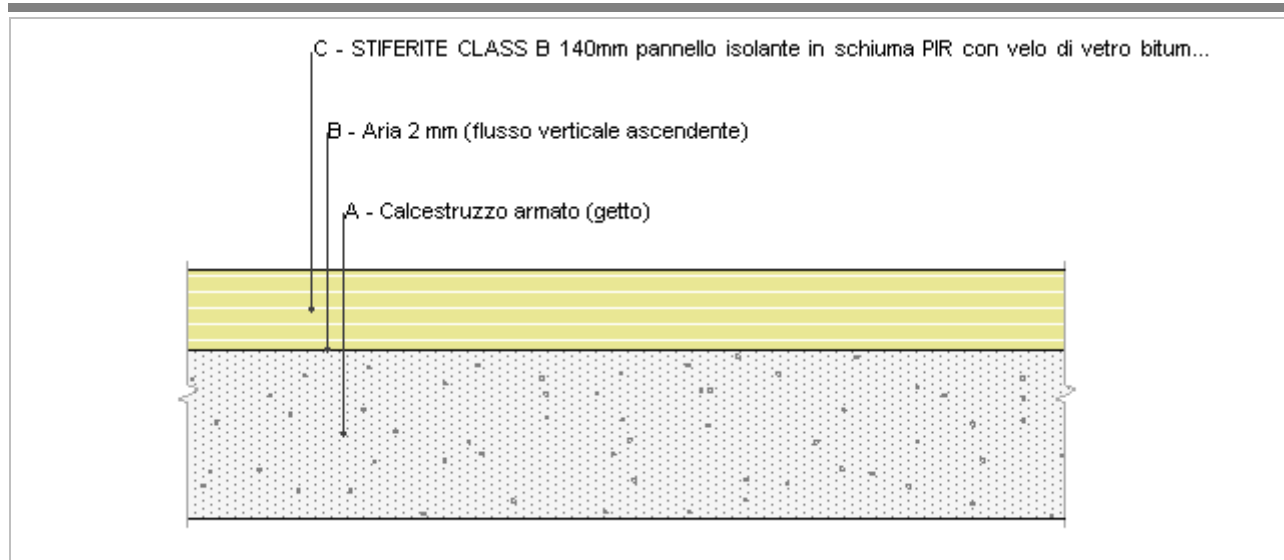
	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
B	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
C	Aria 50 mm (flusso orizzontale)	50,0	0,280	0,179	1	1,00	1,0
D	FIBRAN pannello polistirene estruso FIBRANxps ETICS GF-I 140mm	140,0	0,035	4,000	30	1,45	50,0
E	Aria 2 mm (flusso orizzontale)	2,0	0,050	0,040	1	1,00	1,0
F	Calcestruzzo armato (getto)	300,0	1,910	0,157	2 400	1,00	999 999,0
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	517,0		4,755			

MR3 - Parete perimetrale vs ZNR

Spessore	190,0 mm	Trasmittanza	0,222 W/m ² K
Resistenza	4,498 m ² K/W	Massa superf.	55 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
B	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
C	Lana di roccia - 70kg/mc	140,0	0,035	4,000	70	1,03	1,0
D	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
E	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	190,0		4,498			

SOF1 - Copertura piana

Spessore	442,0 mm	Trasmittanza	0,168 W/m ² K
Resistenza	5,937 m ² K/W	Massa superf.	726 kg/m ²
Tipologia	Soffitto		
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 ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Calcestruzzo armato (getto)	300,0	1,910	0,157	2 400	1,00	999 999,0
B	Aria 2 mm (flusso verticale ascendente)	2,0	0,050	0,040	1	1,00	1,0
C	STIFERITE CLASS B 140mm pannello isolante in schiuma PIR con velo di vetro bitumato acc. a PP	140,0	0,025	5,600	44	1,46	33,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	442,0		5,937			

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

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

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	-0,4 °C	63,8 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	0,1 °C	74,9 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	5,2 °C	49,5 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	8,7 °C	63,4 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	14,4 °C	56,4 %	0,5 1/h
giugno	18,0 °C	- %	17,7 °C	73,5 %	0,5 1/h
luglio	18,8 °C	- %	18,8 °C	62,7 %	0,5 1/h
agosto	18,6 °C	- %	18,6 °C	60,4 %	0,5 1/h
settembre	18,0 °C	- %	15,0 °C	69,2 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	9,6 °C	81,2 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	4,3 °C	71,8 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	0,1 °C	81,7 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	-0,40 °C	376,80 Pa
ESTIVA	18,80 °C	1 409,80 Pa	18,80 °C	1 359,00 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 392,531 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 392,531 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	9,6 °C	969,59 Pa	469,2 Pa	1438,79 Pa	20 °C	65 %
novembre	4,3 °C	596,43 Pa	657,35 Pa	1253,78 Pa	20 °C	65 %
dicembre	0,1 °C	502,2 Pa	806,45 Pa	1308,65 Pa	20 °C	65 %
gennaio	-0,4 °C	376,8 Pa	810 Pa	1186,8 Pa	20 °C	65 %
febbraio	0,1 °C	460,33 Pa	806,45 Pa	1266,78 Pa	20 °C	65 %
marzo	5,2 °C	437,58 Pa	625,4 Pa	1062,98 Pa	20 °C	65 %
aprile	8,7 °C	713,36 Pa	501,15 Pa	1214,51 Pa	20 °C	65 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	$f_{Rsi-amm}$
ottobre	15,84°C	0,5997
novembre	13,7°C	0,5989
dicembre	14,36°C	0,7168
gennaio	12,86°C	0,6501
febbraio	13,86°C	0,6916
marzo	11,19°C	0,4048
aprile	13,21°C	0,3996

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} : 0,7168 (mese di Dicembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 186,8	1 266,8	1 063,0	1 214,5	1 223,3	1 668,7	1 501,6	1 443,7	1 457,2	1 438,8	1 253,8	1 308,7
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 062,8	2 168,9	2 141,9	2 062,8	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	376,8	460,3	437,6	713,4	924,5	1 487,1	1 359,0	1 294,0	1 179,7	969,6	596,4	502,2
	2 146,7	2 151,2	2 197,6	2 229,8	2 031,8	2 060,2	2 168,9	2 141,9	2 037,0	2 238,2	2 189,3	2 151,2
A-B	376,8	460,3	437,6	713,4	924,5	1 487,1	1 359,0	1 294,0	1 179,7	969,6	596,4	502,2
	2 128,8	2 133,7	2 184,3	2 219,6	2 028,8	2 060,0	2 168,9	2 141,9	2 034,4	2 228,7	2 175,3	2 133,7
B-C	376,8	460,3	437,6	713,4	924,5	1 487,1	1 359,0	1 294,0	1 179,7	969,6	596,4	502,2
	597,3	620,8	890,1	1 130,1	1 642,2	2 024,5	2 168,9	2 141,9	1 706,6	1 200,3	836,2	620,8
C-Add	376,8	460,3	437,6	713,4	924,5	1 487,1	1 359,0	1 294,0	1 179,7	969,6	596,4	502,2
	590,7	615,0	884,1	1 124,4	1 639,7	2 024,2	2 168,9	2 141,9	1 704,4	1 194,8	830,2	615,0

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	18,0	18,8	18,6	18,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,2	19,2	19,4	19,5	17,9	18,0	18,8	18,6	17,9	19,6	19,4	19,2
A-B	18,6	18,7	19,0	19,2	17,8	18,0	18,8	18,6	17,8	19,3	19,0	18,7
B-C	18,5	18,5	18,9	19,2	17,7	18,0	18,8	18,6	17,8	19,2	18,8	18,5
C-Add	-0,3	0,2	5,3	8,8	14,4	17,7	18,8	18,6	15,0	9,7	4,4	0,2
Add-Esterno	-0,4	0,1	5,2	8,7	14,4	17,7	18,8	18,6	15,0	9,6	4,3	0,1

Verifica formazione di condensa interstiziale

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

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0000 kg/m²

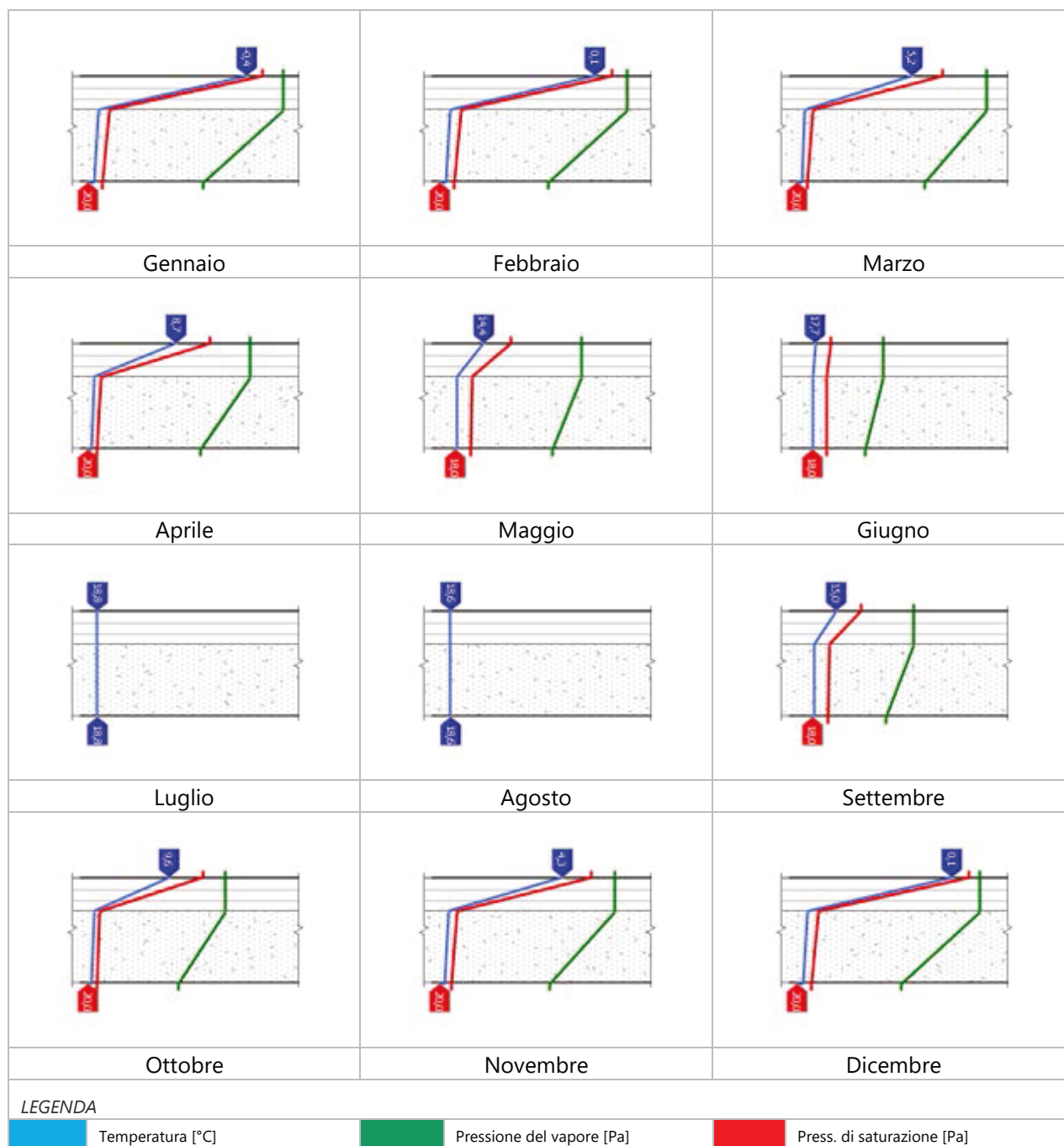
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

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

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



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

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	726 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Edolo
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	18,3 °C
Temperatura massima estiva	34,1 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	22,8 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	241,90 W/m ²

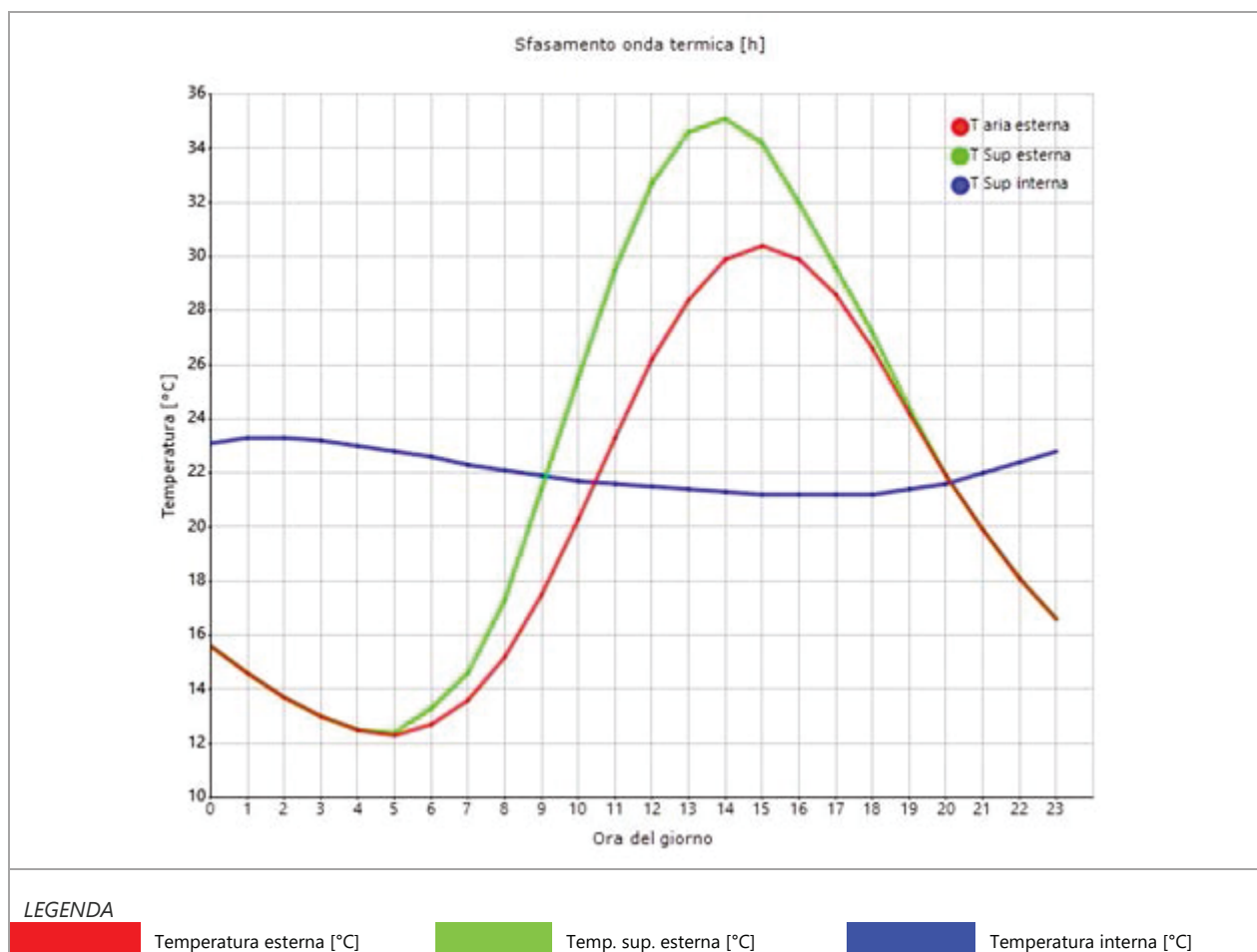
Inerzia termica

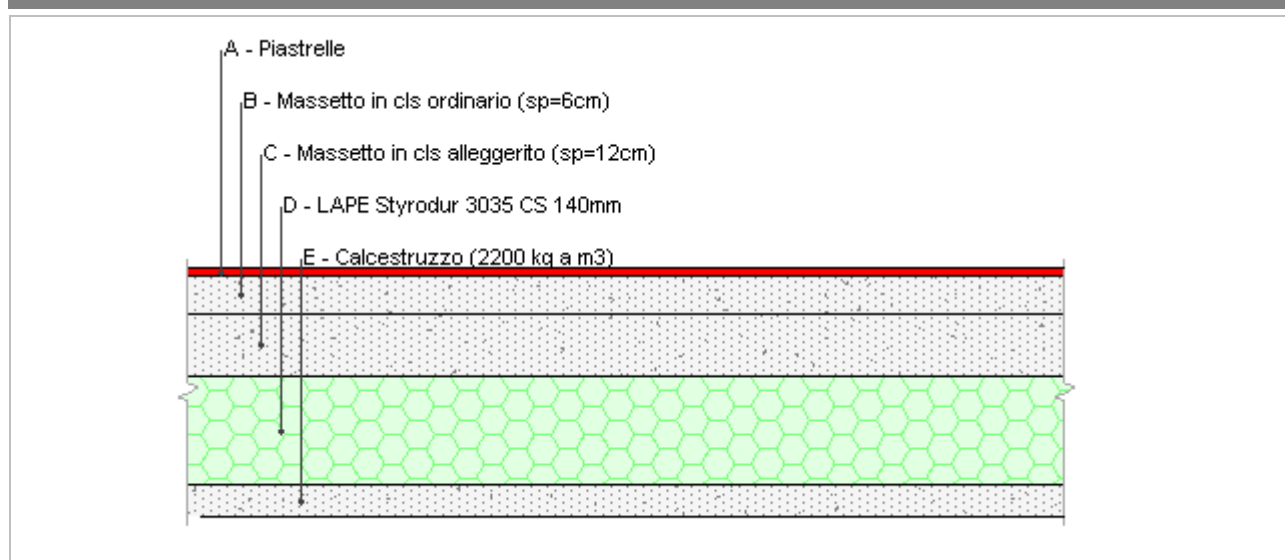
Sfasamento dell'onda termica	12h 02'
Fattore di attenuazione	0,0948
Capacità termica interna C1	95,9 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	4,3 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	13,0 W/m ² K
Ammettenza interna	7,0 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	14,8 W/m ² K
Ammettenza esterna	0,3 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,016 W/m ² K
Valore limite Ylim	0,180 W/m ² K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradianza solare giorno più caldo Ie W/m ²	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	15,55	0,00	15,55	23,09
1:00	14,65	0,00	14,65	23,26
2:00	13,74	0,00	13,74	23,31
3:00	13,02	0,00	13,02	23,23
4:00	12,48	0,00	12,48	23,01
5:00	12,30	11,00	12,43	22,79
6:00	12,66	50,00	13,26	22,56
7:00	13,56	86,00	14,59	22,29
8:00	15,19	177,00	17,32	22,06
9:00	17,54	321,00	21,40	21,87
10:00	20,26	439,00	25,53	21,70
11:00	23,34	515,00	29,52	21,56
12:00	26,23	541,00	32,72	21,46
13:00	28,40	515,00	34,58	21,37
14:00	29,85	439,00	35,12	21,29
15:00	30,40	321,00	34,25	21,22
16:00	29,85	177,00	31,98	21,17
17:00	28,59	86,00	29,62	21,16
18:00	26,59	50,00	27,19	21,24

19:00	24,24	11,00	24,37	21,37
20:00	21,89	0,00	21,89	21,62
21:00	19,90	0,00	19,90	22,01
22:00	18,09	0,00	18,09	22,40
23:00	16,64	0,00	16,64	22,78

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA

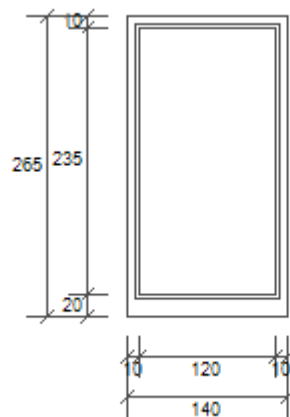


SOL1 - Solaio su vespaio

Spessore	320,0 mm	Trasmittanza	0,245 W/m ² K
Resistenza	4,074 m ² K/W	Massa superf.	313 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	Piastrille	10,0	1,000	0,010	2 300	0,84	999 999,0
B	Massetto in cls ordinario (sp=6cm)	50,0	1,060	0,047	1 700	1,00	3,3
C	Massetto in cls alleggerito (sp=12cm)	80,0	0,580	0,138	1 400	1,00	3,3
D	LAPE Styrodur 3035 CS 140mm	140,0	0,038	3,684	33	1,45	50,0
E	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	40,0	1,650	0,024	2 200	1,00	70,0
	TOTALE	320,0		4,074			

F1 - Finestra 140x265

Larghezza	L	140 cm
Altezza	H	265 cm
Area del vetro	Ag	2,820 m ²
Area del telaio	Af	0,890 m ²
Area totale del serramento	Aw	3,710 m ²
Perimetro del vetro	p	7,100 m
Trasmittanza	Uw	0,811 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	0,811 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,600 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	90 mm
Tipologia	tipo	-
Distanziatore	dist	Plastica
Trasmittanza	Uf	1,000 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 m ² K/W

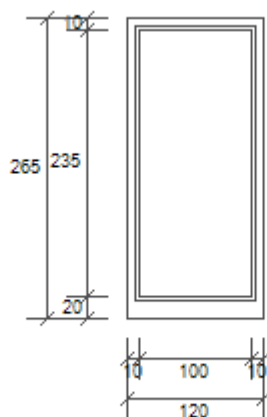
Permeabilità all'aria

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

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

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
PT Parete - serramento DAVANZALE (Ponte termico)	1,4	0,186
PT Parete - serramento SPALLETTE (Ponte termico)	5,3	0,098
PT Parete - serramento SPALLETTE (Ponte termico)	1,4	0,098

F2 - Finestra 120x265

Larghezza	L	120 cm
Altezza	H	265 cm
Area del vetro	Ag	2,350 m ²
Area del telaio	Af	0,830 m ²
Area totale del serramento	Aw	3,180 m ²
Perimetro del vetro	p	6,700 m
Trasmittanza	Uw	0,831 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	0,831 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,600 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	90 mm
Tipologia	tipo	
Distanziatore	dist	Plastica
Trasmittanza	Uf	1,000 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 m ² K/W

Permeabilità all'aria

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

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

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
PT Parete - serramento DAVANZALE (Ponte termico)	1,2	0,186
PT Parete - serramento SPALLETTE (Ponte termico)	5,3	0,098
PT Parete - serramento SPALLETTE (Ponte termico)	1,2	0,098

RELAZIONE DI CALCOLO DEL PONTE TERMICO

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

EDIFICIO	Via A. Morino snc - Edolo (BS)
RELAZIONE a cura di	Arch. Riccardo Arzaroli
DATA	18/12/2024
	Firma: _____

INDICE

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

- 4.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT Angolo sporgente con pilastro
- 4.2 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 4.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 4.4 CURVE DI TEMPERATURA
- 4.5 RISULTATI DI CALCOLO
- 4.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 5.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT Parete - pavimento su terreno
- 5.2 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 5.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 5.4 CURVE DI TEMPERATURA
- 5.5 RISULTATI DI CALCOLO
- 5.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 6.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT Parete - serramento DAVANZALE
- 6.2 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 6.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 6.4 CURVE DI TEMPERATURA
- 6.5 RISULTATI DI CALCOLO
- 6.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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

- 8.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT Parete copertura piana EST
- 8.2 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 8.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 8.4 CURVE DI TEMPERATURA
- 8.5 RISULTATI DI CALCOLO

- 8.6** VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 9.1** DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT Parete copertura piana SUD
- 9.2** CONDIZIONI AL CONTORNO
- 9.3** DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 9.4** CURVE DI TEMPERATURA
- 9.5** RISULTATI DI CALCOLO
- 9.6** VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

1. PREMESSA

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

- Modifica del flusso termico
- Modifica della temperatura superficiale

rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

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

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

2. NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

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

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

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

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

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

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

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

3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

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

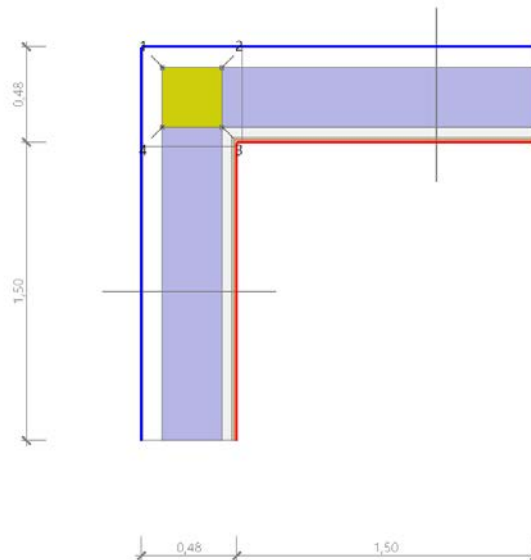
Il presente metodo numerico rispetta tutte le regole contenute nell'appendice A. In particolare:

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

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

4.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT Angolo sporgente con pilastro

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Fassa Bortolo Lastra EPS con grafite	0,031
2	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
1	Intonaco plastico per cappotto	0,330
1	Intonaco plastico per cappotto	0,330
1	Intonaco plastico per cappotto	0,330
5	Cartongesso in lastre	0,210
6	Cartongesso in lastre	0,210
4	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
1	Intonaco plastico per cappotto	0,330
1	Intonaco plastico per cappotto	0,330
2	Fassa Bortolo Lastra EPS con grafite	0,031
3	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
3	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
1	Intonaco plastico per cappotto	0,330
1	Intonaco plastico per cappotto	0,330
3	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
3	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
2	Fassa Bortolo Lastra EPS con grafite	0,031
5	Cartongesso in lastre	0,210
5	Cartongesso in lastre	0,210
6	Cartongesso in lastre	0,210

6	Cartongesso in lastre	0,210
4	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
4	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035

4.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Edolo - (BS).

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

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

Dettaglio dei confini

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

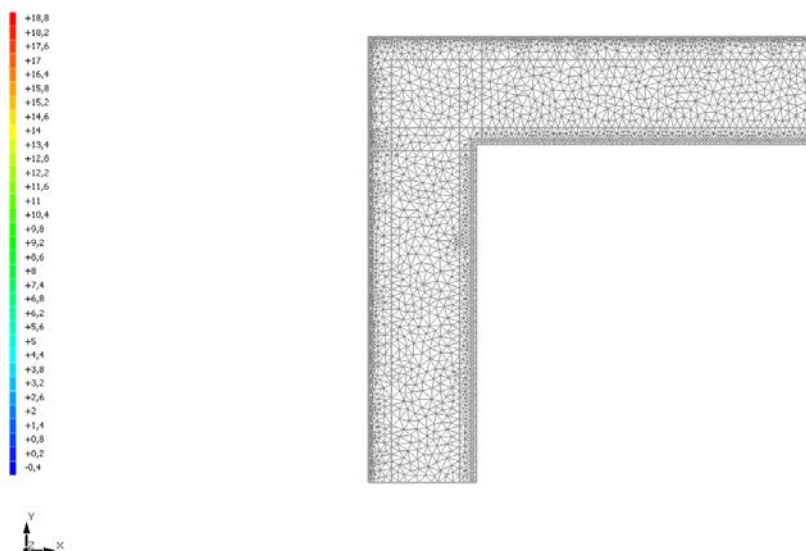
4.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 3 754

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

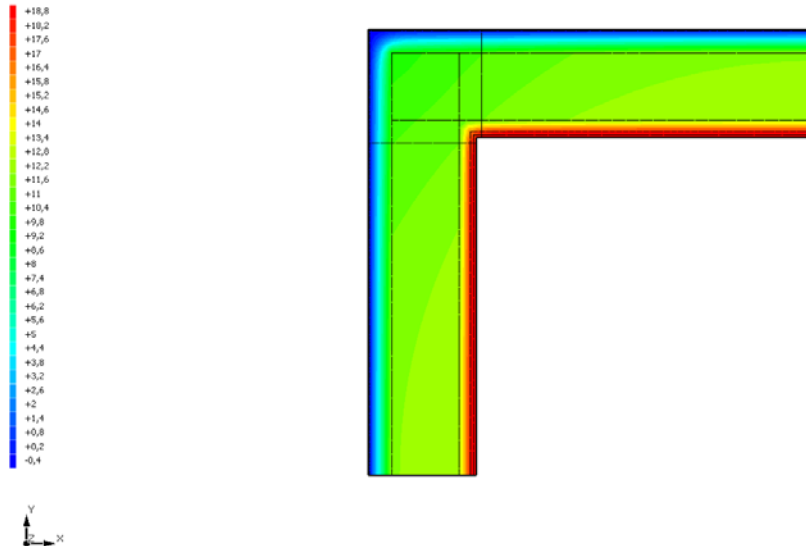
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Angolo sporgente con pilastro



4.4 CURVE DI TEMPERATURA

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

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



4.5 RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	13,84	W/m
Ψ interno	0,0922	W/mK
Ψ esterno	-0,0954	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,68	W/mK
Temperatura minima	17,8	°C

4.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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

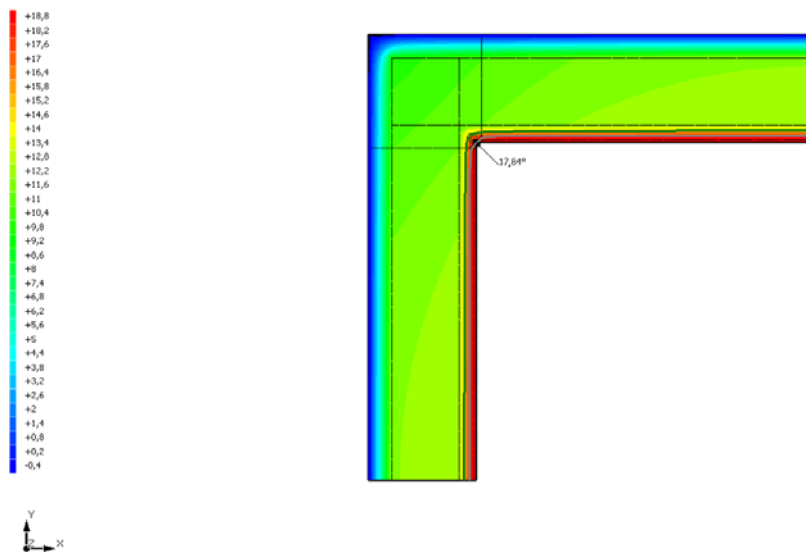
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

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

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Angolo sporgente con 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 Edolo, BS

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	9,60	83,9	1 002,4	469,2	1 471,6	1 839,5	16,19	20,00	0,6337
novembre	4,30	74,9	621,8	657,3	1 279,1	1 598,9	14,01	20,00	0,6186
dicembre	0,10	93,9	577,4	806,4	1 383,9	1 729,9	15,23	20,00	0,7603
gennaio	-0,40	77,9	460,1	810,0	1 270,1	1 587,7	13,90	20,00	0,7011
febbraio	0,10	71,2	437,8	806,4	1 244,3	1 555,4	13,59	20,00	0,6777
marzo	5,20	48,5	428,8	625,4	1 054,2	1 317,7	11,07	20,00	0,3963
aprile	8,70	60,9	684,8	501,2	1 185,9	1 482,4	12,85	20,00	0,3673

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

0,894

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,760

Mese critico

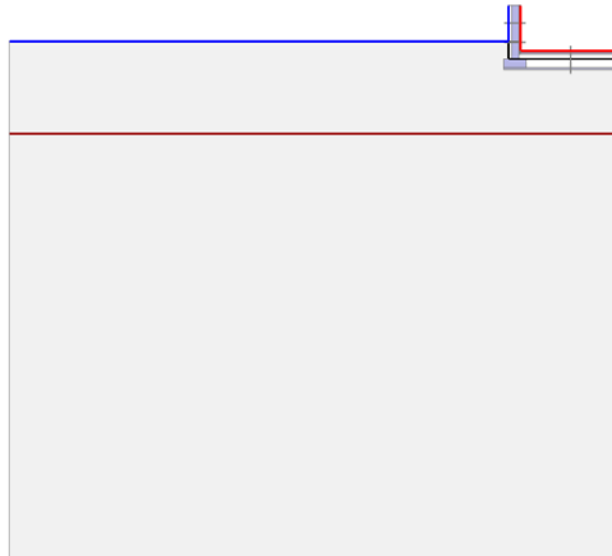
Dicembre

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE

fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

5.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT Parete - pavimento su terreno

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
2	Intonaco plastico per cappotto	0,330
3	LAPE Styrodur 4000 CS 100mm	0,037
4	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
8	Intonaco plastico per cappotto	0,330
9	Fassa Bortolo Lastra EPS con grafite	0,031
10	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
11	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
12	Cartongesso in lastre	0,210
13	Cartongesso in lastre	0,210
14	Piastrelle	1,000
15	Massetto in cls ordinario (sp=6cm)	1,060
16	Massetto in cls alleggerito (sp=12cm)	0,580
17	LAPE Styrodur 3035 CS 140mm	0,038
18	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
20	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
22	Sabbia e ghiaia (2200 kg a m3)	2,000
21	Sabbia e ghiaia (2200 kg a m3)	2,000
19	Aria	0,025
6	Cartongesso in lastre	0,210
7	Cartongesso in lastre	0,210

5	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
---	--------------------------	-------

5.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Edolo - (BS).

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

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

Dettaglio dei confini

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

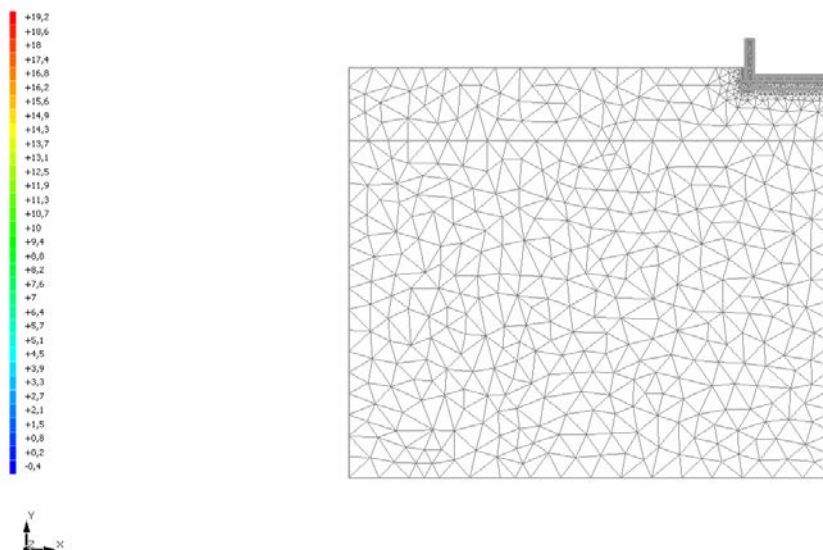
5.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 4 519

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

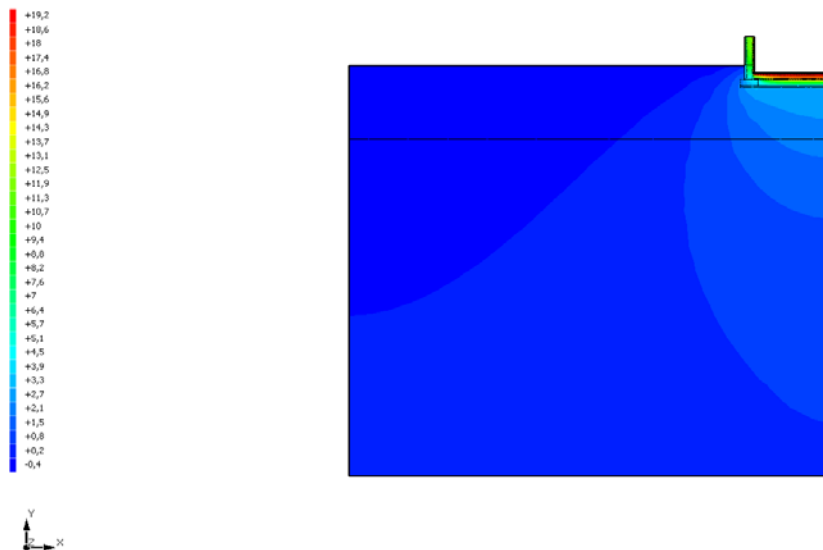
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - pavimento su terreno



5.4 CURVE DI TEMPERATURA

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

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



5.5 RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	16,72	W/m
Ψ interno	0,3205	W/mK
Ψ esterno	0,2804	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,82	W/mK
Temperatura minima	18,4	°C

5.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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

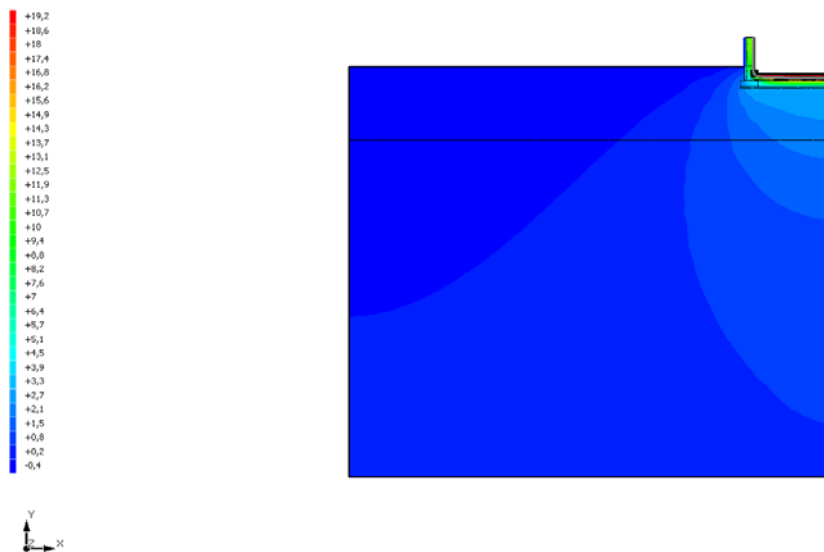
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

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

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

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



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

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Edolo, BS

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

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

Contorno interno - esterno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	φ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	9,60	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7943
novembre	4,30	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8637
dicembre	0,10	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8925
gennaio	-0,40	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8951
febbraio	0,10	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8925
marzo	5,20	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8555
aprile	8,70	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8107

Contorno interno – altro contorno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	φ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	12,17	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7268
novembre	9,47	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7968
dicembre	6,82	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8377
gennaio	4,72	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8600
febbraio	4,47	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8622
marzo	4,72	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8600
aprile	7,27	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8319

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]

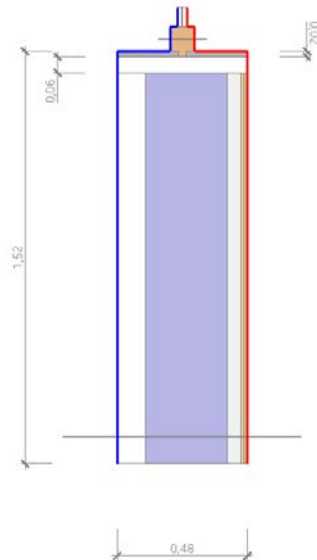
fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,920
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,895
Mese critico	Gennaio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	f _{rsi} > f _{rsi,max} : assenza di muffa

6.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT Parete - serramento DAVANZALE

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,330
2	Fassa Bortolo Lastra EPS con grafite	0,031
3	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
4	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
5	Cartongesso in lastre	0,210
6	Cartongesso in lastre	0,210
7	FIBRAN pannello polistirene estruso FIBRANxps MAESTRO 60mm	0,033
8	Marmo	3,000
9	Marmo	3,000
10	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
11	Vetro	1,000
12	Argon	0,017
13	Vetro	1,000
14	Argon	0,017
15	Vetro	1,000

6.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Edolo - (BS).

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

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

Dettaglio dei confini

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

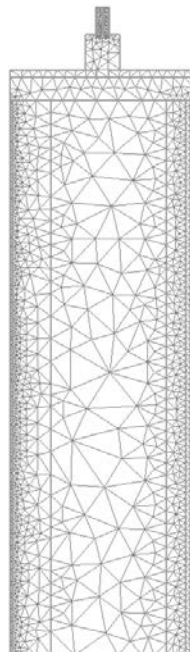
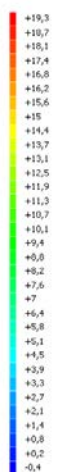
6.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1 631

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

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



6.4 CURVE DI TEMPERATURA

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

6.5 RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	11,85	W/m
Ψ interno	0,1860	W/mK
Ψ esterno	0,1860	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,58	W/mK
Temperatura minima	16,4	°C

6.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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

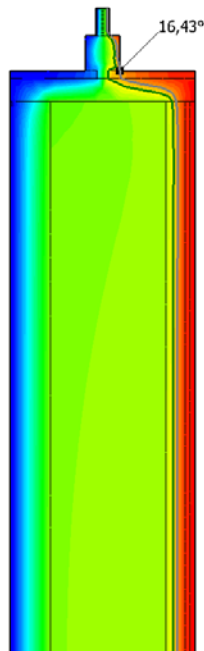
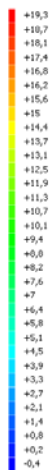
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

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

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

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



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

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Edolo, BS

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	9,60	83,9	1 002,4	469,2	1 471,6	1 839,5	16,19	20,00	0,6337
novembre	4,30	74,9	621,8	657,3	1 279,1	1 598,9	14,01	20,00	0,6186
dicembre	0,10	93,9	577,4	806,4	1 383,9	1 729,9	15,23	20,00	0,7603
gennaio	-0,40	77,9	460,1	810,0	1 270,1	1 587,7	13,90	20,00	0,7011
febbraio	0,10	71,2	437,8	806,4	1 244,3	1 555,4	13,59	20,00	0,6777
marzo	5,20	48,5	428,8	625,4	1 054,2	1 317,7	11,07	20,00	0,3963
aprile	8,70	60,9	684,8	501,2	1 185,9	1 482,4	12,85	20,00	0,3673

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 0,825

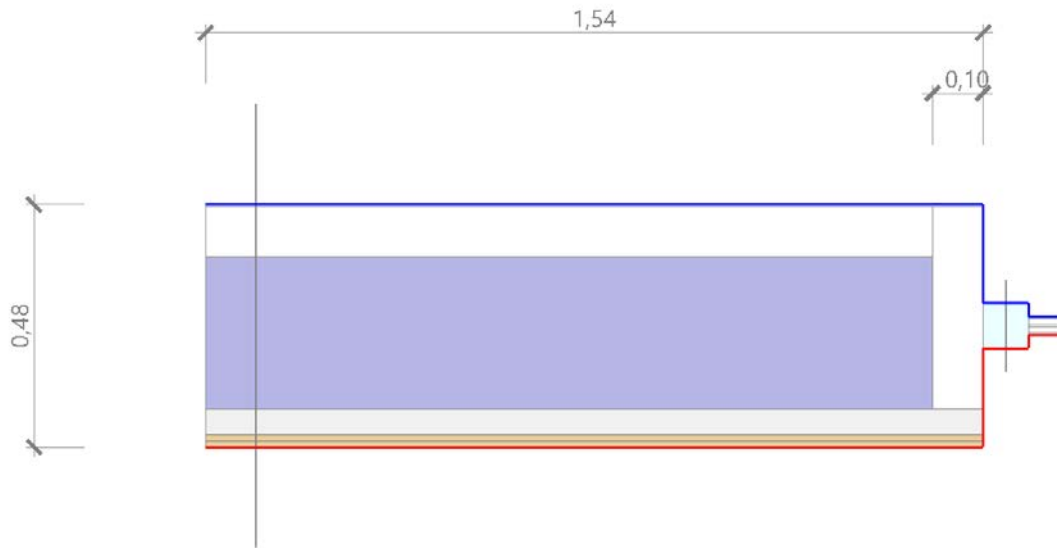
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm 0,760

Mese critico Dicembre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE frsi > frsi,max: assenza di muffa

7.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT Parete - serramento SPALLETTE

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,330
2	Fassa Bortolo Lastra EPS con grafite	0,031
4	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
5	Cartongesso in lastre	0,210
6	Cartongesso in lastre	0,210
8	Policloruro di vinile (PVC)	0,170
9	Vetro	1,000
10	Argon	0,017
11	Vetro	1,000
12	Argon	0,017
13	Vetro	1,000
7	Fassa Bortolo Lastra EPS con grafite	0,031
3	Calcestruzzo armato (getto)	1,910

7.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Edolo - (BS).

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

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

Dettaglio dei confini

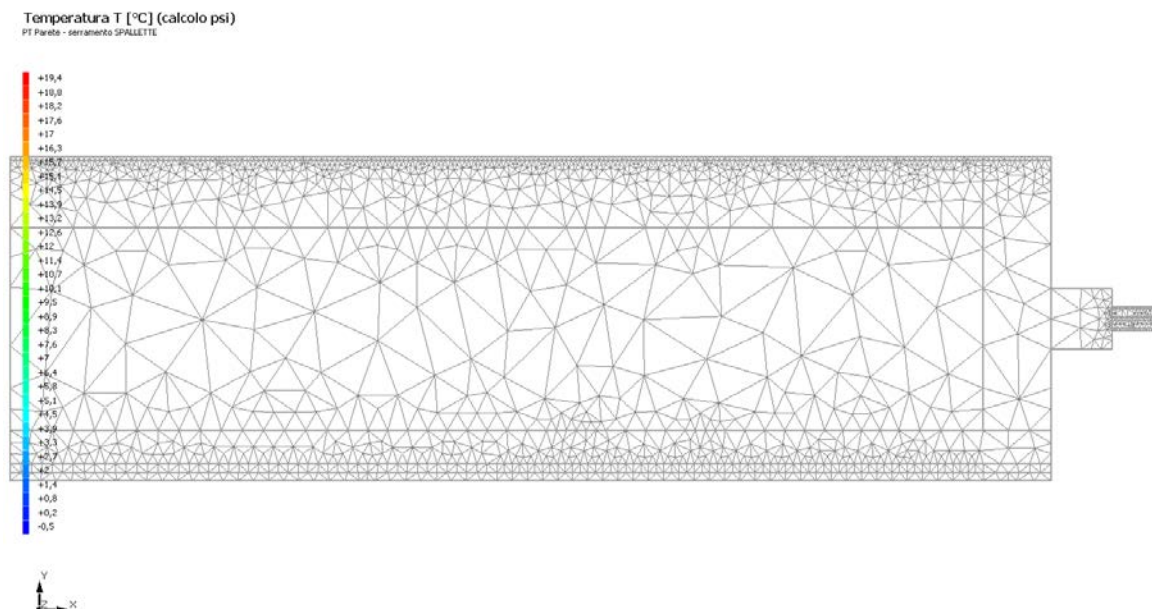
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	-0,4	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	-0,4	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	-0,4	0,04
5	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	-0,4	0,04
6	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	-0,4	0,04
7	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,17
8	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
9	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,17
10	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

7.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1 814

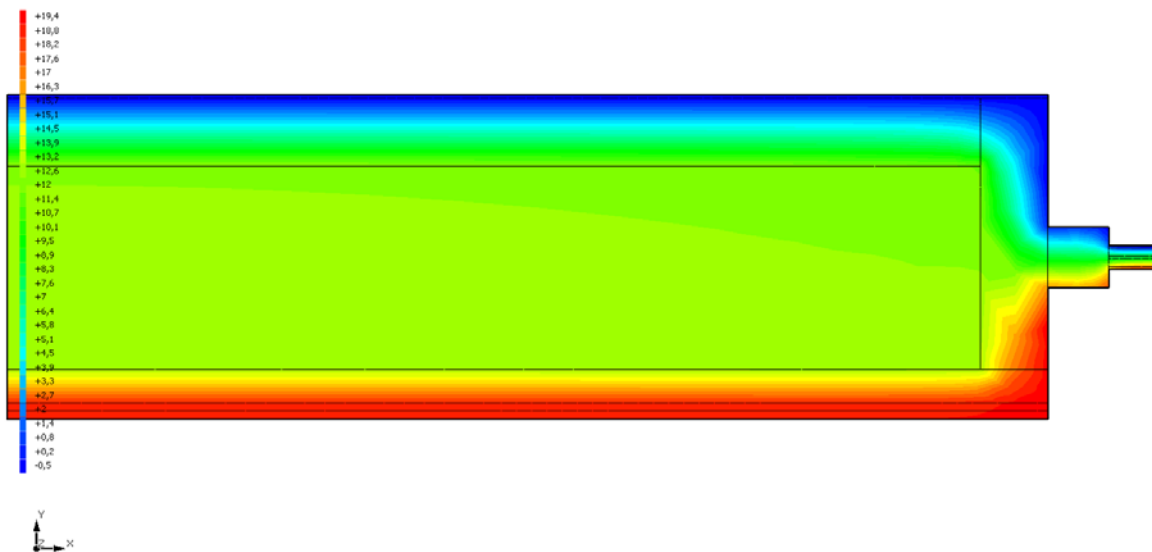
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



7.4 CURVE DI TEMPERATURA

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

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



7.5 RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	10,76	W/m
Ψ interno	0,0978	W/mK
Ψ esterno	0,0978	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,53	W/mK
Temperatura minima	16,9	°C

7.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

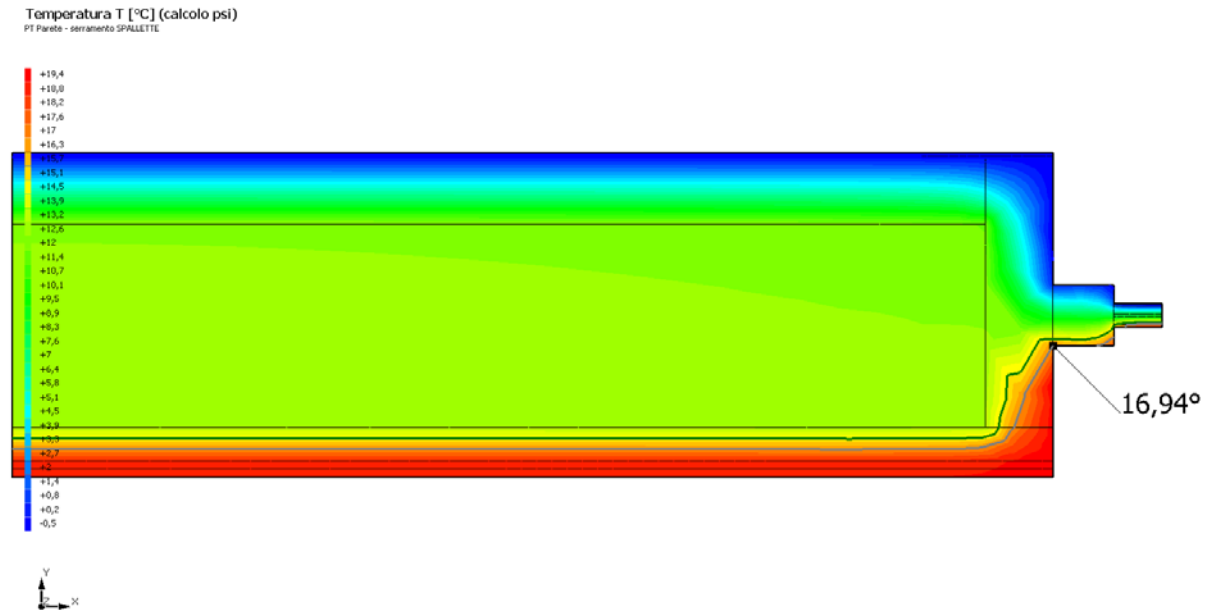
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

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

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



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 Edolo, BS

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	9,60	83,9	1 002,4	469,2	1 471,6	1 839,5	16,19	20,00	0,6337
novembre	4,30	74,9	621,8	657,3	1 279,1	1 598,9	14,01	20,00	0,6186
dicembre	0,10	93,9	577,4	806,4	1 383,9	1 729,9	15,23	20,00	0,7603
gennaio	-0,40	77,9	460,1	810,0	1 270,1	1 587,7	13,90	20,00	0,7011
febbraio	0,10	71,2	437,8	806,4	1 244,3	1 555,4	13,59	20,00	0,6777
marzo	5,20	48,5	428,8	625,4	1 054,2	1 317,7	11,07	20,00	0,3963
aprile	8,70	60,9	684,8	501,2	1 185,9	1 482,4	12,85	20,00	0,3673

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

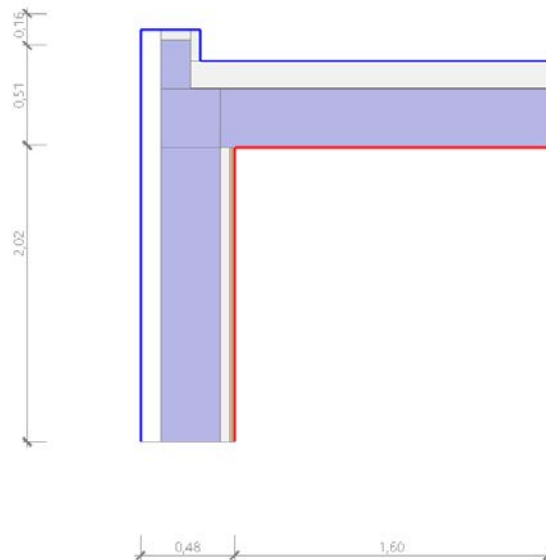
fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,850
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,760
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

8.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT Parete copertura piana EST

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]
8	Intonaco plastico per cappotto	0,330
14	Intonaco plastico per cappotto	0,330
17	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
18	Cartongesso in lastre	0,210
19	Cartongesso in lastre	0,210
22	STIFERITE CLASS B 140mm pannello isolante in schiuma PIR con velo di vetro bitumato acc. a PP	0,025
23	Aria 2 mm (flusso verticale ascendente)	0,050
24	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
10	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
5	Fassa Bortolo Lastra EPS con grafite	0,031
3	Fassa Bortolo Lastra EPS con grafite	0,031
10	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
4	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
15	Fassa Bortolo Lastra EPS con grafite	0,031

8.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Edolo - (BS).

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

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

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	-0,4	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	-0,4	0,04
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	-0,4	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	-0,4	0,04
5	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	-0,4	0,04
6	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
7	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

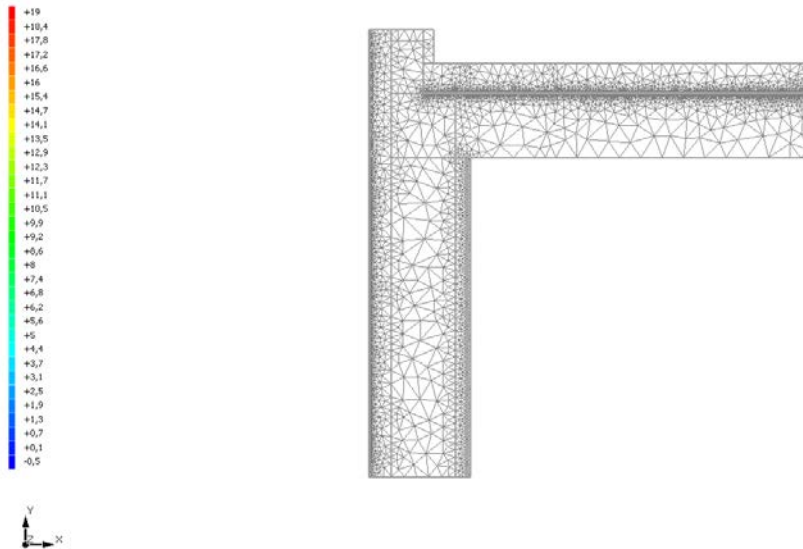
8.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 6 842

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

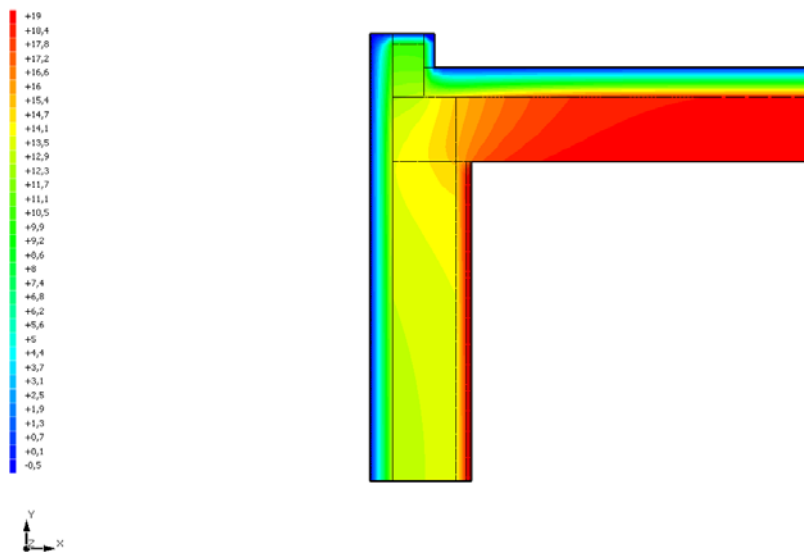
Temperatura T [°C] (calcolo psi)
P1 Parete copertura piano ES1



8.4 CURVE DI TEMPERATURA

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

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
PT Parete copertura piano EST



8.5 RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	16,95	W/m
Ψ interno	0,2681	W/mK
Ψ esterno	0,0852	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,83	W/mK
Temperatura minima	15,9	°C

8.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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

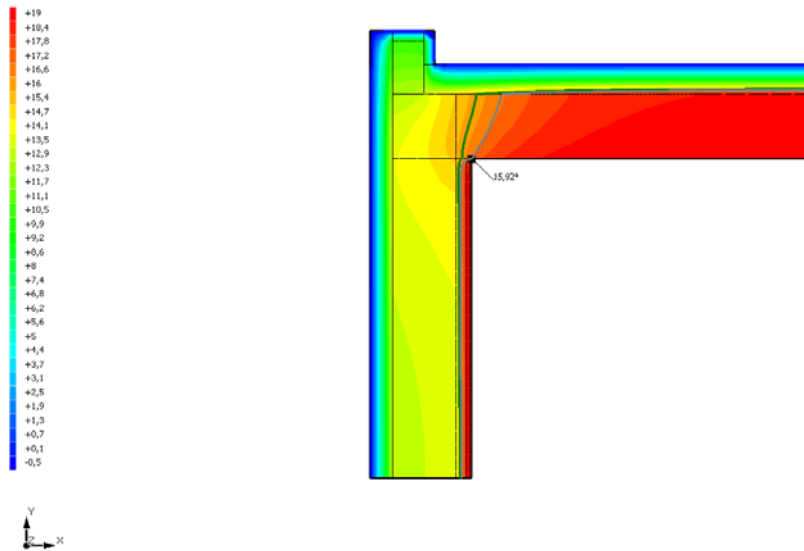
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

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

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
PT Parete copertura piano EST



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 Edolo, BS

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	9,60	83,9	1 002,4	469,2	1 471,6	1 839,5	16,19	20,00	0,6337
novembre	4,30	74,9	621,8	657,3	1 279,1	1 598,9	14,01	20,00	0,6186
dicembre	0,10	93,9	577,4	806,4	1 383,9	1 729,9	15,23	20,00	0,7603
gennaio	-0,40	77,9	460,1	810,0	1 270,1	1 587,7	13,90	20,00	0,7011
febbraio	0,10	71,2	437,8	806,4	1 244,3	1 555,4	13,59	20,00	0,6777
marzo	5,20	48,5	428,8	625,4	1 054,2	1 317,7	11,07	20,00	0,3963
aprile	8,70	60,9	684,8	501,2	1 185,9	1 482,4	12,85	20,00	0,3673

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

0,800

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,760

Mese critico

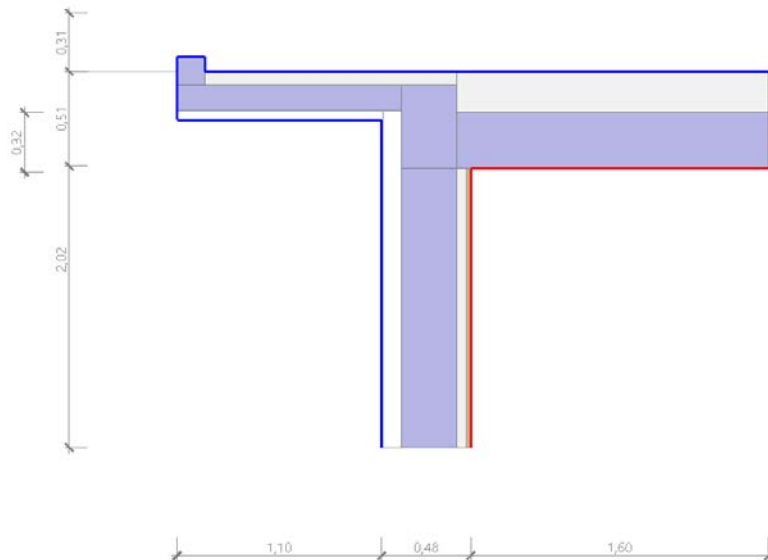
Dicembre

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE

fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

9.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - PT Parete copertura piana SUD

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]
16	Fassa Bortolo Lastra EPS con grafite	0,031
17	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
18	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
19	Cartongesso in lastre	0,210
20	Cartongesso in lastre	0,210
25	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
1	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
19	Fassa Bortolo Lastra EPS con grafite	0,031
15	Intonaco plastico per cappotto	0,330
20	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
23	STIFERITE CLASS B 140mm pannello isolante in schiuma PIR con velo di vetro bitumato acc. a PP	0,025
24	Aria 2 mm (flusso verticale ascendente)	0,050
1	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
20	STIFERITE CLASS B 80mm pannello isolante in schiuma PIR con velo di vetro bitumato acc. a PP	0,026

9.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Edolo - (BS).

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

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

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	-0,4	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	-0,4	0,04
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	-0,4	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	-0,4	0,04
5	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	-0,4	0,04
6	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	-0,4	0,04
7	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	-0,4	0,04
8	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
9	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

9.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

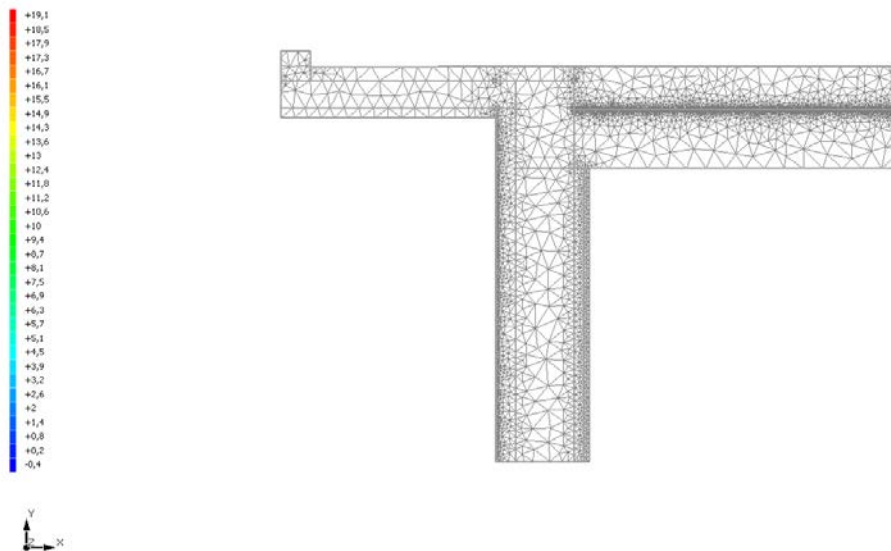
Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

7 373

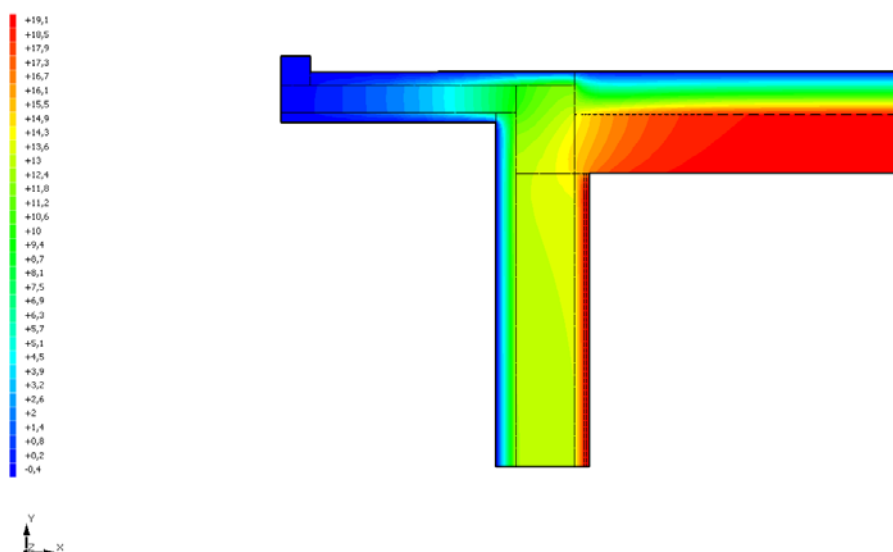
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:

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



9.4 CURVE DI TEMPERATURA

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

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

9.5 RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	16,87	W/m
Ψ interno	0,3587	W/mK
Ψ esterno	0,2041	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,83	W/mK
Temperatura minima	15,5	°C

9.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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

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

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

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

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 Edolo, BS

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	9,60	83,9	1 002,4	469,2	1 471,6	1 839,5	16,19	20,00	0,6337
novembre	4,30	74,9	621,8	657,3	1 279,1	1 598,9	14,01	20,00	0,6186
dicembre	0,10	93,9	577,4	806,4	1 383,9	1 729,9	15,23	20,00	0,7603
gennaio	-0,40	77,9	460,1	810,0	1 270,1	1 587,7	13,90	20,00	0,7011
febbraio	0,10	71,2	437,8	806,4	1 244,3	1 555,4	13,59	20,00	0,6777
marzo	5,20	48,5	428,8	625,4	1 054,2	1 317,7	11,07	20,00	0,3963
aprile	8,70	60,9	684,8	501,2	1 185,9	1 482,4	12,85	20,00	0,3673

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 0,778

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm 0,760

Mese critico Dicembre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE frsi>frsi,max: assenza di muffa

