



Comune di Borgosatollo (BS)



ATI

Ing. CARLO VICENTINI

Ing. SERGIO MARTIRE

Ing. VALENTINA PORTESANI

STUDIO TECNICO M&V

INGEGNERIA-ARCHITETTURA-DIREZIONE LAVORI
SICUREZZA - ANTINCENDIO

via Tosio, 1, 25121 Brescia
tel. 0305032993-3396430569 fax 0305032993
mail. mv_engineering@libero.it



Committente

Comune di Borgosatollo
via Roma, 13, Borgosatollo (BS)

Identificativo elaborato		Progetto			Scale	
Tavola MV - 22RE12_00		Adeguamento sismico Teatro Comunale via Leonardo da Vinci, 3, Borgosatollo (BS)				
Fase di progettazione		Oggetto			Data	
ESECUTIVA		RELAZIONE TECNICA EX L10			00 06/06/2022	
					Aggiorn.	
Formato A4	Plot 1:1	Disegno n°	File MV - 22RE12_00.doc	Path D:\2020\12 TEATRO BORGOSATOLLO		
					1	2
					3	4
					5	6
					7	8
					9	10

QUESTO DISEGNO E' DI PROPRIETA' RISERVATA E NON PUO' ESSERE COPIATO O RIPRODOTTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE

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 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	Deliberazione della giunta regionale 3 febbraio 2017 - n. 163 Deliberazione della giunta regionale 12 febbraio 2016 - n. 162

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

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

Riqualificazione energetica: intervento che interessa l'involucro (inferiore al 25%) Costruzioni esistenti con riqualificazione dell'involucro edilizio.

Un edificio esistente è sottoposto a riqualificazione energetica quando i lavori, in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, ricadono nelle tipologie definite nell'Allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015, ed insistono su elementi edilizi facenti parte dell'involucro edilizio che racchiude il volume climatizzato e/o impianti aventi proprio consumo energetico.

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

1 INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Borgosatollo Provincia BS

Progetto per la realizzazione di

Riqualificazione energetica

☐ Edificio pubblico

☐ Edificio ad uso pubblico

Sito in Leonardo Da Vinci n.3

Unità	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno
Unità immobiliare 01	NCT	4	231	

Atto pubblico CIG: 8176138A83

Del 8/03/2021

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.4(1). – attività ricreative, associative o di culto e assimilabili quali cinema e teatri,
sale da ballo

Numero delle unità immobiliari 1

Soggetti coinvolti

Committente	Comune di Borgosatollo
Progettista degli impianti termici	
Progettista dell'isolamento termico dell'edificio	
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	Da definire

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)	2399 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.)	-6,8 C°
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	33,7 C°

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	2024,00	3974,00	0,5	535,00

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

Unità immobiliare	Zona climatizzata	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	Contabilizzato

Climatizzazione estiva

Unità immobiliare	S [m ²]	V [m ³]	Su [m ²]
Unità immobiliare 01			

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

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

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

Non richiesto

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

La copertura non è oggetto d'intervento

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

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

La copertura non è oggetto d'intervento

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

☐ Si ☒ No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali

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

☐ Si ☒ No

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

5 DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI ESISTENTI

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.

Sistemi di generazione

Generatore di calore centralizzato ad aria

Sistemi di termoregolazione

REGOLAZIONE SOLO CLIMATICA PER EDIFICIO Gruppo di termoregolazione in centrale termica solo climatica, pilotato dalla temperatura esterna ed operante sul valvola di termoregolazione,

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Contabilizzazione indiretta con unità integrazione posizionata in centrale termica.

Sistemi di distribuzione del vettore termico

Sistemi di ventilazione forzata

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

Sistemi di accumulo termico

-

Sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria

Generatore di calore centralizzato ad acqua calda

Sistemi di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

impianto distribuzione orizzontale con tubazioni in multistrato.

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

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore 0

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

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

sistema di termoregolazione

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

Centralina climatica centralina climatica con possibilità di regolare la temperatura

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore 0

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	0		0

N: numero apparecchi

Livelli: Numero di livelli di programmazione nelle 24 ore

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	9	Bocchette e diffusori	

N Numero di apparecchi

P Potenza installata

f. Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali

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

Descrizione e caratteristiche principali

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

a. Involucro edilizio e ricambi d'aria

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

Valori di trasmittanza ante operam e post operam

Elemento edilizio	U ante opera	U post opera	Y ie
SERR. A diam 100 cm	6.176 W/(m ² K)	1,300 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
Parete esterna in ca	1.402 W/(m ² K)	0.234 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
Parete esterna in laterizio	0.329 W/(m ² K)	0.197 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)

Caratteristiche del materiale isolante

Elemento edilizio	Posizione isolante	S isolante [cm]	Materiale isolante
Rofix firestop 040 speed	esterno	14	Lana di roccia
Rofix firestop 036	esterno	14	Lana di roccia

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti verticali opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 12 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti orizzontali o inclinati opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nelle tabelle 13 e 14 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Vedi allegati alla presente relazione

Verifiche di condensa superficiale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Verificato
Parete esterna ca	0.73	0.76	si
Parete esterna laterizio	0.73	0.76	si

Verifiche di condensa interstiziale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Verificato
Parete esterna ca	0	0.50	si
Parete esterna laterizio	0	0.50	si

Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	0.215 W/(m ² K)	0.28 W/(m ² K)	si
Strutture orizzontali opache di pavimento	- W/(m ² K)	- W/(m ² K)	-
Strutture orizzontali e inclinate di copertura	- W/(m ² K)	- W/(m ² K)	-

Strutture trasparenti	1,300 W/(m ² K)	1,400 W/(m ² K)	SI
-----------------------	----------------------------	----------------------------	----

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 15 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 15 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Vedi allegati alla presente relazione

Valore del Fattore di trasmissione solare totale (ggl+sh) della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est. Confronto con il valore limite del Fattore di trasmissione solare totale della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est presente nella tabella 16 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

Valore del fattore di trasmissione solare

Serramento	g,gl	g,gl lim	Verificato
SERRAMENTO	0,22	0,35	SI

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

Elemento edilizio	U	Ulim	Verificato
-	- W/(m ² K)	- W/(m ² K)	-

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
N.A.	-	-	-

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

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

Verifica Efficienza media stagionale

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

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento η_H _____

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 consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel,consegnata
-		

Energia esportata

Vettore energetico	Udm	Qdel,esportata
-		

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

Servizio	EPren [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	0,00
Acqua calda sanitaria	0,00

Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	0,00
Acqua calda sanitaria	0,00

Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	EPtot [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	0,00
Acqua calda sanitaria	0,00

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.
- ☐ 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, termo igrometriche e della massa efficace della loro permeabilità all'aria.
- ☐ Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analoga voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5

☐

Altri eventuali allegati non obbligatori:

9 DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto Ing. Carlo Vicentini, iscritto a Ordine degli Ingegneri della Provincia di Brescia, n° 4009, 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

22/05/2022

Firma

Comune di Borgosatollo- (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.

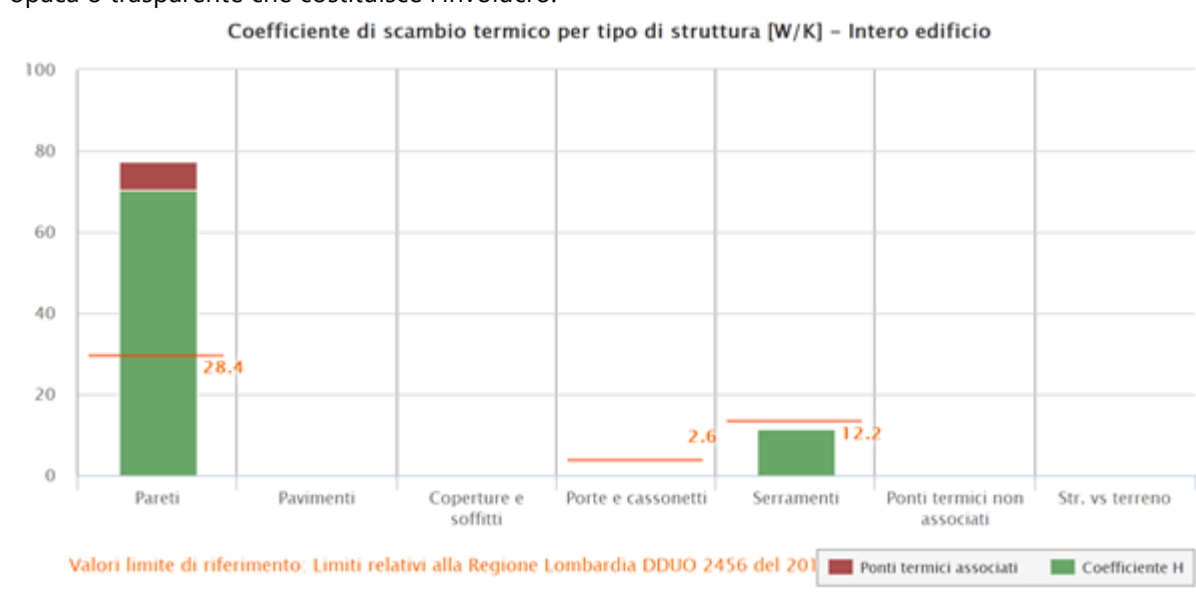
Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	0.215 W/(m ² K)	0.280 - W/(m ² K)	si
Strutture orizzontali di pavimento	- W/(m ² K)	- W/(m ² K)	-
Strutture orizzontali o inclinate di copertura	- W/(m ² K)	- W/(m ² K)	-
Serramenti	1,300 W/(m ² K)	1,400 W/(m ² K)	SI

2 SCAMBI TERMICI PER CATEGORIA DI ELEMENTO

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

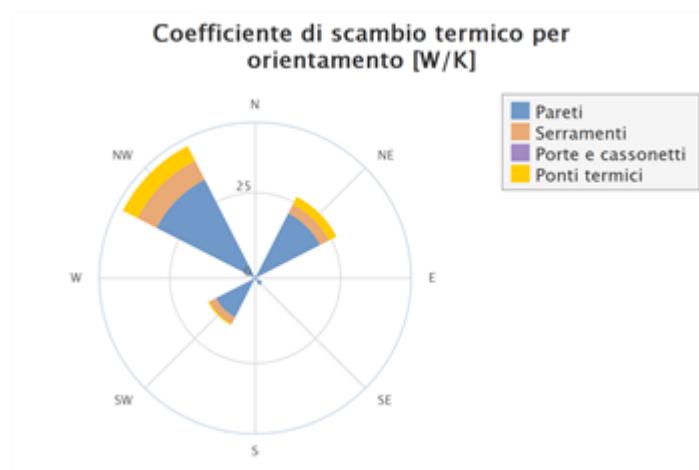
Di seguito si riporta la distribuzione degli scambi termici per trasmissione in funzione del tipo di struttura opaca o trasparente che costituisce l'involucro.

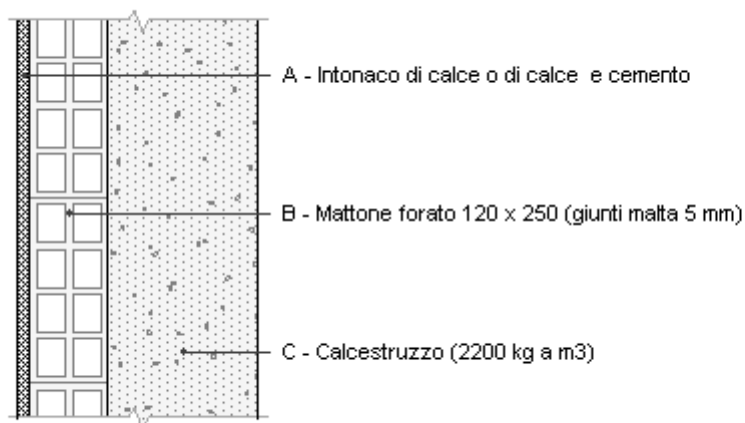


Il grafico mostra la suddivisione dello scambio termico per zona termica.



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



PARETE ESTERNA CA ESISTENTE - TEATRO

Spessore	400,0 mm	Trasmittanza	1,402 W/m ² K
Resistenza	0,713 m ² K/W	Massa superf.	784 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1 800	0,84	16,7
B	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 5 mm)	130,0	0,352	0,369	1 800	1,00	5,0
C	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	250,0	1,650	0,152	2 200	0,85	70,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	400,0		0,713			

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

Comune	Borgosatollo
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m ³
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	- %	2,9 °C	93,6 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	3,4 °C	86,2 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,5 °C	74,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	12,0 °C	72,1 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	17,7 °C	66,5 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	21,0 °C	58,1 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	22,1 °C	70,9 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	21,9 °C	70,5 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,3 °C	77,7 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	12,9 °C	80,3 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,6 °C	92,5 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,4 °C	98,2 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,90 °C	703,70 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1 728,10 Pa	22,10 °C	1 885,80 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,440 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
	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 0 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	12,9 °C	1193,88 Pa	352,05 Pa	1545,93 Pa	20 °C	80 %
novembre	7,6 °C	964,59 Pa	540,2 Pa	1504,79 Pa	20 °C	92 %
dicembre	3,4 °C	765,43 Pa	689,3 Pa	1454,73 Pa	20 °C	98 %
gennaio	2,9 °C	703,72 Pa	707,05 Pa	1410,77 Pa	20 °C	94 %
febbraio	3,4 °C	671,57 Pa	689,3 Pa	1360,87 Pa	20 °C	86 %
marzo	8,5 °C	827,07 Pa	508,25 Pa	1335,32 Pa	20 °C	75 %
aprile	12,0 °C	1010,41 Pa	384 Pa	1394,41 Pa	20 °C	72 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	$f_{Rsi-amm}$
ottobre	16,97°C	0,5726
novembre	16,54°C	0,721
dicembre	16,01°C	0,7596
gennaio	15,53°C	0,7386
febbraio	14,97°C	0,697
marzo	14,68°C	0,537
aprile	15,35°C	0,4185

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} : 0,7596 (mese di Dicembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 410,8	1 360,9	1 335,3	1 394,4	1 527,9	1 509,6	1 911,3	1 884,6	1 792,9	1 545,9	1 504,8	1 454,7
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 403,3	1 353,6	1 330,0	1 390,4	1 526,0	1 508,9	1 911,0	1 884,3	1 791,2	1 542,2	1 499,1	1 447,5
	1 641,0	1 658,5	1 845,6	1 984,5	2 230,4	2 384,6	2 438,1	2 428,3	2 257,8	2 021,7	1 811,3	1 658,5
A-B	1 374,3	1 325,3	1 309,1	1 374,6	1 518,5	1 506,2	1 909,9	1 882,9	1 784,6	1 527,7	1 476,9	1 419,1
	989,8	1 016,3	1 324,6	1 581,1	2 092,7	2 450,7	2 581,4	2 557,2	2 154,1	1 653,7	1 264,8	1 016,3
B-C	703,7	671,6	827,1	1 010,4	1 346,3	1 445,1	1 885,8	1 852,1	1 632,5	1 193,9	964,6	765,4
	797,0	824,2	1 151,5	1 437,7	2 038,4	2 478,3	2 642,3	2 611,8	2 112,8	1 520,7	1 086,6	824,2
C-Add	703,7	671,6	827,1	1 010,4	1 346,3	1 445,1	1 885,8	1 852,1	1 632,5	1 193,9	964,6	765,4
	752,0	779,2	1 109,3	1 401,8	2 024,2	2 485,6	2 658,6	2 626,3	2 102,1	1 487,2	1 043,3	779,2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	14,9	15,0	16,5	17,6	19,3	20,3	20,6	20,6	19,5	17,9	16,3	15,0
A-B	14,4	14,6	16,2	17,4	19,2	20,3	20,7	20,6	19,4	17,7	15,9	14,6
B-C	6,8	7,2	11,1	13,8	18,2	20,8	21,6	21,5	18,7	14,5	10,5	7,2
C-Add	3,7	4,2	9,1	12,4	17,8	21,0	22,0	21,8	18,4	13,2	8,2	4,2
Add-Esterno	2,9	3,4	8,5	12,0	17,7	21,0	22,1	21,9	18,3	12,9	7,6	3,4

Verifica formazione di condensa interstiziale

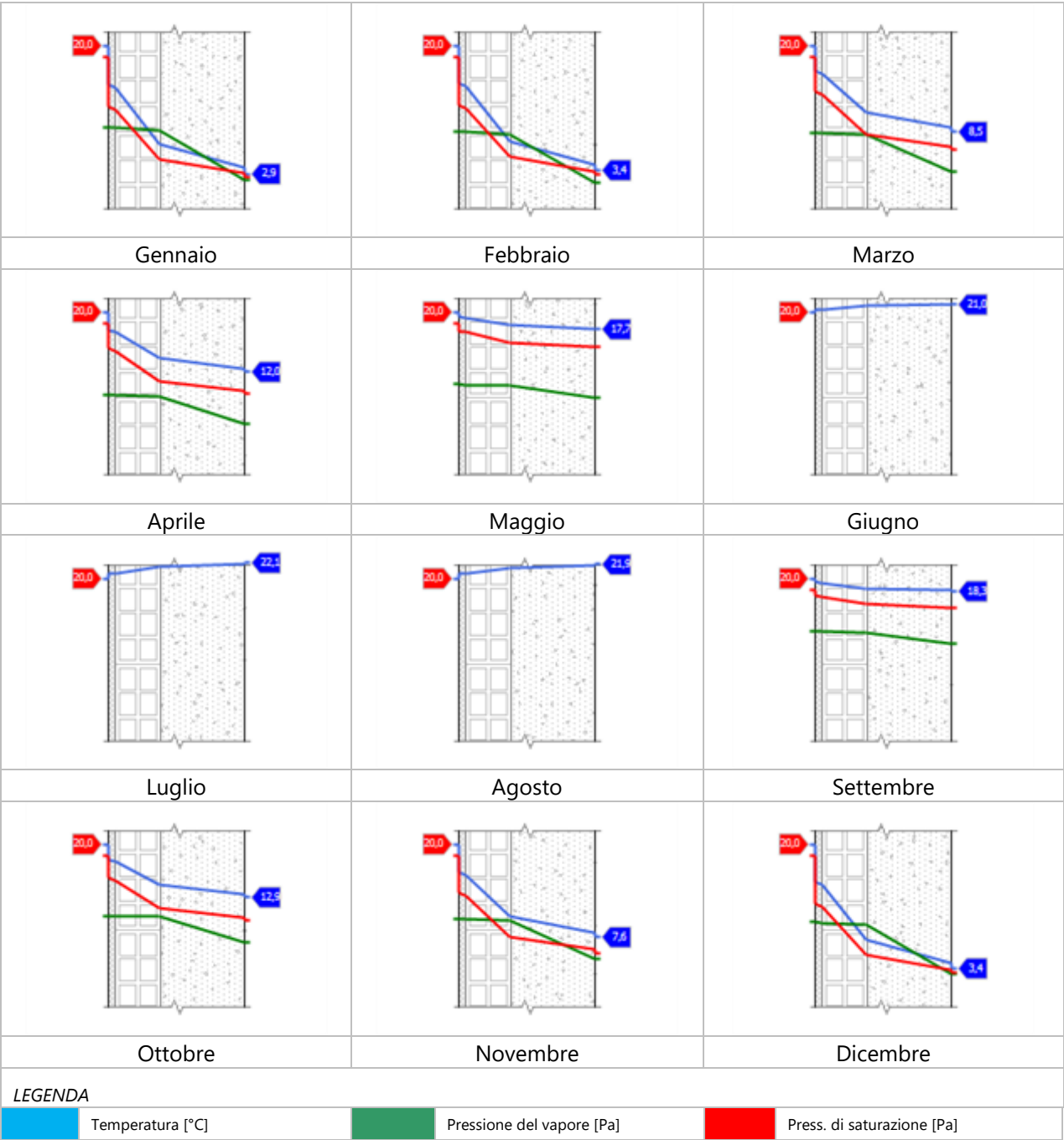
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. B/C												
Gc [Kg/m²]	0,1330	0,0965	-0,0054	-0,0691	-0,1985	-0,3161	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0710	0,1393
Ma [Kg/m²]	0,3432	0,4398	0,4344	0,3653	0,1667	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0710	0,2103
Interf. C/D												
Gc [Kg/m²]	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

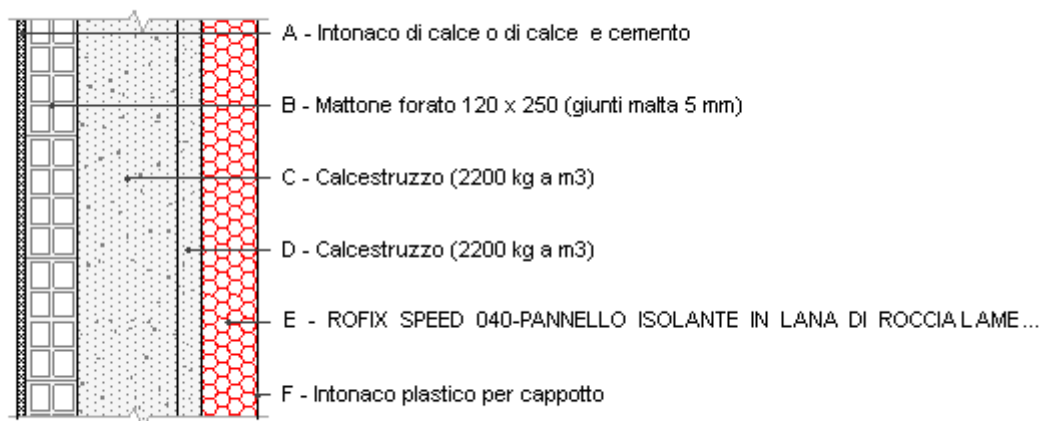
gennaio - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,3432 kg/m²
febbraio - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,4398 kg/m²
marzo - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,4344 kg/m²
aprile - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,3653 kg/m²
maggio - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,1667 kg/m²
novembre - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,0710 kg/m²
dicembre - Interf. B/C. Formazione di condensa: 0,2103 kg/m²
Visualizza/modifica gli elementi in archiviofebbraio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente
Gc: 0,1393 kg/m² B-C nel mese di dicembre
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia
Gc,max: 0,5000 kg/m²
Quantità di vapore residuo Ma: 0,4398 nel mese di febbraio kg/m² B-C
Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia B-C - Formazione di condensa: 0,4398 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



PARETE ESTERNA CA ESISTENTE - TEATRO_MIGLIORATA

Spessore	605,0 mm	Trasmittanza	0,234 W/m²K
Resistenza	4,265 m²K/W	Massa superf.	931 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1 800	0,84	16,7
B	Mattoni forati 120 x 250 (giunti malta 5 mm)	130,0	0,352	0,369	1 800	1,00	5,0
C	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	250,0	1,650	0,152	2 200	0,85	70,0
D	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	60,0	1,650	0,036	2 200	0,85	70,0
E	ROFIX SPEED 040-PANNELLO ISOLANTE IN LANA DI ROCCIA LAMELLARE	140,0	0,040	3,500	105	1,03	1,0
F	Intonaco plastico per cappotto	5,0	0,330	0,015	1 300	0,84	32,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	605,0		4,265			

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

Comune	Borgosatollo
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
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	- %	2,9 °C	93,6 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	3,4 °C	86,2 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,5 °C	74,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	12,0 °C	72,1 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	17,7 °C	66,5 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	21,0 °C	58,1 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	22,1 °C	70,9 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	21,9 °C	70,5 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,3 °C	77,7 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	12,9 °C	80,3 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,6 °C	92,5 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,4 °C	98,2 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,90 °C	703,70 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1 728,10 Pa	22,10 °C	1 885,80 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 443,070 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 443,070 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	12,9 °C	1193,88 Pa	352,05 Pa	1545,93 Pa	20 °C	80 %
novembre	7,6 °C	964,59 Pa	540,2 Pa	1504,79 Pa	20 °C	92 %
dicembre	3,4 °C	765,43 Pa	689,3 Pa	1454,73 Pa	20 °C	98 %
gennaio	2,9 °C	703,72 Pa	707,05 Pa	1410,77 Pa	20 °C	94 %
febbraio	3,4 °C	671,57 Pa	689,3 Pa	1360,87 Pa	20 °C	86 %
marzo	8,5 °C	827,07 Pa	508,25 Pa	1335,32 Pa	20 °C	75 %
aprile	12,0 °C	1010,41 Pa	384 Pa	1394,41 Pa	20 °C	72 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	$f_{Rsi-amm}$
ottobre	16,97°C	0,5726
novembre	16,54°C	0,721
dicembre	16,01°C	0,7596
gennaio	15,53°C	0,7386
febbraio	14,97°C	0,697
marzo	14,68°C	0,537
aprile	15,35°C	0,4185

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} : 0,7596 (mese di Dicembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 410,8	1 360,9	1 335,3	1 394,4	1 527,9	1 509,6	1 911,3	1 884,6	1 792,9	1 545,9	1 504,8	1 454,7
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 404,7	1 355,0	1 331,0	1 391,1	1 526,4	1 509,0	1 911,0	1 884,3	1 791,5	1 542,9	1 500,2	1 448,9
	2 187,7	2 192,0	2 235,6	2 266,1	2 316,4	2 345,9	2 355,9	2 354,1	2 321,7	2 273,9	2 227,9	2 192,0
A-B	1 381,3	1 332,1	1 314,1	1 378,4	1 520,3	1 506,9	1 910,2	1 883,3	1 786,2	1 531,2	1 482,2	1 426,0
	1 998,6	2 007,8	2 104,3	2 172,9	2 288,7	2 358,2	2 381,8	2 377,5	2 301,2	2 190,8	2 087,0	2 007,8
B-C	839,2	803,7	924,5	1 084,0	1 381,1	1 457,4	1 890,7	1 858,3	1 663,3	1 261,3	1 068,1	897,5
	1 925,2	1 936,3	2 052,4	2 135,6	2 277,4	2 363,2	2 392,5	2 387,1	2 292,8	2 157,5	2 031,5	1 936,3
C-D	709,1	676,9	831,0	1 013,3	1 347,7	1 445,5	1 886,0	1 852,3	1 633,8	1 196,6	968,7	770,7
	1 908,0	1 919,5	2 040,2	2 126,8	2 274,7	2 364,5	2 395,0	2 389,5	2 290,8	2 149,6	2 018,4	1 919,5
D-E	706,6	674,4	829,2	1 012,0	1 347,0	1 445,3	1 885,9	1 852,2	1 633,2	1 195,3	966,8	768,2
	763,6	790,7	1 120,2	1 411,1	2 027,9	2 483,7	2 654,3	2 622,5	2 104,9	1 495,9	1 054,5	790,7
E-F	703,7	671,6	827,1	1 010,4	1 346,3	1 445,1	1 885,8	1 852,1	1 632,5	1 193,9	964,6	765,4
	760,4	787,5	1 117,2	1 408,6	2 026,9	2 484,2	2 655,5	2 623,6	2 104,1	1 493,5	1 051,4	787,5
F-Add	703,7	671,6	827,1	1 010,4	1 346,3	1 445,1	1 885,8	1 852,1	1 632,5	1 193,9	964,6	765,4
	752,0	779,2	1 109,3	1 401,8	2 024,2	2 485,6	2 658,6	2 626,3	2 102,1	1 487,2	1 043,3	779,2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,0	19,1	19,3	19,5	19,9	20,1	20,1	20,1	19,9	19,6	19,3	19,1
A-B	18,9	19,0	19,3	19,5	19,9	20,1	20,1	20,1	19,9	19,6	19,2	19,0
B-C	17,5	17,6	18,3	18,8	19,7	20,1	20,3	20,3	19,8	19,0	18,2	17,6
C-D	16,9	17,0	17,9	18,6	19,6	20,2	20,4	20,3	19,7	18,7	17,8	17,0
D-E	16,8	16,9	17,8	18,5	19,6	20,2	20,4	20,4	19,7	18,7	17,7	16,9
E-F	3,1	3,6	8,6	12,1	17,7	21,0	22,1	21,9	18,3	13,0	7,8	3,6
F-Add	3,1	3,6	8,6	12,1	17,7	21,0	22,1	21,9	18,3	13,0	7,7	3,6
Add-Esterno	2,9	3,4	8,5	12,0	17,7	21,0	22,1	21,9	18,3	12,9	7,6	3,4

Verifica formazione di condensa interstiziale

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

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0000 kg/m²

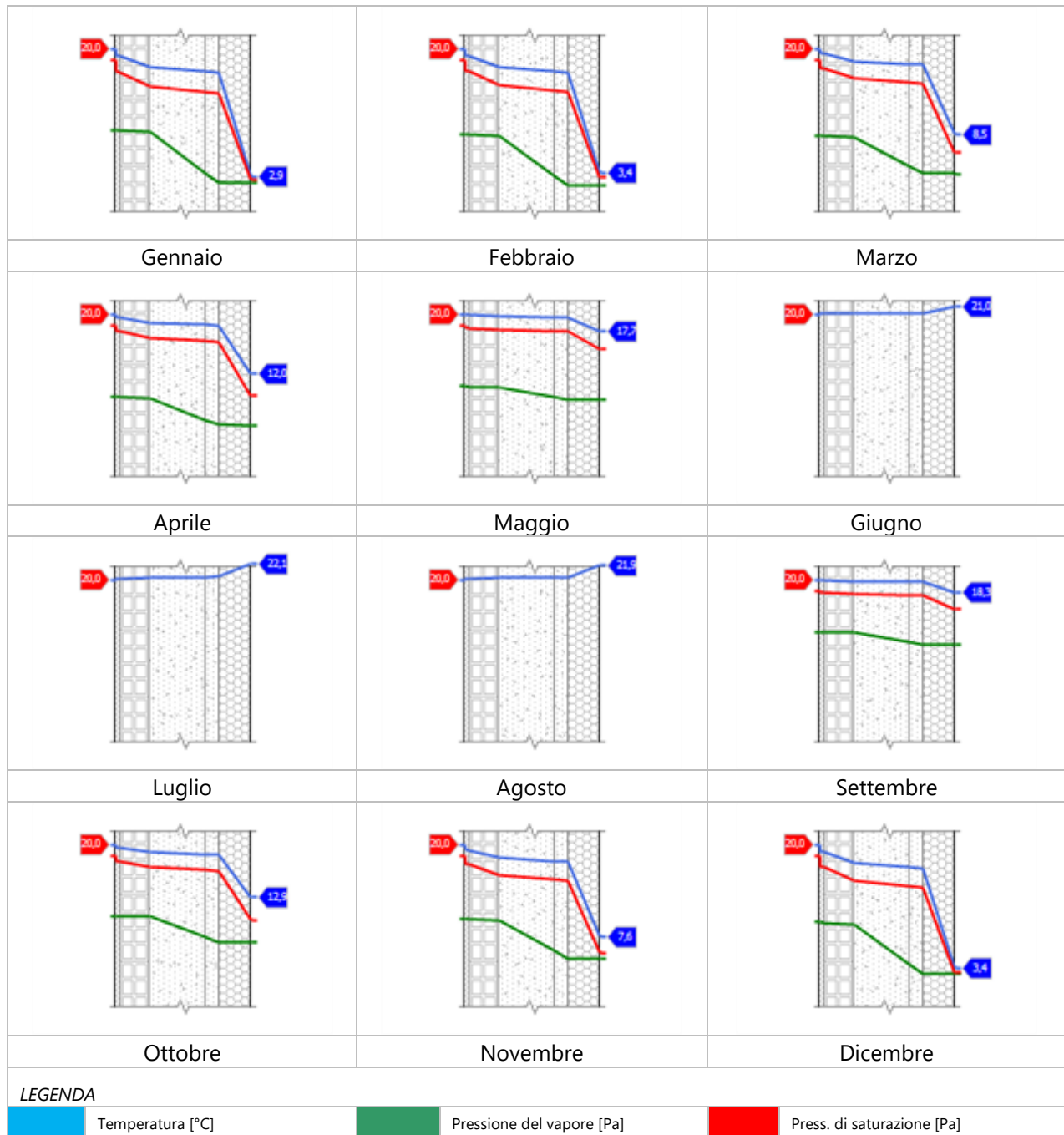
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

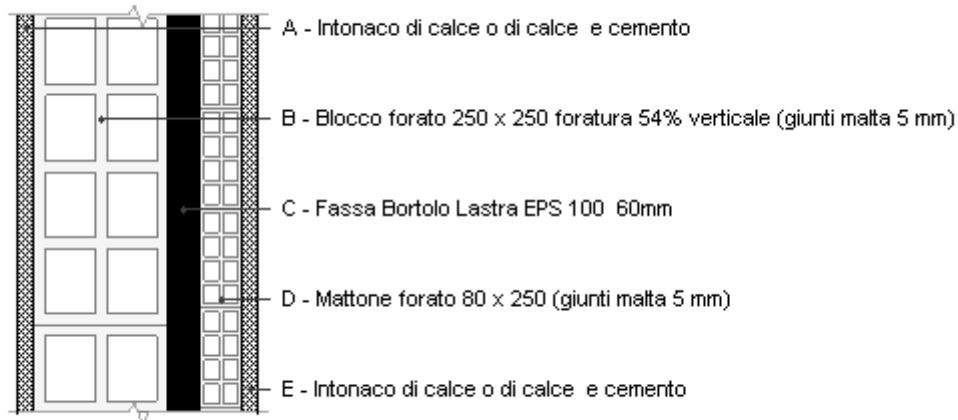
Gc,max: 0,5000 kg/m²

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

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



PARETE ESTERNA LATERIZIO ESISTENTE - TEATRO

Spessore	450,0 mm	Trasmittanza	0,329 W/m²K
Resistenza	3,036 m²K/W	Massa superf.	495 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce o di calce e cemento	30,0	0,900	0,033	1 800	0,84	16,7
B	Blocco forato 250 x 250 foratura 54% verticale (giunti malta 5 mm)	250,0	0,274	0,913	1 400	1,00	5,0
C	Fassa Bortolo Lastra EPS 100 60mm	60,0	0,036	1,667	19	1,45	50,0
D	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 5 mm)	80,0	0,364	0,220	1 800	1,00	5,0
E	Intonaco di calce o di calce e cemento	30,0	0,900	0,033	1 800	0,84	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	450,0		3,036			

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

Comune	Borgosatollo
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
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	- %	2,9 °C	93,6 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	3,4 °C	86,2 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,5 °C	74,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	12,0 °C	72,1 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	17,7 °C	66,5 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	21,0 °C	58,1 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	22,1 °C	70,9 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	21,9 °C	70,5 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,3 °C	77,7 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	12,9 °C	80,3 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,6 °C	92,5 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,4 °C	98,2 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,90 °C	703,70 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1 728,10 Pa	22,10 °C	1 885,80 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,007 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 449,863 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	12,9 °C	1193,88 Pa	352,05 Pa	1545,93 Pa	20 °C	80 %
novembre	7,6 °C	964,59 Pa	540,2 Pa	1504,79 Pa	20 °C	92 %
dicembre	3,4 °C	765,43 Pa	689,3 Pa	1454,73 Pa	20 °C	98 %
gennaio	2,9 °C	703,72 Pa	707,05 Pa	1410,77 Pa	20 °C	94 %
febbraio	3,4 °C	671,57 Pa	689,3 Pa	1360,87 Pa	20 °C	86 %
marzo	8,5 °C	827,07 Pa	508,25 Pa	1335,32 Pa	20 °C	75 %
aprile	12,0 °C	1010,41 Pa	384 Pa	1394,41 Pa	20 °C	72 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fR _{si-amm}
ottobre	16,97°C	0,5726
novembre	16,54°C	0,721
dicembre	16,01°C	0,7596
gennaio	15,53°C	0,7386
febbraio	14,97°C	0,697
marzo	14,68°C	0,537
aprile	15,35°C	0,4185

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} : 0,7596 (mese di Dicembre)**Pressione di vapore e pressione di saturazione**

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 410,8	1 360,9	1 335,3	1 394,4	1 527,9	1 509,6	1 911,3	1 884,6	1 792,9	1 545,9	1 504,8	1 454,7
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 362,3	1 313,7	1 300,5	1 368,1	1 515,5	1 505,1	1 909,5	1 882,4	1 781,9	1 521,8	1 467,8	1 407,5
	2 123,9	2 129,9	2 191,7	2 235,1	2 307,3	2 350,0	2 364,4	2 361,7	2 315,0	2 246,3	2 180,7	2 129,9
A-B	1 120,2	1 077,6	1 126,5	1 236,6	1 453,3	1 483,0	1 900,8	1 871,2	1 727,0	1 401,2	1 282,8	1 171,4
	1 548,5	1 567,7	1 776,0	1 932,7	2 213,8	2 392,3	2 454,6	2 443,2	2 245,4	1 974,9	1 737,6	1 567,7
B-C	829,6	794,3	917,6	1 078,8	1 378,6	1 456,5	1 890,3	1 857,9	1 661,1	1 256,6	1 060,8	888,2
	841,3	868,4	1 192,3	1 472,0	2 051,7	2 471,4	2 627,1	2 598,2	2 123,0	1 552,7	1 128,4	868,4
C-D	752,2	718,8	861,9	1 036,7	1 358,7	1 449,5	1 887,6	1 854,3	1 643,5	1 218,0	1 001,6	812,6
	773,5	800,7	1 129,5	1 419,1	2 031,1	2 482,0	2 650,7	2 619,3	2 107,3	1 503,3	1 064,1	800,7
D-E	703,7	671,6	827,1	1 010,4	1 346,3	1 445,1	1 885,8	1 852,1	1 632,5	1 193,9	964,6	765,4
	763,7	790,8	1 120,3	1 411,2	2 028,0	2 483,6	2 654,3	2 622,5	2 104,9	1 496,0	1 054,6	790,8
E-Add	703,7	671,6	827,1	1 010,4	1 346,3	1 445,1	1 885,8	1 852,1	1 632,5	1 193,9	964,6	765,4
	752,0	779,2	1 109,3	1 401,8	2 024,2	2 485,6	2 658,6	2 626,3	2 102,1	1 487,2	1 043,3	779,2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	18,6	18,7	19,1	19,4	19,8	20,1	20,2	20,2	19,9	19,4	19,0	18,7
A-B	18,5	18,5	19,0	19,3	19,8	20,1	20,2	20,2	19,8	19,4	18,9	18,5
B-C	13,5	13,7	15,6	17,0	19,1	20,4	20,8	20,7	19,4	17,3	15,3	13,7
C-D	4,5	4,9	9,6	12,7	17,9	20,9	21,9	21,7	18,5	13,6	8,8	4,9
D-E	3,3	3,8	8,8	12,2	17,8	21,0	22,1	21,9	18,3	13,1	7,9	3,8
E-Add	3,1	3,6	8,6	12,1	17,7	21,0	22,1	21,9	18,3	13,0	7,8	3,6
Add-Esterno	2,9	3,4	8,5	12,0	17,7	21,0	22,1	21,9	18,3	12,9	7,6	3,4

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. C/D												
Gc [Kg/m²]	-0,0058	-0,0335	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0070
Ma [Kg/m²]	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0070
Interf. D/E												
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. E/F												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

gennaio - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0,0012 kg/m²

dicembre - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0,0070 kg/m²

Visualizza/modifica gli elementi in archiviodycembre

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0070 kg/m² C-D nel mese di dicembre

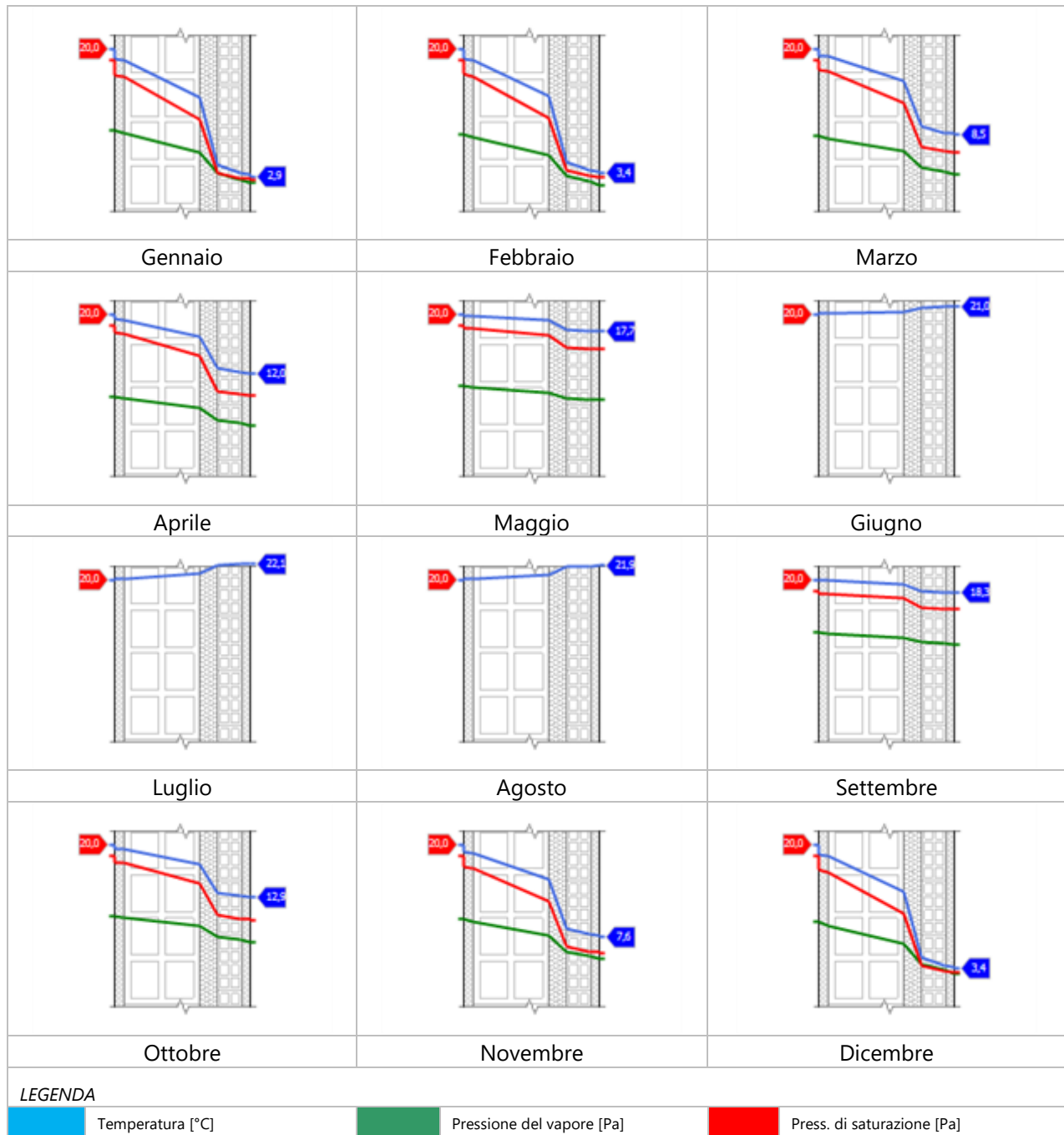
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

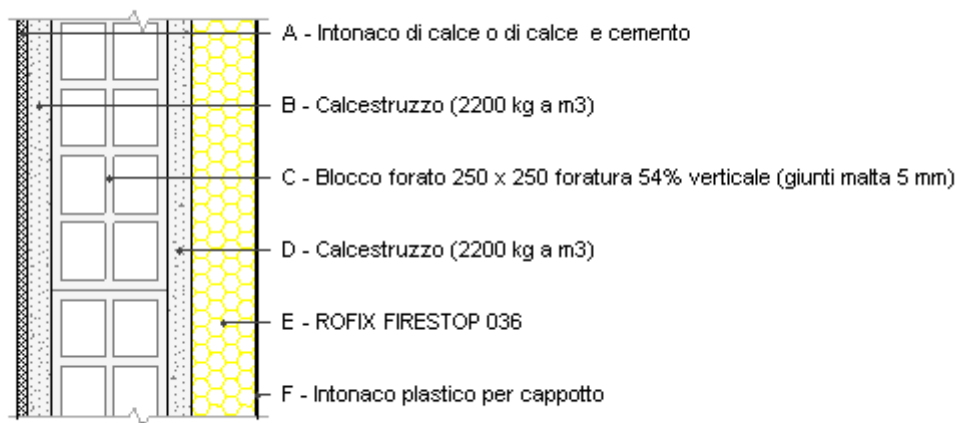
$G_{c,max}$: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo M_a : 0,0070 nel mese di dicembre kg/m² C-D

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia C-D - Formazione di condensa: 0,0070 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



PARETE ESTERNA LATERIZIO ESISTENTE - TEATRO_MIGLIORATA

Spessore	515,0 mm	Trasmittanza	0,197 W/m²K
Resistenza	5,070 m²K/W	Massa superf.	585 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce o di calce e cemento	20,0	0,900	0,022	1 800	0,84	16,7
B	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	50,0	1,650	0,030	2 200	0,85	70,0
C	Blocco forato 250 x 250 foratura 54% verticale (giunti malta 5 mm)	250,0	0,274	0,913	1 400	1,00	5,0
D	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	50,0	1,650	0,030	2 200	0,85	70,0
E	ROFIX FIRESTOP 036	140,0	0,036	3,889	110	1,03	1,0
F	Intonaco plastico per cappotto	5,0	0,330	0,015	1 300	0,84	32,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	515,0		5,070			

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

Comune	Borgosatollo
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	- %	2,9 °C	93,6 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	3,4 °C	86,2 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,5 °C	74,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	12,0 °C	72,1 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	17,7 °C	66,5 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	21,0 °C	58,1 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	22,1 °C	70,9 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	21,9 °C	70,5 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,3 °C	77,7 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	12,9 °C	80,3 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,6 °C	92,5 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,4 °C	98,2 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,90 °C	703,70 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1 728,10 Pa	22,10 °C	1 885,80 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 440,367 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 440,367 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	12,9 °C	1193,88 Pa	352,05 Pa	1545,93 Pa	20 °C	80 %
novembre	7,6 °C	964,59 Pa	540,2 Pa	1504,79 Pa	20 °C	92 %
dicembre	3,4 °C	765,43 Pa	689,3 Pa	1454,73 Pa	20 °C	98 %
gennaio	2,9 °C	703,72 Pa	707,05 Pa	1410,77 Pa	20 °C	94 %
febbraio	3,4 °C	671,57 Pa	689,3 Pa	1360,87 Pa	20 °C	86 %
marzo	8,5 °C	827,07 Pa	508,25 Pa	1335,32 Pa	20 °C	75 %
aprile	12,0 °C	1010,41 Pa	384 Pa	1394,41 Pa	20 °C	72 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	16,97°C	0,5726
novembre	16,54°C	0,721
dicembre	16,01°C	0,7596
gennaio	15,53°C	0,7386
febbraio	14,97°C	0,697
marzo	14,68°C	0,537
aprile	15,35°C	0,4185

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} : 0,7596 (mese di Dicembre)**Pressione di vapore e pressione di saturazione**

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 410,8	1 360,9	1 335,3	1 394,4	1 527,9	1 509,6	1 911,3	1 884,6	1 792,9	1 545,9	1 504,8	1 454,7
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 395,2	1 345,7	1 324,1	1 385,9	1 523,9	1 508,1	1 910,7	1 883,9	1 789,3	1 538,2	1 492,9	1 439,5
	2 210,3	2 213,9	2 251,1	2 276,9	2 319,6	2 344,5	2 352,9	2 351,4	2 324,1	2 283,6	2 244,5	2 213,9
A-B	1 114,9	1 072,4	1 122,6	1 233,7	1 451,9	1 482,6	1 900,6	1 871,0	1 725,8	1 398,6	1 278,7	1 166,2
	2 196,6	2 200,6	2 241,7	2 270,3	2 317,6	2 345,4	2 354,7	2 353,0	2 322,7	2 277,7	2 234,4	2 200,6
B-C	998,1	958,5	1 038,7	1 170,3	1 421,9	1 471,9	1 896,4	1 865,6	1 699,3	1 340,4	1 189,5	1 052,4
	1 816,7	1 830,3	1 974,6	2 079,3	2 260,2	2 371,0	2 409,1	2 402,1	2 280,0	2 107,0	1 948,4	1 830,3
C-D	717,7	685,2	837,2	1 018,0	1 349,9	1 446,3	1 886,3	1 852,7	1 635,7	1 200,9	975,3	779,1
	1 805,1	1 819,0	1 966,2	2 073,2	2 258,3	2 371,9	2 410,9	2 403,7	2 278,6	2 101,5	1 939,5	1 819,0
D-E	711,2	678,9	832,4	1 014,5	1 348,2	1 445,7	1 886,1	1 852,4	1 634,2	1 197,6	970,3	772,7
	761,8	788,9	1 118,5	1 409,7	2 027,4	2 484,0	2 654,9	2 623,1	2 104,4	1 494,6	1 052,8	788,9
E-F	703,7	671,6	827,1	1 010,4	1 346,3	1 445,1	1 885,8	1 852,1	1 632,5	1 193,9	964,6	765,4
	759,1	786,2	1 116,0	1 407,5	2 026,5	2 484,4	2 655,9	2 624,0	2 103,8	1 492,5	1 050,2	786,2
F-Add	703,7	671,6	827,1	1 010,4	1 346,3	1 445,1	1 885,8	1 852,1	1 632,5	1 193,9	964,6	765,4
	752,0	779,2	1 109,3	1 401,8	2 024,2	2 485,6	2 658,6	2 626,3	2 102,1	1 487,2	1 043,3	779,2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,2	19,2	19,4	19,6	19,9	20,0	20,1	20,1	19,9	19,7	19,4	19,2
A-B	19,1	19,1	19,4	19,6	19,9	20,1	20,1	20,1	19,9	19,6	19,3	19,1
B-C	19,0	19,0	19,3	19,5	19,9	20,1	20,1	20,1	19,9	19,6	19,3	19,0
C-D	16,0	16,1	17,3	18,1	19,5	20,2	20,5	20,4	19,6	18,3	17,1	16,1
D-E	15,9	16,0	17,2	18,1	19,4	20,2	20,5	20,5	19,6	18,3	17,0	16,0
E-F	3,1	3,6	8,6	12,1	17,7	21,0	22,1	21,9	18,3	13,0	7,7	3,6
F-Add	3,0	3,5	8,6	12,1	17,7	21,0	22,1	21,9	18,3	13,0	7,7	3,5
Add-Esterno	2,9	3,4	8,5	12,0	17,7	21,0	22,1	21,9	18,3	12,9	7,6	3,4

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

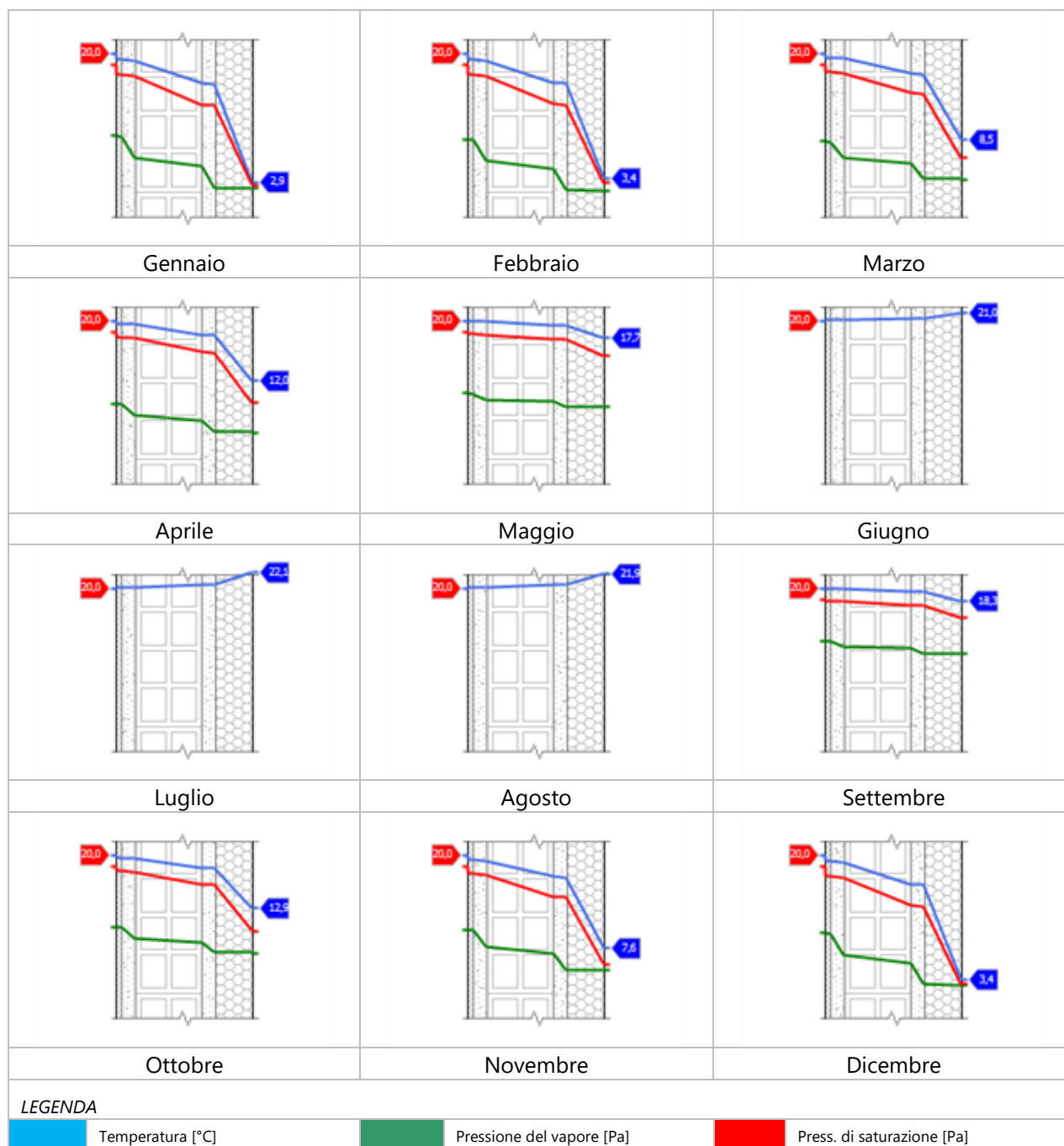
Gc: 0,0000 kg/m²

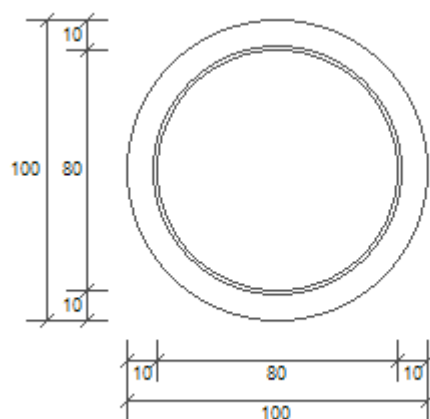
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

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



SERRAMENTO ESISTENTE D=100

Larghezza	L	100 cm
Altezza	H	100 cm
Area del vetro	Ag	0,502 m ²
Area del telaio	Af	0,282 m ²
Area totale del serramento	Aw	0,784 m ²
Perimetro del vetro	p	2,512 m
Trasmittanza	Uw	6,176 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	6,176 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,713 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	7,000 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

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

Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0,000 m²K/W

Permeabilità all'aria

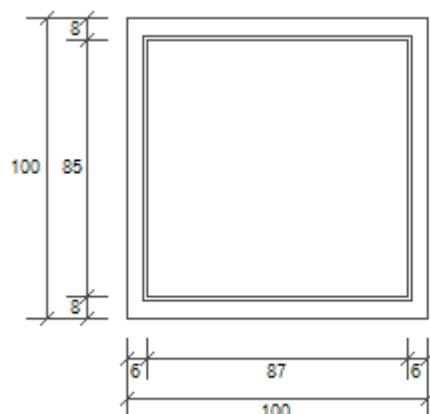
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
Parete - serramento_d 100_esistente (Ponte termico)	3,1	0,298

FINESTRA 100X100_MIGLIORATA



Larghezza	L	100 cm
Altezza	H	100 cm
Area del vetro	Ag	0,740 m ²
Area del telaio	Af	0,260 m ²
Area totale del serramento	Aw	1,000 m ²
Perimetro del vetro	p	3,440 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,000 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,500 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

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

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,000 m ² K/W

Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) 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)
Parete con serramento SER.007 (Ponte termico)	4,0	0,041

Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

Comune	Borgosatollo
Zona climatica	E
Trasmittanza	1,300 W/m ² K
Trasmittanza limite	1,400 W/m ² K
Esito della verifica	OK

RELAZIONE DI CALCOLO DEL PONTE TERMICO

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

INDICE

1. PREMESSA METODOLOGICA
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO e METODO DI CALCOLO
3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO
4. DETTAGLI DEL PONTE TERMICO
5. CONDIZIONI AL CONTORNO
6. DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
7. CURVE DI TEMPERATURA
8. RISULTATI DI CALCOLO
9. VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

1. PREMESSA

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

- Modifica del flusso termico
- Modifica della temperatura superficiale

rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

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

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

2. NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

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

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

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

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

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

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

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

3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

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

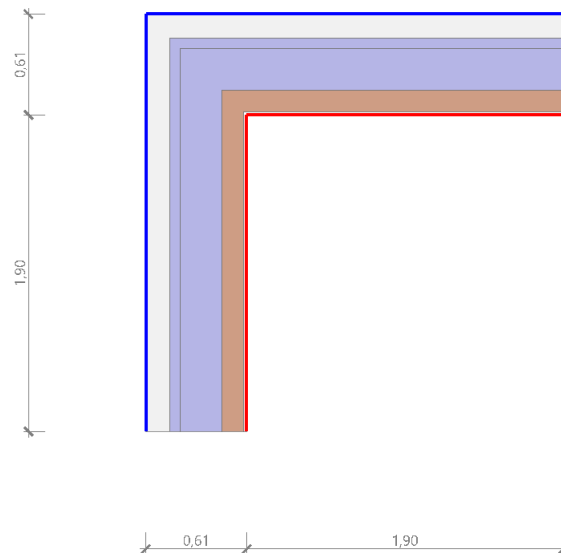
Il presente metodo numerico rispetta tutte le regole contenute nell'appendice A. In particolare:

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

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

4. DETTAGLI DEL PONTE TERMICO

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	ROFIX SPEED 040-PANNELLO ISOLANTE IN LANA DI ROCCIA LAMELLARE	0,040
3	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
4	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
5	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 5 mm)	0,352
6	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900

5. CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Borgosatollo - (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

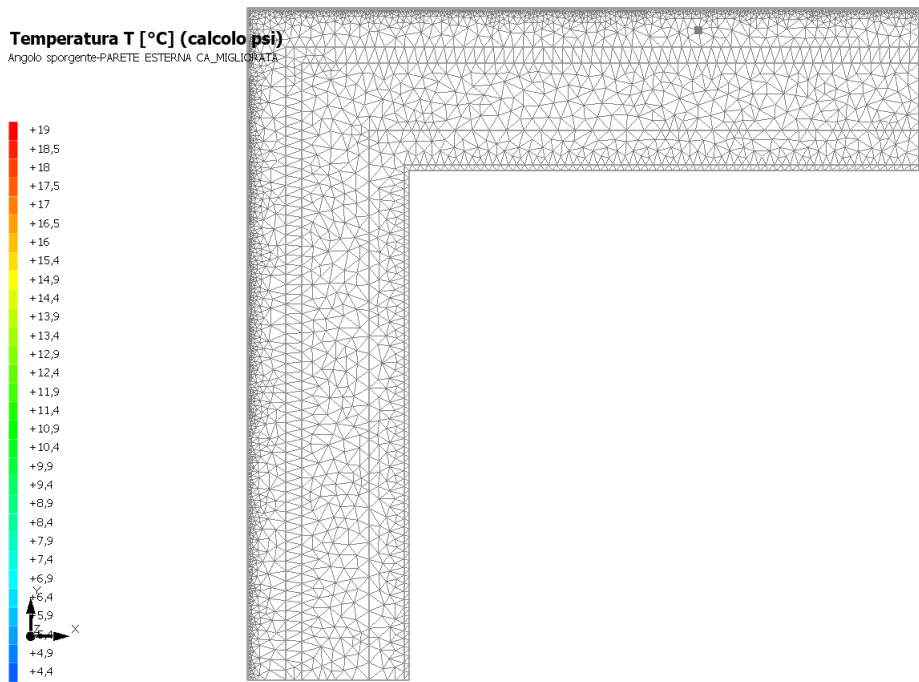
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,9	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,9	0,04
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

6. DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

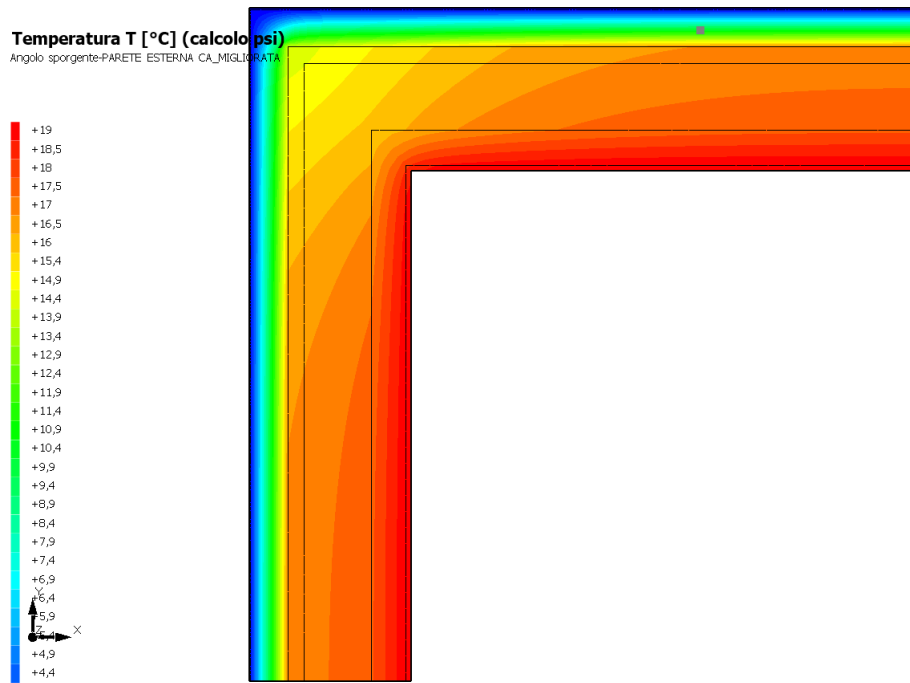
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 4 290

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



7. CURVE DI TEMPERATURA

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



8. RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	18,29	W/m
Ψ interno	0,1783	W/mK
Ψ esterno	- 0,1054	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1,07	W/mK
Temperatura minima	17,9	°C

9. VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

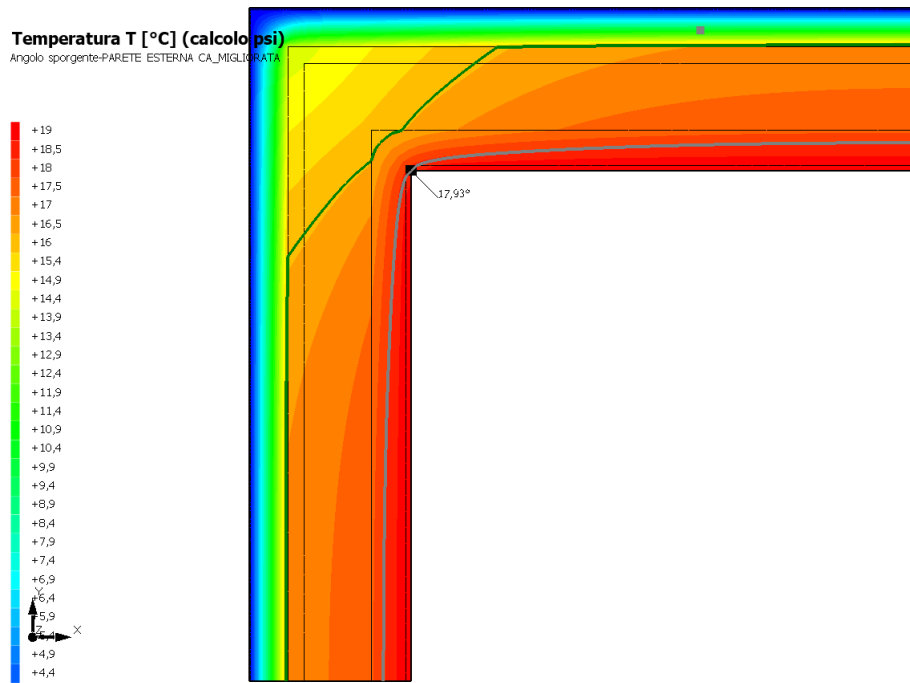
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

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

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



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

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Borgosatollo, 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	12,90	80,3	1 194,2	352,1	1 546,3	1 932,8	16,97	20,00	0,5731
novembre	7,60	92,5	965,1	540,2	1 505,3	1 881,6	16,55	20,00	0,7214
dicembre	3,40	98,2	765,1	689,3	1 454,4	1 818,0	16,01	20,00	0,7594
gennaio	2,90	93,6	703,9	707,0	1 410,9	1 763,7	15,53	20,00	0,7387
febbraio	3,40	86,2	671,6	689,3	1 360,9	1 701,2	14,97	20,00	0,6970
marzo	8,50	74,6	827,5	508,3	1 335,8	1 669,7	14,68	20,00	0,5375
aprile	12,00	72,1	1 010,7	384,0	1 394,7	1 743,4	15,35	20,00	0,4190

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

0,879

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,759

Mese critico

Dicembre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

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

INDICE

1. PREMESSA METODOLOGICA
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO e METODO DI CALCOLO
3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO
4. DETTAGLI DEL PONTE TERMICO
5. CONDIZIONI AL CONTORNO
6. DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
7. CURVE DI TEMPERATURA
8. RISULTATI DI CALCOLO
9. VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

1. PREMESSA

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

- Modifica del flusso termico
- Modifica della temperatura superficiale

rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

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

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

2. NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

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

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

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

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

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

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

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

3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

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

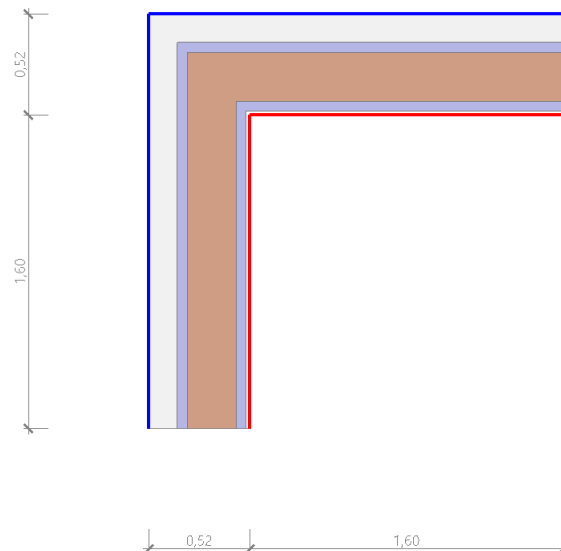
Il presente metodo numerico rispetta tutte le regole contenute nell'appendice A. In particolare:

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

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

4. DETTAGLI DEL PONTE TERMICO

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	ROFIX FIRESTOP 036	0,036
3	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
4	Blocco forato 250 x 250 foratura 54% verticale (giunti malta 5 mm)	0,274
5	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
6	Intonaco di calce o di calce e cemento	0,900

5. CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Borgosatollo - (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	2,9	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,9	0,04
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

6. DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

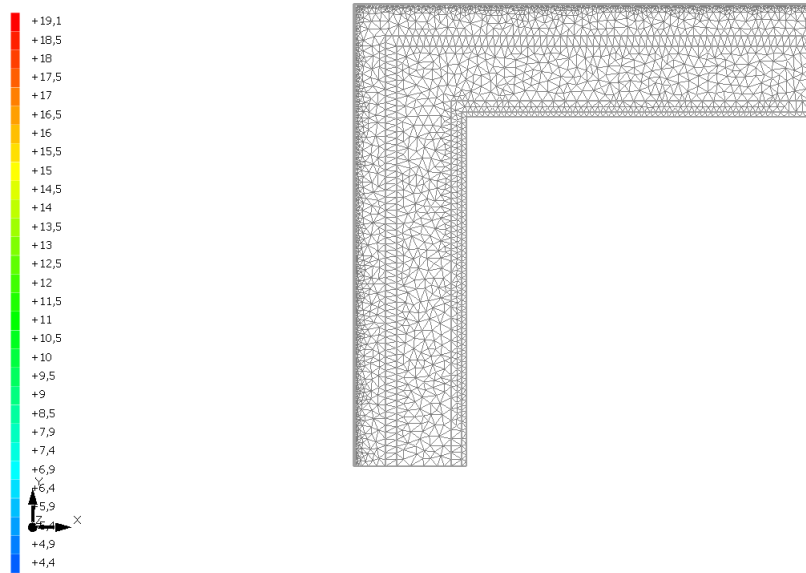
Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 3 350

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

Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Angolo sporgente-PARETE ESTERNA LATERIZIO_MIGLIORATA



7. CURVE DI TEMPERATURA

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

8. RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	12,82	W/m
Ψ interno	0,1188	W/mK
Ψ esterno	- 0,0844	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,75	W/mK
Temperatura minima	18,2	°C

9. VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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

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

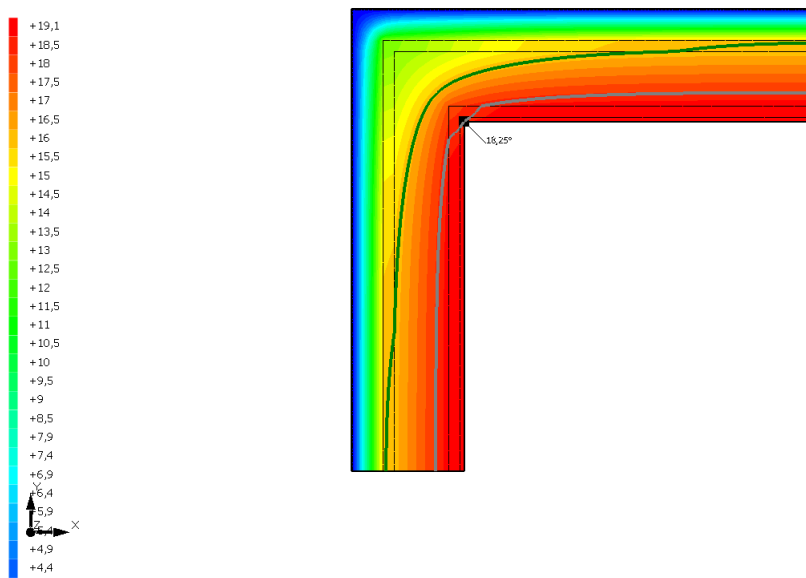
Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Angolo sporgente-PARETE ESTERNA LATERIZIO_MIGLIORATA



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 Borgosatollo, 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	12,90	80,3	1 194,2	352,1	1 546,3	1 932,8	16,97	20,00	0,5731

novembre	7,60	92,5	965,1	540,2	1 505,3	1 881,6	16,55	20,00	0,7214
dicembre	3,40	98,2	765,1	689,3	1 454,4	1 818,0	16,01	20,00	0,7594
gennaio	2,90	93,6	703,9	707,0	1 410,9	1 763,7	15,53	20,00	0,7387
febbraio	3,40	86,2	671,6	689,3	1 360,9	1 701,2	14,97	20,00	0,6970
marzo	8,50	74,6	827,5	508,3	1 335,8	1 669,7	14,68	20,00	0,5375
aprile	12,00	72,1	1 010,7	384,0	1 394,7	1 743,4	15,35	20,00	0,4190

Te temperatura esterna media mensile [°C]

pe 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

0,897

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,759

Mese critico

Dicembre

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE

fRsi > fRsi,max: assenza di muffa