



Comune di BRENO

Provincia di Brescia



Committente

COMUNE DI BRENO

Piazza Ghislandi 1, 25043 Breno (BS) - Tel. 364/322611
C.F. 00855690178 - P.IVA 00583090980



RISTRUTTURAZIONE E NUOVA DISTRIBUZIONE SPAZI INTERNI ADIBITI A CAMERE-ALLOGGIO DELLA CASERMA DEI CARABINIERI IN VIA FOLGORE NEL COMUNE DI BRENO (BS)

3		
2		
1		
	Data	Descrizione aggiornamento
Pratica	Oggetto	TAVOLA n.
PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO	Relazione tecnica attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici	b-005
PROGETTAZIONE	DIREZIONE LAVORI	SCALA
ARCADIA PROGETTI s.r.l. SOCIETÀ D'INGEGNERIA E ARCHITETTURA Via Pieve, 55 - 25040 CIVIDATE CAMUNO (BS) P.IVA: 03764410981 IL DIRETTORE TECNICO Arch. Ruggero Bontempi	ARCADIA PROGETTI s.r.l. SOCIETÀ D'INGEGNERIA E ARCHITETTURA Via Pieve, 55 - 25040 CIVIDATE CAMUNO (BS) P.IVA: 03764410981 IL DIRETTORE TECNICO Arch. Ruggero Bontempi	-
COMMITTENZA	IMPRESA ESECUTRICE	DATA
		Giugno 2019

Comune di **Breno** - (BS)

RELAZIONE TECNICA

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

EDIFICIO:	RISTRUTTURAZIONE E NUOVA DISTRIBUZIONE SPAZI INTERNI ADIBITI A CAMERE-ALLOGGIO DELLA CASERMA DEI CARABINIERI. PIANO PRIMO - PORZIONE SX
INDIRIZZO	via Folgore 1, Breno (BS)
COMMITTENTE:	Comune di Breno (Sindaco pro-tempore Alessandro Panteghini)
PROGETTISTA:	Ing. Peluchetti Gianni
	Firma: _____

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

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

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

Un edificio esistente è sottoposto a riqualificazione energetica quando i lavori, in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, ricadono nelle tipologie 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 **Breno** Provincia **BS**

Progetto per la realizzazione di

RISTRUTTURAZIONE E NUOVA DISTRIBUZIONE SPAZI INTERNI ADIBITI A CAMERE-ALLOGGIO DELLA CASERMA DEI CARABINIERI IN VIA FOLGORE. PIANO PRIMO - PORZIONE SX

☒ Edificio pubblico

☒ Edificio ad uso pubblico

Sito in **via Folgore 1**

Mappale **8651**

Sezione

Foglio **14**

Particella **8651**

Subalterni **1**

Richiesta Permesso di Costruire	N	Del	...
Permesso di Costruire	N	Del	...
Variante Permesso di Costruire	N	Del	...

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui al punto 1.2 dell'allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

E.1(2). - residenza e assimilabili: abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria

Numero delle unità immobiliari **1**

Soggetti coinvolti

Committente	Comune di Breno (Sindaco pro-tempore Alessandro Panteghini)
Progettista degli impianti termici	Da destinarsi
Progettista dell'isolamento termico dell'edificio	Ing. Peluchetti Gianni
Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	Da destinarsi
Direttore dei lavori per l'isolamento termico dell'edificio	Ing. Peluchetti Gianni
Direttore dei lavori per la realizzazione degli impianti termici	Da destinarsi
Direttore dei lavori del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	Da destinarsi
Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio	Da destinarsi
Direttore dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio	Da destinarsi
Tecnico incaricato per la redazione dell'APE	Da destinarsi

2 FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO

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 LOCALITA'

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) GG	3425
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.) K	265,1
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	303,9

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 SX	65,11	362,32	0,18	96,90

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 SX	Zona UNICA SX	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	Presenza contabilizzazione	Metodo
Unità immobiliare SX		-

Climatizzazione estiva

Unità immobiliare SX	65,11	0,00	0,00

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

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

Su Superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	T _{est} [°C]	φ _{est} [%]
Unità immobiliare SX	Zona UNICA SX	26,0	50

T_{est} Valore di progetto della temperatura interna estiva

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

Unità immobiliare	Presenza contabilizzazione	Metodo
Unità immobiliare SX		-

Informazioni generali e prescrizioni

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

Se "si" descrivere le principali caratteristiche:

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

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 intervento che non interessa la copertura dell'edificio e pertanto non stati adottati materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture.

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

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

Trattasi di intervento che non interessa la copertura dell'edificio e pertanto non stati adottati materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture.

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

Se "si" descrizione e caratteristiche principali

La descrizione e le caratteristiche principali delle valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare saranno riportate, a seguito dei lavori, in relazione integrativa/sostitutiva della presente.

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" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:

Non sono stati adottati sistemi di termoregolazione con compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura nelle zone termiche servite da impianti centralizzati di climatizzazione invernale in quanto trattasi di impianto gestito col teleriscaldamento

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 impianto

Tipologia

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

Sistemi di generazione

Teleriscaldamento.

Sistemi di termoregolazione

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Non presente.

Sistemi di distribuzione del vettore termico

Impianto dotato di 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

Impianto centralizzato con sistema di distribuzione dell'acqua calda sanitaria con tubazioni in acciaio zincato v.m. coibentate.

Sistemi di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

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 dell'impianto ☐ 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

Numero protocollo

Fattori di conversione: $f_{p,ren}$

$f_{p,nre}$
n

$f_{p,tot}$

Valore nominale della potenza termica utile dello scambiatore di calore

300,0

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

Il sistema di gestione dell'impianto termico è garantito da termostato di zona

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

Centralina climatica Non è prevista la regolazione climatica

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore 24

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
U.I.1-Zona UNICA SX	SIH1 Idronico	Solo di zona	5	Le funzioni saranno descritte a seguito dei lavori con relazione integrativa/sostitutiva della presente	24

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 5

Descrizione sintetica dispositivo

Cronotermostato di zona marca XXX tipo YYY programmabile per ogni giorno della settimana.

Per Acqua Calda Sanitaria

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo

Non presenti

Per Climatizzazione estiva

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo

Non presenti

e) Terminali di erogazione dell'energia termica

Elenco dei terminali di erogazione dell'unità immobiliare

Denominazione		N	Tipologia	P [W]
U.I.1-Zona UNICA SX	SIH1 Idronico		Radiatori su parete esterna isolata	7.568,3

N Numero di apparecchi

P Potenza installata

f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali

Esistente.

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

Descrizione e caratteristiche principali

Non presenti

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 la 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 [X] No

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

5.3 Impianti solari termici

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

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

5.4 Impianti di illuminazione

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

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

5.5 Altri impianti

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

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali

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

6 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

g) 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	Tipologia e verso	U (a.o.) [W/(m²K)]	U (p.o.) [W/(m²K)]	Yie (a.o.) [W/(m²K)]
01 PARETE VERSO ESTERNO (pa0026)	STRUTTURA_OPACA Esterno	0,00	17,69	0,03
05 SOTTOFINESTRA (pa0051)	STRUTTURA_OPACA Esterno	0,00	0,31	0,05
60x50	FINESTRA Esterno	0,00	2,42	0,00
90x150	FINESTRA Esterno	0,00	1,99	0,00

Caratteristiche del materiale isolante

Elemento edilizio	Posizione isolante	S isolante [cm]	Materiale isolante

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	Um	Verificato
01 PARETE VERSO ESTERNO	0,75	0,97	-	OK
05 SOTTOFINESTRA	0,75	0,96	-	OK
01 CASSONETTO	0,75	0,75	-	OK

Verifiche di condensa interstiziale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Um	Verificato
01 PARETE VERSO ESTERNO	0,00	0,50	Kg/m²	OK
05 SOTTOFINESTRA	0,00	0,50	Kg/m²	OK
01 CASSONETTO	0,00	0,50	Kg/m²	OK

Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture verticali opache

Elemento edilizio	Valore	Limite	Um	Verificato
01 PARETE VERSO ESTERNO (pa0026)	0,21	0,34	W/(m²K)	OK
05 SOTTOFINESTRA (pa0051)	0,31	0,34	W/(m²K)	OK

Confronto con i valori limite di trasmittanza dei componenti orizzontali opachi

Elemento edilizio	Valore	Limite	Um	Verificato
				NON RICHIESTO

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

Confronto con i valori limite di trasmittanza dei serramenti

Serramento	Valore	Limite	Um	Verificato
60x50	2,42	1,00	W/(m²K)	NON RICHIESTO
90x150	1,99	1,00	W/(m²K)	NON RICHIESTO

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

Confronto con i valori limite di trasmittanza delle chiusure tecniche

Chiusura tecnica	Valore	Limite	Um	Verificato
01 CASSONETTO (pa0052)	1,89	1,30	W/(m²K)	NO INTERVENTO

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	Valore	Limite	Um	Verificato
60x50	0,21	0,35	-	SI
60x50	0,21	0,35	-	SI

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

Confronto con il valore limite pari a 0,8 W/m²K.

Verifica termoisolante.

Vedi allegati alla presente relazione

Confronto con il valore limite di dei divisori interni

Elemento edilizio	Valore	Limite	Um	Verificato
01 PAVIMENTO (pv0001)	0,70	0,80	W/(m²K)	OK
01 PORTONCINO INGRESSO (po0012)	0,76	0,80	W/(m²K)	OK
01 SOFFITTO (so0001)	0,78	0,80	W/(m²K)	OK
02 PARETE VERSO VANO SCALA (pa0013)	2,16	0,80	W/(m²K)	NO INTERVENTO
03 PARETE CARTONGESSO VERSO UIR (pa0004)	0,38	1,04	W/(m²K)	NO INTERVENTO
04 PARETE LATERIZIO VERSO UIR (pa0011)	1,94	1,04	W/(m²K)	NO INTERVENTO

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)*.

h) Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e l'illuminazione

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 [W/(m ² K)]	H'T,L [W/(m ² K)]	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,L: Valore limite del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente

Verifica Efficienza media stagionale

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 riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{W,limite}$ -

Verifica: -

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento η_C -

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

Verifica: -

i) 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 0 l

Impianto integrazione (specificare tipo e alimentazione)

Percentuale copertura fabbisogno annuo 0,0 %

j) Impianti fotovoltaici

Connessione impianto: -

Tipo moduli

Tipo installazione -

Descrizione tipo installazione (se altro)

Tipo supporto -

Descrizione tipo supporto (se altro)

Inclinazione $-^{\circ}$

Orientamento $-$

Potenza installata **0,00 kW**

Percentuale copertura fabbisogno annuo **NaN %**

e) Consuntivo energia

Energia prodotta in sito

Vettore energetico	Udm	Qdel
-		

Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel

Energia esportata

Vettore energetico	Udm	Qdel
-		

Energia primaria

Indice di prestazione rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPren [kWh/m ²]
H	0,00
W	0,00

Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/m ²]
H	295,36
W	39,21

Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/m ²]
H	295,36
W	39,21

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

Vedi allegati alla relazione tecnica

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

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

8 DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- ☒ Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi.
- ☐ 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, termo igrometriche e della massa efficace della loro permeabilità all'aria.
- ☐ Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza.
- ☐ Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento
- ☐ Altri eventuali allegati non obbligatori:

9 DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto **Ing. Peluchetti Gianni**, iscritto a **Ordine degli Ingegneri della provincia di Brescia col n. A4895**, 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.
- c) Il valore dell'indice di prestazione energetica non tiene conto di interventi di miglioria verosimilmente realizzabili con appalti successivi tra cui a titolo non esemplificativo: interventi di sostituzione dei serramenti con eliminazione dei relativi ponti termici (vedasi indice di prestazione allegato), opere di miglioria con lo scopo di eliminare o attenuare i ponti termici esistenti (es. ponte termico parete pavimento)
- d) Il valore dell'indice di prestazione energetica non tiene conto dei dati impiantistici reali poiché questi ultimi non sono stati forniti dalla committenza (es. fattore di conversione energia rinnovabile per il teleriscaldamento per cui è stato utilizzato il valore di legge – libretto di impianto – termoregolazione porzione immobile oggetto di intervento)
- e) qualora in seguito ai lavori di ristrutturazione dell'unità immobiliare verranno utilizzati materiali diversi da quelli indicati nel presente documento e/o verranno introdotte modifiche all'impianto idro_termo_sanitario sarà redatta relazione in variante alla presente

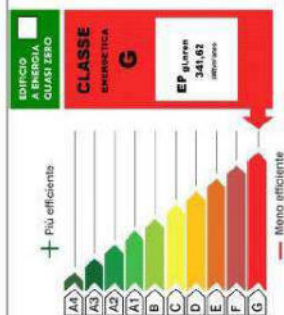
Data

17 giugno 2019

Firma

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Classificazione dell'edificio secondo Regione LOMBARDIA D.G.R. 3668 - 2456/2017 (CEMED+2.0) - Unità immobiliare SX									
Dati geometrici									
Superficie utile riscaldata Su,H 96,90 m²									
Volume lordo riscaldato V,H 362,32 m³									
Superficie disperdente Sdisp 65,11 m²									
Fabbisogni di energia termica utile									
	EPH,nd	154,94 kWh/m²	Stagione di riscaldamento	199 giorni					
	EPC,nd	0,00 kWh/m²	Stagione di raffreddamento	0 giorni					
	EPW,nd	17,57 kWh/m²							
Fabbisogni di energia primaria									
	EPH,ren	0,00 kWh/m²	EPH,ren	297,61 kWh/m²	EPH,tot	297,61 kWh/m²	EPH	0,554	
	EPW,ren	0,00 kWh/m²	EPW,ren	44,01 kWh/m²	EPW,tot	44,01 kWh/m²	EPW	0,399	
	EPg,ren	0,00 kWh/m²	EPg,ren	341,62 kWh/m²	EPg,tot	341,62 kWh/m²	EPg		
Legenda									
EPH,nd: indice di prestazione termica utile per riscaldamento									
EPW,nd: indice di prestazione termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria									
EPH,ren: indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale rinnovabile									
EPH,tot: indice di prestazione energetica per la climatizzazione totale									
EPW,ren: indice di prestazione energetica rinnovabile per la produzione di acqua calda sanitaria									
EPW,tot: indice di prestazione energetica totale per la produzione di acqua calda sanitaria									
EPg,ren: indice di prestazione energetica globale rinnovabile									
EPg,tot: indice di prestazione energetica globale totale									



Classificazione dell'edificio secondo Regione LOMBARDIA D.G.R. 3668 - 2456/2017 (CENED+2.0) - Unità immobiliare SX																																							
Dati geometrici Superficie utile riscaldata Su,H 96,90 m² Volume lordo riscaldato V,H 362,32 m³ Superficie disperdente Sdisp 65,11 m²																																							
Fabbisogni di energia termica utile <table border="1"> <thead> <tr> <th>Stagione di riscaldamento</th> <th>147,47 kWh/m²</th> <th>199 giorni</th> <th></th> <th></th> </tr> <tr> <th>Stagione di raffrescamento</th> <th>0,00 kWh/m²</th> <th>0 giorni</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EPH,nd</td> <td>147,47 kWh/m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EPH,ren</td> <td>0,00 kWh/m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EPW,nd</td> <td>17,57 kWh/m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EPW,ren</td> <td>0,00 kWh/m²</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Stagione di riscaldamento	147,47 kWh/m²	199 giorni			Stagione di raffrescamento	0,00 kWh/m²	0 giorni			EPH,nd	147,47 kWh/m²				EPH,ren	0,00 kWh/m²				EPW,nd	17,57 kWh/m²				EPW,ren	0,00 kWh/m²			
Stagione di riscaldamento	147,47 kWh/m²	199 giorni																																					
Stagione di raffrescamento	0,00 kWh/m²	0 giorni																																					
EPH,nd	147,47 kWh/m²																																						
EPH,ren	0,00 kWh/m²																																						
EPW,nd	17,57 kWh/m²																																						
EPW,ren	0,00 kWh/m²																																						
Fabbisogni di energia primaria <table border="1"> <thead> <tr> <th>EPH,ren</th> <th>0,00 kWh/m²</th> <th>EPH,men</th> <th>256,46 kWh/m²</th> <th>nH</th> <th>0,553</th> </tr> <tr> <th>EPW,ren</th> <th>0,00 kWh/m²</th> <th>EPW,men</th> <th>44,16 kWh/m²</th> <th>nW</th> <th>0,398</th> </tr> <tr> <th>EPg,ren</th> <th>0,00 kWh/m²</th> <th>EPg,men</th> <th>310,62 kWh/m²</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> </table>										EPH,ren	0,00 kWh/m²	EPH,men	256,46 kWh/m²	nH	0,553	EPW,ren	0,00 kWh/m²	EPW,men	44,16 kWh/m²	nW	0,398	EPg,ren	0,00 kWh/m²	EPg,men	310,62 kWh/m²														
EPH,ren	0,00 kWh/m²	EPH,men	256,46 kWh/m²	nH	0,553																																		
EPW,ren	0,00 kWh/m²	EPW,men	44,16 kWh/m²	nW	0,398																																		
EPg,ren	0,00 kWh/m²	EPg,men	310,62 kWh/m²																																				
Legenda EPH,nd: indice di prestazione termica utile per riscaldamento EPW,nd: indice di prestazione termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria EPH,ren: indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale rinnovabile EPH,men: indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale non rinnovabile EPW,ren: indice di prestazione energetica rinnovabile per la produzione di acqua calda sanitaria EPW,tot: indice di prestazione energetica totale per la produzione di acqua calda sanitaria EPg,ren: indice di prestazione energetica globale rinnovabile EPg,men: indice di prestazione energetica globale non rinnovabile																																							

STRATIGRAFIE INVOLUCRO

PONTI TERMICI

Relazione di calcolo del ponte termico Angolo sporgente con pilastro

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

RELAZIONE a cura di:	Ing. Peluchetti Gianni
EDIFICIO	Via Folgore, n. 1 - Breno (Bs)
DATA	17/06/2019

Firma: _____

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. VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO
10. 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

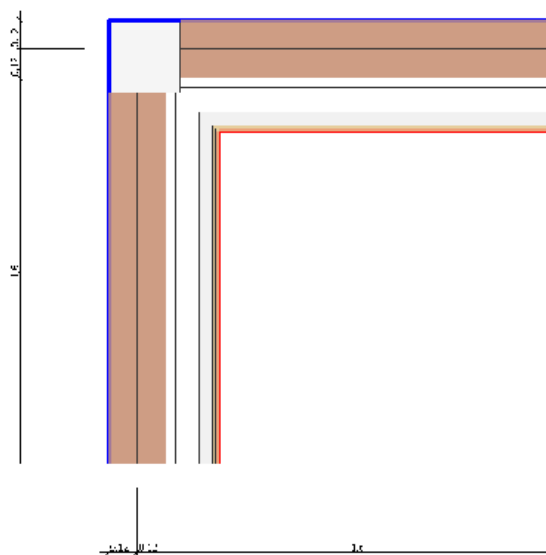
L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

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/m ² K]
1	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
1	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
1	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
2	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
2	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
3	Intonaco interno	0,700
3	Intonaco interno	0,700
4	Aria in quiete a 293K	0,026
5	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
6	Cartongesso in lastre	0,210
7	Cartongesso in lastre	0,210

5. CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Breno - ().

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

Nelle condizioni al contorno sono specificati un ambiente interno e un ambiente esterno e le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Esterno	-0,8	0,04
2	Esterno	-0,8	0,04
3	Interno	20,0	0,13
4	Interno	20,0	0,13

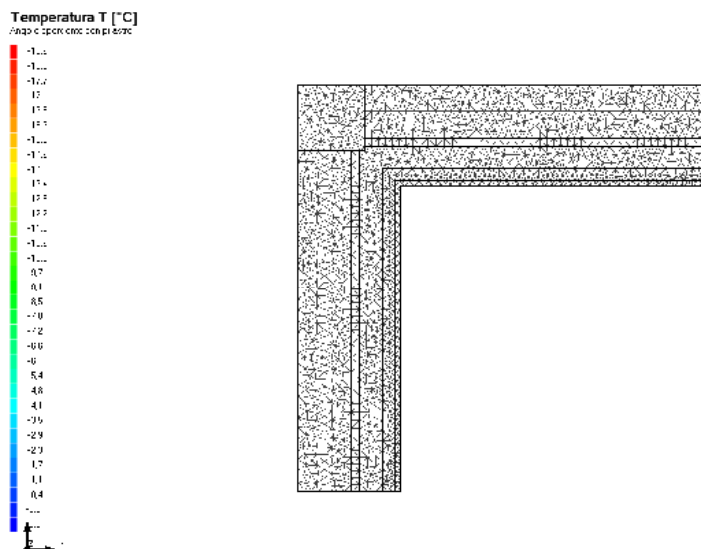
6. DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

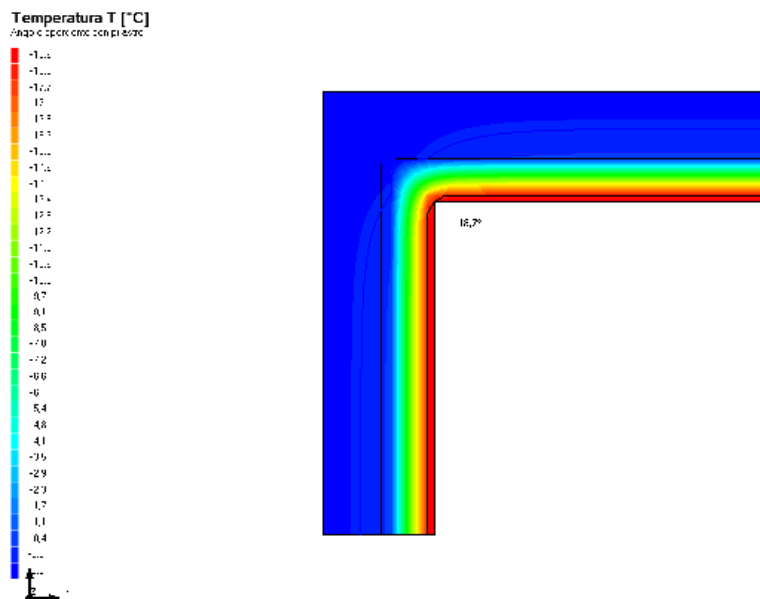
1.650

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	9,97	W/m
Ψ interno	0,0242	W/mK
Ψ esterno	-0,1275	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,48	W/mK
Temperatura minima	18,7	°C

9. VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO

L'Allegato A del D.Lgs 311/2006 introduce la definizione di ponte termico corretto.

Un ponte termico si considera corretto quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

Percentuale di attribuzione del ponte termico alla trasmittanza della struttura corrente

2,9%

Il ponte termico può considerarsi corretto?

Si

10. 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 **Breno**,

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
Volume interno V	0,00 m ³
Produzione nota di vapore G	0,00 kg/h

Mese	θ_e [°C]	Fie [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	θ_{Ti} [°C]	f_{Rsi}
ottobre	11,1	0,50	1108,12	415,95	1524,07	1905,08	16,74	20,0	0,6338
novembre	5,7	0,50	685,63	607,65	1293,28	1616,6	14,18	20,0	0,5931
dicembre	0,4	0,50	580,74	795,8	1376,54	1720,67	15,15	20,0	0,7524
gennaio	-0,8	0,50	436,58	810	1246,58	1558,23	13,61	20,0	0,693
febbraio	2,8	0,50	530,91	710,6	1241,51	1551,88	13,55	20,0	0,6251
marzo	7,5	0,50	502,58	543,75	1046,33	1307,91	10,95	20,0	0,2762
aprile	11,3	0,50	815,09	408,85	1223,94	1529,92	13,33	20,0	0,2337

Legenda

θ_e temperatura esterna media mensile [°C]

P_e pressione esterna [Pa]
 n numero di ricambi orari [1/h]
 ΔP variazione di pressione [Pa]
 P_i pressione interna [Pa]
 P_{Si} pressione di saturazione interna [Pa]
 θ_{Si} Temperatura superficiale interna [Pa]
 f_{Rsi} Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi}	0,958
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{RsiAmm}	0,752
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE	$f_{rsi} > f_{rsi,max}$: assenza di muffa

Relazione di calcolo del ponte termico

Parete con pavimento

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

RELAZIONE a cura di:	Ing. Peluchetti Gianni
EDIFICIO	Via Folgore, n. 1 - Breno (Bs)
DATA	17/06/2019

Firma: _____

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. VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO
10. 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

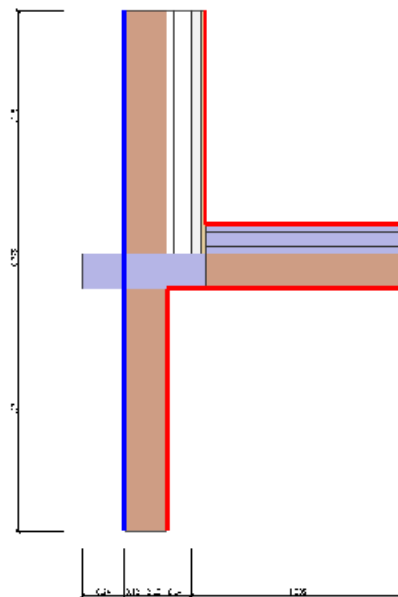
L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

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/m ² K]
1	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
2	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
3	Intonaco interno	0,700
4	Aria in quiete a 293K	0,026
5	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
6	Cartongesso in lastre	0,210
7	Cartongesso in lastre	0,210
8	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
9	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
10	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
16	Pannelli di fibre (250 kg a m3)	0,070
17	Sottofondo in cls-malta di cemento	1,400
18	Calcestruzzo di perlite e di vermiculite, interni, umidità 10%(250 kg/m3)	0,130
19	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
20	Pignatta in laterizio	0,598
21	Intonaco interno	0,700

5. CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Breno - ().
Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.
Nelle condizioni al contorno sono specificati un ambiente interno e un ambiente esterno e le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

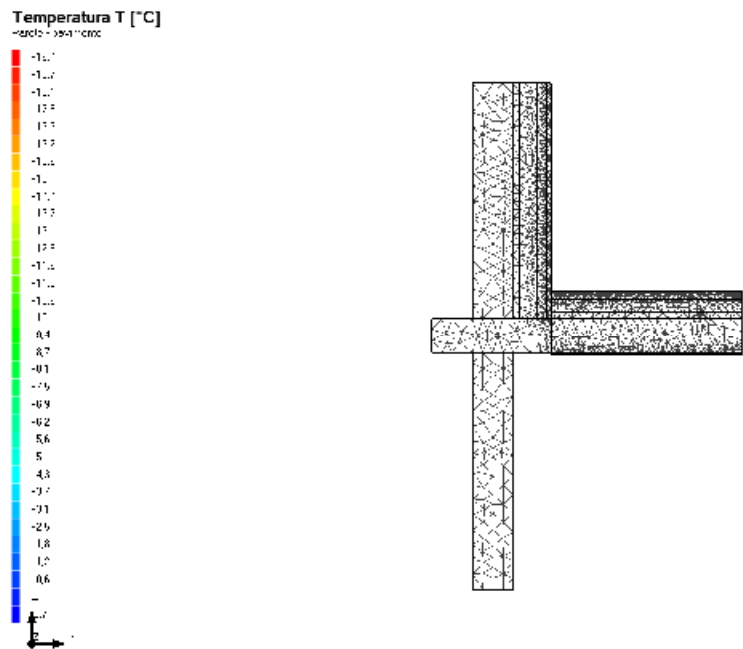
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	-0,8	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Interno	20,0	0,04
5	Interno	20,0	0,04
6	Interno	20,0	0,04
7	Interno	20,0	0,04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

6. DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

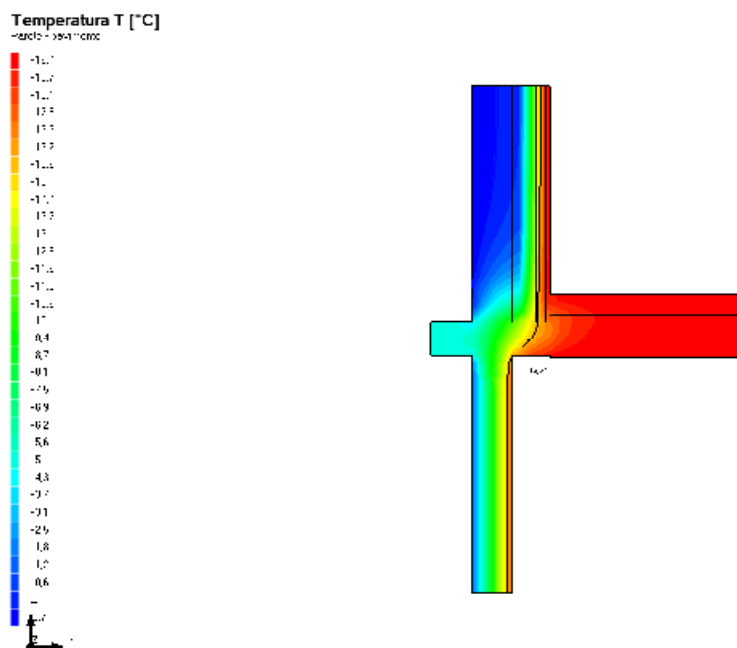
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1.902

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	95,88	W/m
Ψ interno	0,8038	W/mK
Ψ esterno	4,1213	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	4,61	W/mK
Temperatura minima	16,0	°C

9. VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO

L'Allegato A del D.Lgs 311/2006 introduce la definizione di ponte termico corretto.

Un ponte termico di considera corretto quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

Percentuale di attribuzione del ponte termico alla trasmittanza della struttura corrente

28,0%

Il ponte termico può considerarsi corretto?

No

10. 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 **Breno**,

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
Volume interno V	0,00 m ³
Produzione nota di vapore G	0,00 kg/h

Mese	θ_e [°C]	Fie [%]	P_e [Pa]	Δp [Pa]	P_i [Pa]	P_{si} [Pa]	T_{si} [°C]	θ_{Ti} [°C]	f_{Rsi}
ottobre	11,1	0,50	1108,12	415,95	1524,07	1905,08	16,74	20,0	0,6338
novembre	5,7	0,50	685,63	607,65	1293,28	1616,6	14,18	20,0	0,5931
dicembre	0,4	0,50	580,74	795,8	1376,54	1720,67	15,15	20,0	0,7524
gennaio	-0,8	0,50	436,58	810	1246,58	1558,23	13,61	20,0	0,693
febbraio	2,8	0,50	530,91	710,6	1241,51	1551,88	13,55	20,0	0,6251
marzo	7,5	0,50	502,58	543,75	1046,33	1307,91	10,95	20,0	0,2762
aprile	11,3	0,50	815,09	408,85	1223,94	1529,92	13,33	20,0	0,2337

Legenda

θ_e temperatura esterna media mensile [°C]

P_e pressione esterna [Pa]

n numero di ricambi orari [1/h]

ΔP variazione di pressione [Pa]

P_i pressione interna [Pa]

P_{si} pressione di saturazione interna [Pa]

θ_{si} Temperatura superficiale interna [Pa]

f_{Rsi} Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi}	0,806
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{RsiAmm}	0,752
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	$f_{rsi} > f_{rsi,max}$: assenza di muffa

Relazione di calcolo del ponte termico Parete con serramento

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

RELAZIONE a cura di:	Ing. Peluchetti Gianni
EDIFICIO	Via Folgore, n. 1 - Breno (Bs)
DATA	17/06/2019

Firma: _____

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. VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO
10. 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

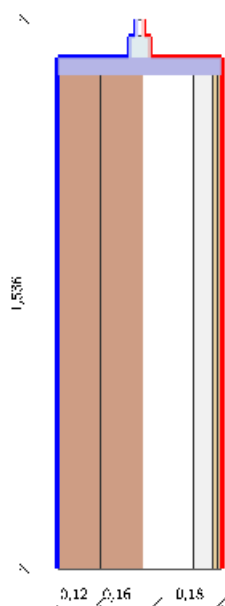
L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

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/m²K]
1	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
2	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
3	Intonaco interno	0,700
4	Aria in quiete a 293K	0,026
5	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
6	Cartongesso in lastre	0,210
7	Cartongesso in lastre	0,210
8	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
9	Acciaio inossidabile UNI 10351	17,000
10	Vetro	1,000
11	Aria	0,025
12	Vetro	1,000

5. CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Breno - ().
Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.
Nelle condizioni al contorno sono specificati un ambiente interno e un ambiente esterno e le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

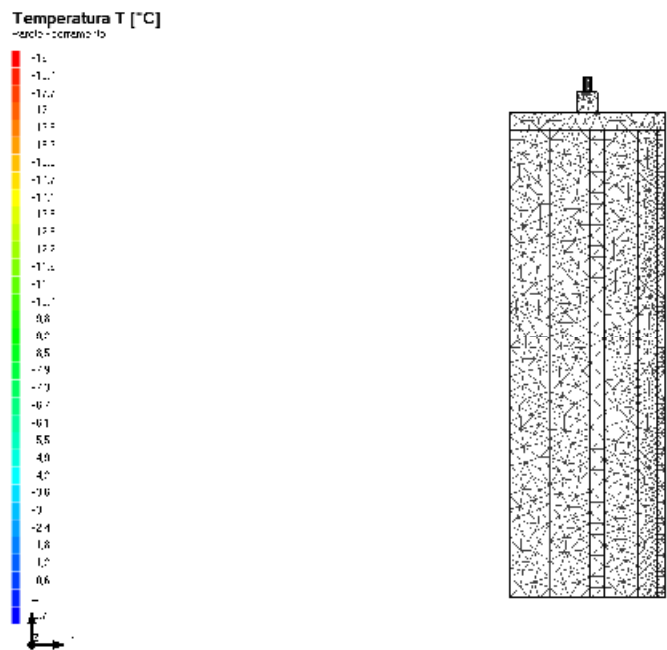
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Esterno	-0,8	0,04
2	Esterno	-0,8	0,04
3	Esterno	-0,8	0,04
4	Esterno	-0,8	0,04
5	Interno	20,0	0,13
6	Interno	20,0	0,13
7	Interno	20,0	0,13
8	Interno	20,0	0,13
9	Esterno	-0,8	0,04
10	Esterno	-0,8	0,04
11	Interno	20,0	0,13
12	Interno	20,0	0,13

6. DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

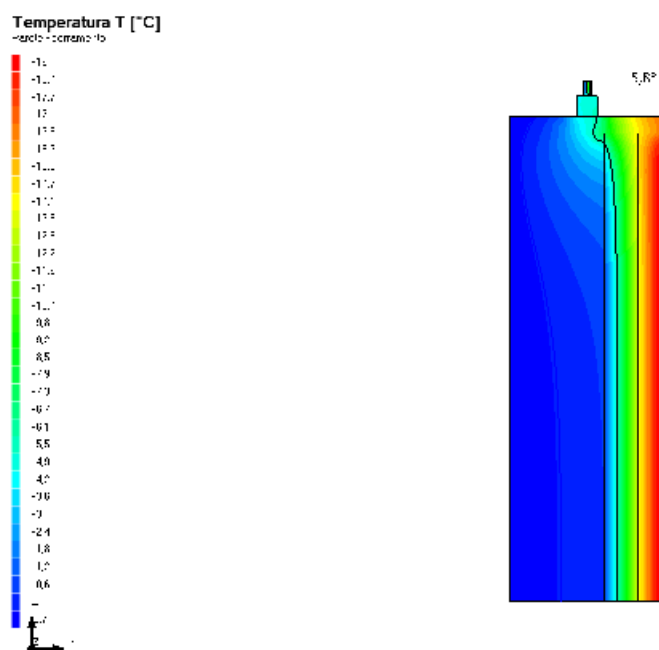
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 951

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	28,15	W/m
Ψ interno	0,7717	W/mK
Ψ esterno	0,7717	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1,35	W/mK
Temperatura minima	5,8	°C

9. VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO

L'Allegato A del D.Lgs 311/2006 introduce la definizione di ponte termico corretto.

Un ponte termico di considera corretto quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

Percentuale di attribuzione del ponte termico alla trasmittanza della struttura corrente

8,2%

Il ponte termico può considerarsi corretto?

Si

10. 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 **Breno**,

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
Volume interno V	0,00 m ³
Produzione nota di vapore G	0,00 kg/h

Mese	θ_e [°C]	Fie [%]	P_e [Pa]	Δp [Pa]	P_i [Pa]	P_{si} [Pa]	T_{si} [°C]	θ_{Ti} [°C]	f_{Rsi}
ottobre	11,1	0,50	1108,12	415,95	1524,07	1905,08	16,74	20,0	0,6338
novembre	5,7	0,50	685,63	607,65	1293,28	1616,6	14,18	20,0	0,5931
dicembre	0,4	0,50	580,74	795,8	1376,54	1720,67	15,15	20,0	0,7524
gennaio	-0,8	0,50	436,58	810	1246,58	1558,23	13,61	20,0	0,693
febbraio	2,8	0,50	530,91	710,6	1241,51	1551,88	13,55	20,0	0,6251
marzo	7,5	0,50	502,58	543,75	1046,33	1307,91	10,95	20,0	0,2762
aprile	11,3	0,50	815,09	408,85	1223,94	1529,92	13,33	20,0	0,2337

Legenda

θ_e temperatura esterna media mensile [°C]

P_e pressione esterna [Pa]

n numero di ricambi orari [1/h]

ΔP variazione di pressione [Pa]

P_i pressione interna [Pa]

P_{si} pressione di saturazione interna [Pa]

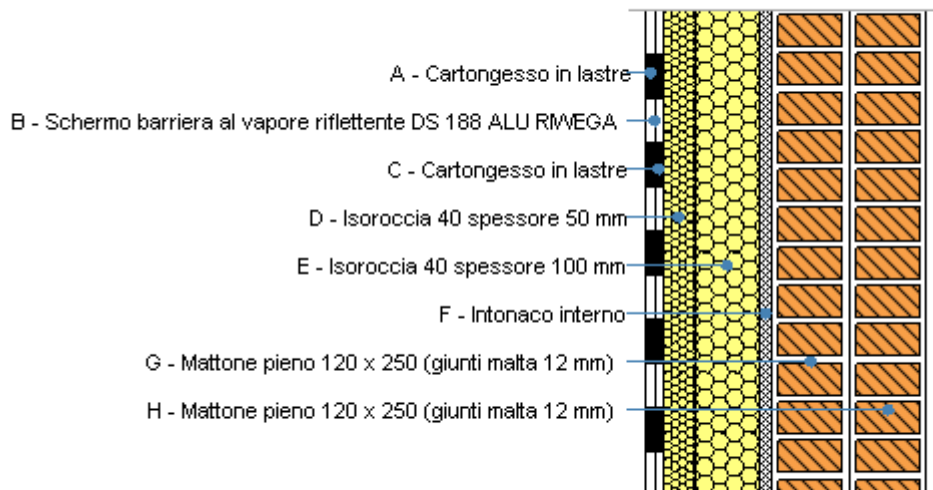
θ_{si} Temperatura superficiale interna [Pa]

f_{Rsi} Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi}	0,320
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{RsiAmm}	0,752
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE	$f_{rsi} < f_{rsi,max}$: possibile presenza di muffa

01 PARETE VERSO ESTERNO



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **01 PARETE VERSO ESTERNO**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	435,3 mm
Trasmittanza U:	0,214 W/(m ² K)	Resistenza R:	4,672 (m ² K)/W
Massa superf.:	461 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_i</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
B	Schermo barriera al vapore riflettente DS 188 ALU RIWEGA	0,3	0,400	0,001	567	0,43	666.66 6,0	666.66 6,0
C	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
D	Isoroccia 40 spessore 50 mm	50,0	0,037	1,351	40	0,25	1,0	1,0
E	Isoroccia 40 spessore 100 mm	100,0	0,037	2,703	40	0,25	1,0	1,0
F	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1	11,1
G	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,800	0,150	1.800	1,00	10,0	5,0
H	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,800	0,150	1.800	1,00	10,0	5,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	435,3		4,672				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	F
Trasmittanza della struttura U:	0,214 W/(m ² K)	Trasmittanza limite Ulim:	0,338 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI

Comune:	Breno	Tipo di calcolo:	Classi di concentrazione
Verso:	Esterno	Coeff. di correzione $b_{tr,x}$:	
Classe di edificio:	Edifici con indice di affollamento non noto	Volume interno V:	- m ³
Prod. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna T_i °C	Umidità relativa interna ϕ_i %	Temperatura esterna T_e °C	Umidità relativa esterna ϕ_e %	Ricambio d'aria n 1/h
gennaio	20,0	-	-0,8	76,4	0,5
febbraio	20,0	-	2,8	71,1	0,5
marzo	20,0	-	7,5	48,5	0,5
aprile	20,0	-	11,3	60,9	0,5
maggio	20,0	-	17,0	54,3	0,5
giugno	20,0	-	20,3	70,7	0,5
luglio	20,0	-	21,9	58,5	0,5
agosto	20,0	-	20,8	59,7	0,5
settembre	20,0	-	15,3	77,2	0,5
ottobre	20,0	-	11,1	83,9	0,5
novembre	20,0	-	5,7	74,9	0,5
dicembre	20,0	-	0,4	92,4	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna θ_i °C	Pressione parziale interna p_i Pa	Temperatura esterna θ_e °C	Pressione parziale esterna p_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-0,80	436,60
ESTIVA	20,00	1.707,10	21,90	1.536,50

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 565,833 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 565,833 Pa.

VERIFICA FORMAZIONE CONDENZA SUPERFICIALE

Mese	Pressione esterna P_e Pa	Numero di ric. d'aria n 1/h	Variazione di pressione ΔP Pa	Pressione interna P_i Pa	Pressione int. di satur. P_{si} Pa	Temp. sup. interna T_{si} °C	Fattore di res. sup. f_{Rsi}
ottobre	1108,06	-	415,95	1524,01	1905,01	16,74	0,6337
novembre	685,61	-	607,65	1293,26	1616,58	14,18	0,5931
dicembre	580,43	-	795,8	1376,23	1720,29	15,14	0,7523
gennaio	436,56	-	810	1246,56	1558,2	13,61	0,693
febbraio	531,15	-	710,6	1241,75	1552,19	13,56	0,6253
marzo	502,15	-	543,75	1045,9	1307,37	10,95	0,2757
aprile	815,19	-	408,85	1224,04	1530,05	13,33	0,2339

Verifica di condensa superficiale:

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi} : 0,7523 (mese di Dicembre)

Fattore di resistenza superficiale ammissibile f_{RsiAmm} : 0,9722

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE: OK

PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE												
	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
Interno-Add	1.246,6	1.241,8	1.045,9	1.224,0	1.257,6	1.772,3	1.569,0	1.536,4	1.608,4	1.524,0	1.293,3	1.376,2
	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	1.246,1	1.241,4	1.045,6	1.223,8	1.257,4	1.772,3	1.569,0	1.536,3	1.608,3	1.523,8	1.292,9	1.375,8
	2.217,6	2.237,9	2.264,6	2.286,4	2.319,4	2.338,7	2.348,1	2.341,7	2.309,5	2.285,2	2.254,3	2.224,4
A-B	448,1	541,2	509,9	821,0	1.054,0	1.684,2	1.536,9	1.465,8	1.345,4	1.114,0	694,2	591,7
	2.217,2	2.237,5	2.264,3	2.286,2	2.319,3	2.338,7	2.348,2	2.341,7	2.309,4	2.285,0	2.254,0	2.223,9
B-C	447,6	540,9	509,6	820,8	1.053,9	1.684,2	1.536,9	1.465,7	1.345,2	1.113,7	693,9	591,3
	2.180,8	2.207,2	2.242,0	2.270,5	2.313,8	2.339,3	2.351,7	2.343,1	2.300,8	2.269,0	2.228,6	2.189,6
C-D	447,4	540,7	509,4	820,7	1.053,8	1.684,2	1.536,9	1.465,7	1.345,2	1.113,6	693,8	591,1
	1.484,5	1.608,7	1.784,6	1.938,9	2.192,3	2.351,9	2.432,8	2.376,9	2.113,9	1.930,5	1.715,4	1.524,9
D-E	447,0	540,3	509,2	820,5	1.053,7	1.684,1	1.536,9	1.465,7	1.345,0	1.113,4	693,5	590,7
	648,9	821,9	1.108,2	1.400,5	1.965,9	2.377,2	2.602,4	2.445,7	1.779,4	1.383,6	989,6	702,6
E-F	446,1	539,6	508,6	820,0	1.053,5	1.684,0	1.536,8	1.465,6	1.344,8	1.113,0	692,8	589,8
	642,9	815,8	1.102,5	1.395,6	1.963,6	2.377,5	2.604,3	2.446,4	1.776,1	1.378,7	983,6	696,6
F-G	441,3	535,4	505,4	817,6	1.052,3	1.683,5	1.536,7	1.465,2	1.343,2	1.110,5	689,2	585,1
	612,5	784,7	1.072,8	1.370,1	1.951,7	2.378,9	2.614,0	2.450,3	1.759,0	1.352,8	953,0	665,8
G-H	436,6	531,2	502,1	815,2	1.051,1	1.683,0	1.536,5	1.464,8	1.341,6	1.108,1	685,6	580,4
	579,9	754,6	1.043,8	1.345,0	1.939,8	2.380,3	2.623,7	2.454,2	1.742,1	1.327,5	923,2	636,2
H-Add	436,6	531,2	502,1	815,2	1.051,1	1.683,0	1.536,5	1.464,8	1.341,6	1.108,1	685,6	580,4
	571,4	746,7	1.036,2	1.338,4	1.936,6	2.380,7	2.626,3	2.455,2	1.737,6	1.320,8	915,4	628,5

TEMPERATURE												
	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,4	19,5	19,7	19,8	19,9	20,0	20,1	20,0	19,9	19,8	19,6	19,5
A-B	19,2	19,3	19,5	19,6	19,9	20,0	20,1	20,0	19,8	19,6	19,4	19,2
B-C	19,2	19,3	19,5	19,6	19,9	20,0	20,1	20,0	19,8	19,6	19,4	19,2
C-D	18,9	19,1	19,3	19,5	19,8	20,0	20,1	20,0	19,7	19,5	19,2	19,0
D-E	12,9	14,1	15,7	17,0	19,0	20,1	20,7	20,3	18,4	17,0	15,1	13,3
E-F	0,8	4,2	8,5	12,0	17,2	20,3	21,8	20,7	15,7	11,8	6,8	1,9
F-G	0,7	4,1	8,4	11,9	17,2	20,3	21,8	20,7	15,6	11,7	6,7	1,8
G-H	0,0	3,5	8,0	11,7	17,1	20,3	21,8	20,8	15,5	11,5	6,3	1,2
H-Add	-0,6	2,9	7,6	11,4	17,0	20,3	21,9	20,8	15,3	11,2	5,8	0,6
Add-Esterno	-0,8	2,8	7,5	11,3	17,0	20,3	21,9	20,8	15,3	11,1	5,7	0,4

VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA INTERSTIZIALE												
	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
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
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]												

Verifica di condensa interstiziale:

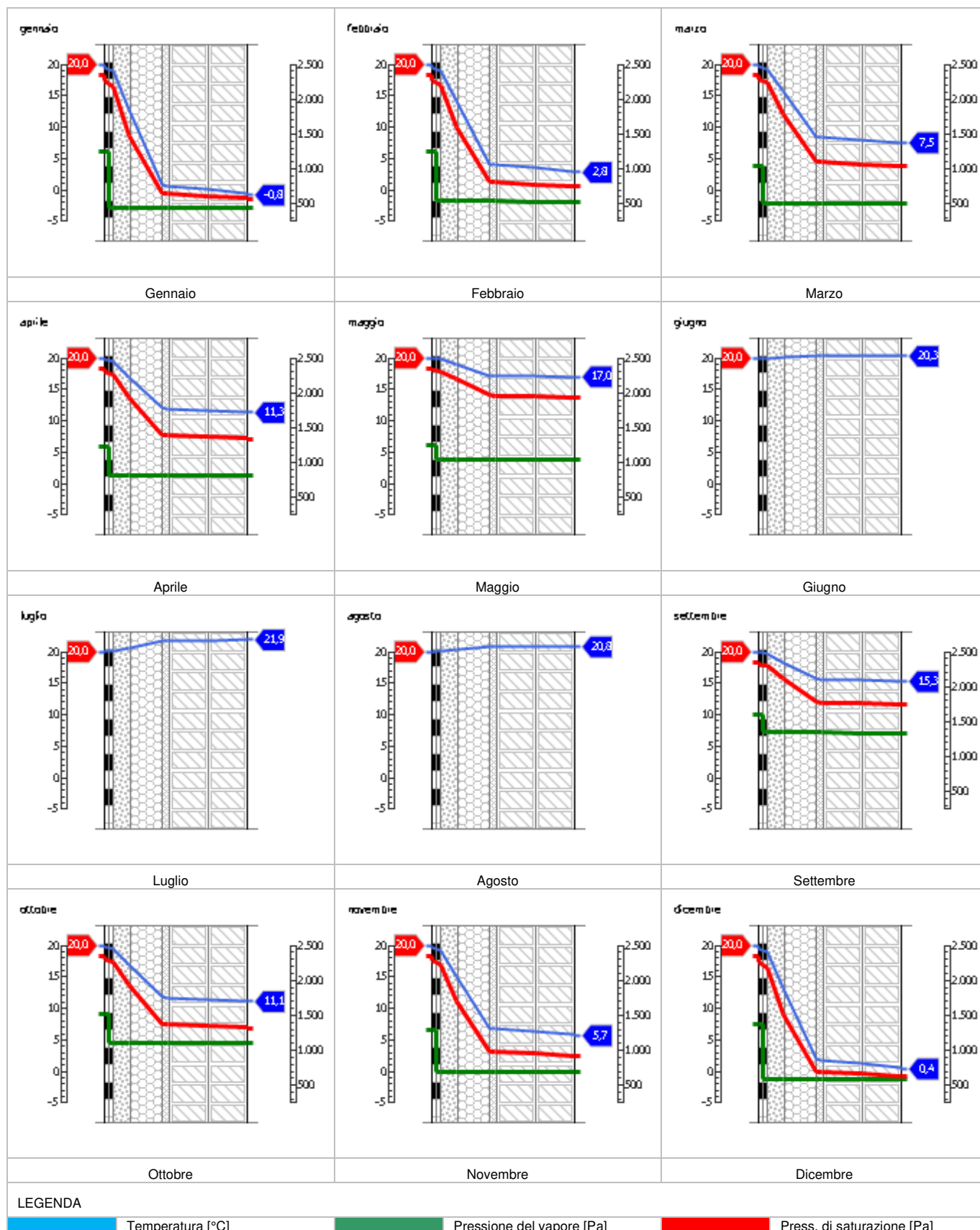
Quantità massima di vapore accumulato mensilmente G_c: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -

Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia G_{c,max}: 0,5000 kg/m²

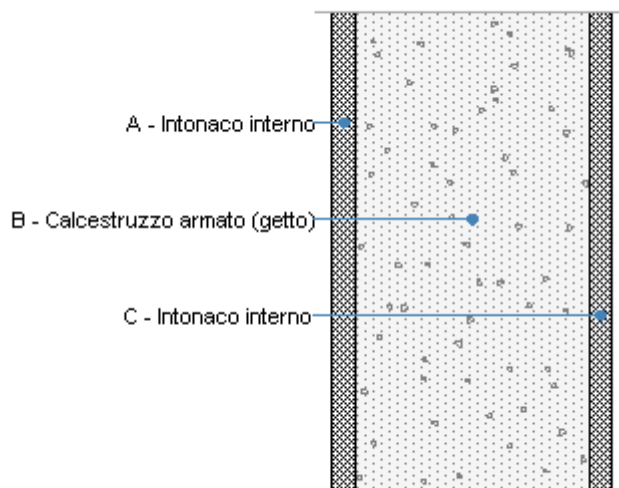
Quantità di vapore residuo M_a: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -

ESITO VERIFICA DI CONDENSA INTERSTIZIALE: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



02 PARETE VERSO VANO SCALA



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **02 PARETE VERSO VANO SCALA**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Edificio confinante riscaldato	Spessore:	300.0 mm
Trasmittanza U:	2,163 W/(m ² K)	Resistenza R:	0,462 (m ² K)/W
Massa superf.:	600 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco interno	25,0	0,700	0,036	1.400	1,00	11,1	11,1
B	Calcestruzzo armato (getto)	250,0	1,910	0,131	2.400	1,00	0,0	999.99 9,0
C	Intonaco interno	25,0	0,700	0,036	1.400	1,00	11,1	11,1
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
	TOTALE	300,0		0,462				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,130 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

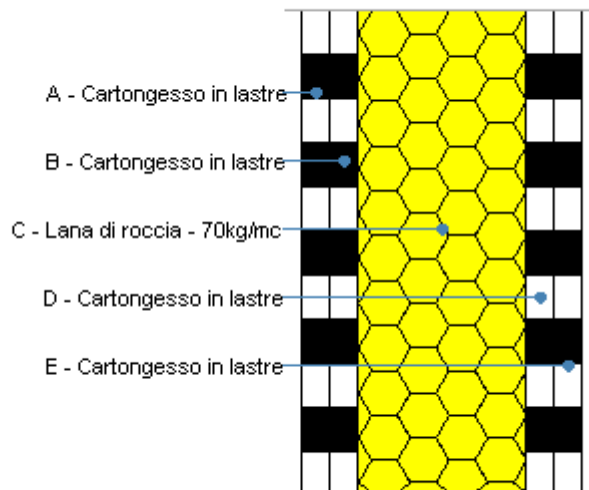
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	2,163 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,800 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: NO

03 PARETE CARTONGESSO VERSO UIR



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **03 PARETE CARTONGESSO VERSO UIR**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Edificio confinante riscaldato	Spessore:	125,0 mm
Trasmittanza U:	0,379 W/(m ² K)	Resistenza R:	2,641 (m ² K)/W
Massa superf.:	50 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
B	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
C	Lana di roccia - 70kg/mc	75,0	0,035	2,143	70	1,03	1,0	1,0
D	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
E	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
	TOTALE	125,0		2,641				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,130 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

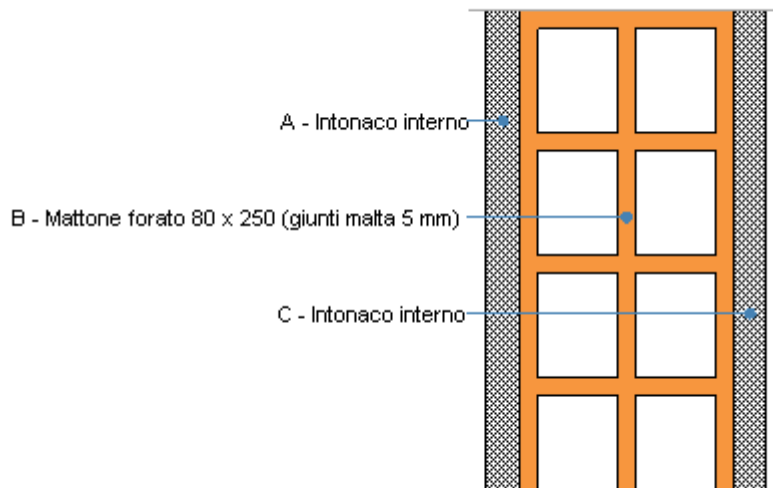
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,379 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	1,040 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

04 PARETE LATERIZIO VERSO UIR



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **04 PARETE LATERIZIO VERSO UIR**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Edificio confinante riscaldato	Spessore:	105,0 mm
Trasmittanza U:	1,939 W/(m ² K)	Resistenza R:	0,516 (m ² K)/W
Massa superf.:	144 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco interno	12,5	0,700	0,018	1.400	1,00	11,1	11,1
B	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 5 mm)	80,0	0,364	0,220	1.800	1,00	10,0	5,0
C	Intonaco interno	12,5	0,700	0,018	1.400	1,00	11,1	11,1
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
	TOTALE	105,0		0,516				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,130 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

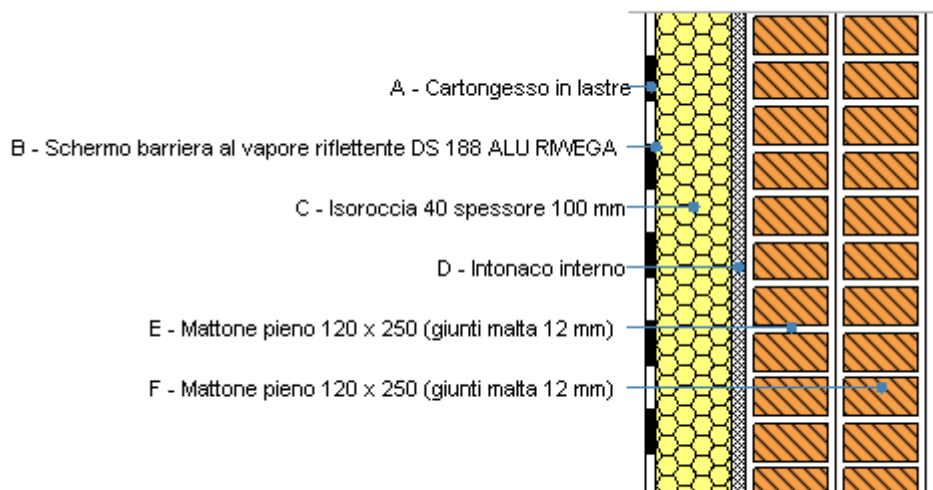
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	F
Trasmittanza della struttura U:	1,939 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	1,040 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: NO

05 SOTTOFINESTRA



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **05 SOTTOFINESTRA**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	372,8 mm
Trasmittanza U:	0,307 W/(m ² K)	Resistenza R:	3,262 (m ² K)/W
Massa superf.:	447 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
B	Schermo barriera al vapore riflettente DS 188 ALU RIWEGA	0,3	0,400	0,001	567	0,43	666,66 6,0	666,66 6,0
C	Isoroccia 40 spessore 100 mm	100,0	0,037	2,703	40	0,25	1,0	1,0
D	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1	11,1
E	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,800	0,150	1.800	1,00	10,0	5,0
F	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,800	0,150	1.800	1,00	10,0	5,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	372,8		3,262				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	F
Trasmittanza della struttura U:	0,307 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,338 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI

Comune:	Breno	Tipo di calcolo:	Classi di concentrazione
Verso:	Esterno	Coeff. di correzione $b_{tr,x}$:	
Classe di edificio:	Edifici con indice di affollamento non noto	Volume interno V:	- m ³
Produtz. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna T_i °C	Umidità relativa interna ϕ_i %	Temperatura esterna T_e °C	Umidità relativa esterna ϕ_e %	Ricambio d'aria n 1/h
gennaio	20,0	-	-0,8	76,4	0,5
febbraio	20,0	-	2,8	71,1	0,5
marzo	20,0	-	7,5	48,5	0,5
aprile	20,0	-	11,3	60,9	0,5
maggio	20,0	-	17,0	54,3	0,5
giugno	20,0	-	20,3	70,7	0,5
luglio	20,0	-	21,9	58,5	0,5
agosto	20,0	-	20,8	59,7	0,5
settembre	20,0	-	15,3	77,2	0,5
ottobre	20,0	-	11,1	83,9	0,5
novembre	20,0	-	5,7	74,9	0,5
dicembre	20,0	-	0,4	92,4	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna θ_i °C	Pressione parziale interna p_i Pa	Temperatura esterna θ_e °C	Pressione parziale esterna p_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-0,80	436,60
ESTIVA	20,00	1.707,10	21,90	1.536,50

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 566,356 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 566,356 Pa.

VERIFICA FORMAZIONE CONDENZA SUPERFICIALE

Mese	Pressione esterna P_e Pa	Numero di ric. d'aria n 1/h	Variazione di pressione ΔP Pa	Pressione interna P_i Pa	Pressione int. di satur. P_{si} Pa	Temp. sup. interna T_{si} °C	Fattore di res. sup. f_{Rsi}
ottobre	1108,06	-	415,95	1524,01	1905,01	16,74	0,6337
novembre	685,61	-	607,65	1293,26	1616,58	14,18	0,5931
dicembre	580,43	-	795,8	1376,23	1720,29	15,14	0,7523
gennaio	436,56	-	810	1246,56	1558,2	13,61	0,693
febbraio	531,15	-	710,6	1241,75	1552,19	13,56	0,6253
marzo	502,15	-	543,75	1045,9	1307,37	10,95	0,2757
aprile	815,19	-	408,85	1224,04	1530,05	13,33	0,2339

Verifica di condensa superficiale:

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi} : 0,7523 (mese di Dicembre)

Fattore di resistenza superficiale ammissibile f_{RsiAmm} : 0,9601

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE: OK

PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.246,6	1.241,8	1.045,9	1.224,0	1.257,6	1.772,3	1.569,0	1.536,4	1.608,4	1.524,0	1.293,3	1.376,2
	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	1.246,1	1.241,4	1.045,6	1.223,8	1.257,4	1.772,3	1.569,0	1.536,3	1.608,3	1.523,8	1.292,9	1.375,8
	2.167,7	2.196,2	2.233,9	2.264,8	2.311,8	2.339,5	2.353,0	2.343,7	2.297,7	2.263,2	2.219,4	2.177,2
A-B	447,4	540,7	509,4	820,7	1.053,8	1.684,2	1.536,9	1.465,7	1.345,2	1.113,6	693,8	591,1
	2.167,0	2.195,7	2.233,5	2.264,5	2.311,7	2.339,5	2.353,0	2.343,7	2.297,6	2.262,9	2.218,9	2.176,5
B-C	447,0	540,3	509,2	820,5	1.053,7	1.684,1	1.536,9	1.465,7	1.345,0	1.113,4	693,5	590,7
	682,9	856,4	1.140,7	1.428,2	1.978,6	2.375,7	2.592,1	2.441,6	1.797,8	1.411,6	1.023,3	736,9
C-D	446,1	539,6	508,6	820,0	1.053,5	1.684,0	1.536,8	1.465,6	1.344,8	1.113,0	692,8	589,8
	674,0	847,4	1.132,3	1.421,0	1.975,4	2.376,1	2.594,8	2.442,6	1.793,0	1.404,4	1.014,5	728,0
D-E	441,4	535,4	505,4	817,6	1.052,3	1.683,5	1.536,7	1.465,2	1.343,2	1.110,5	689,2	585,1
	629,0	801,6	1.089,0	1.384,1	1.958,2	2.378,1	2.608,7	2.448,2	1.768,4	1.366,9	969,7	682,5
E-F	436,6	531,2	502,1	815,2	1.051,1	1.683,0	1.536,5	1.464,8	1.341,6	1.108,1	685,6	580,4
	583,6	758,0	1.047,2	1.347,9	1.941,2	2.380,2	2.622,6	2.453,7	1.744,0	1.330,4	926,6	639,5
F-Add	436,6	531,2	502,1	815,2	1.051,1	1.683,0	1.536,5	1.464,8	1.341,6	1.108,1	685,6	580,4
	571,4	746,7	1.036,2	1.338,4	1.936,6	2.380,7	2.626,3	2.455,2	1.737,6	1.320,8	915,4	628,5

TEMPERATURE

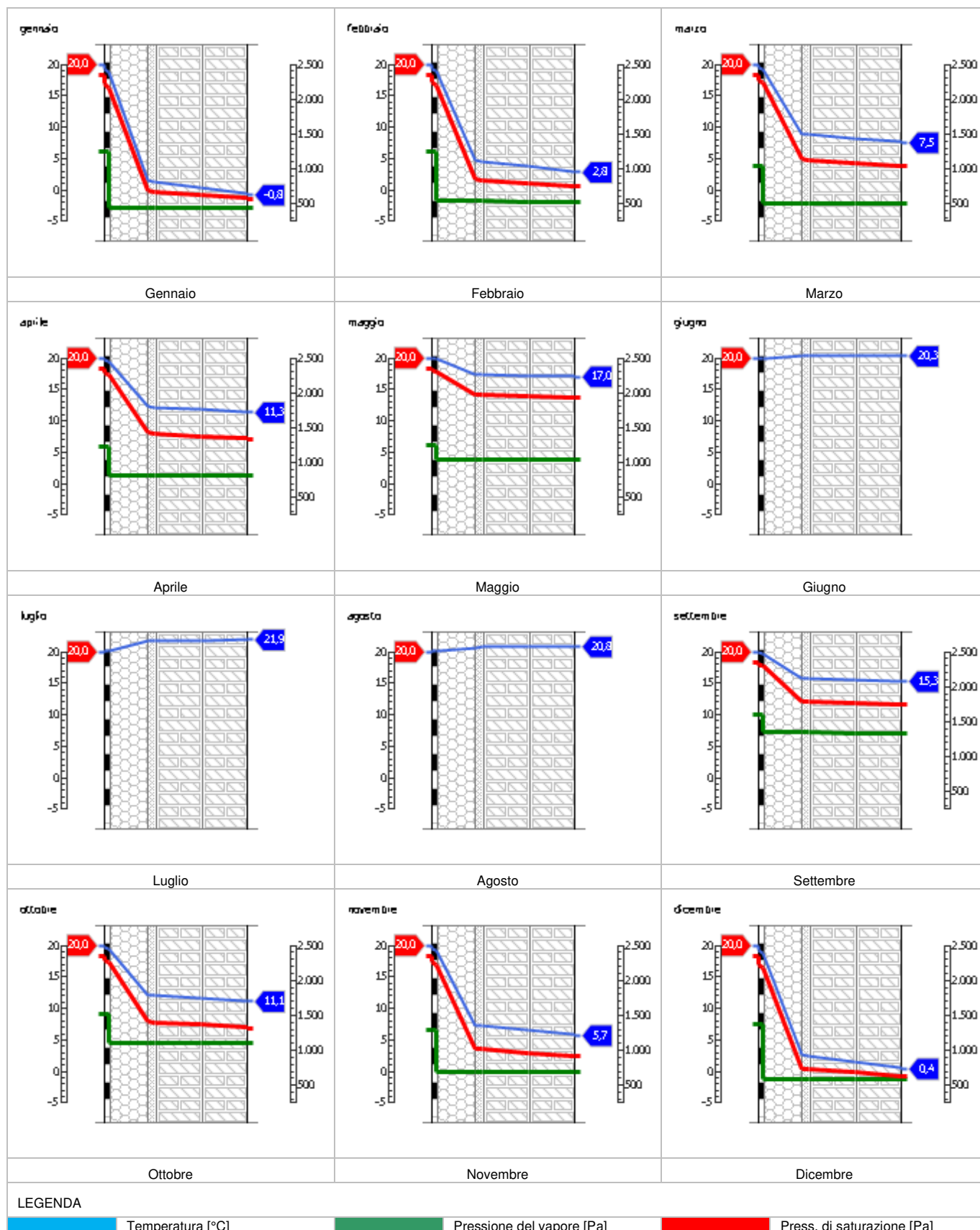
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,2	19,3	19,5	19,7	19,9	20,0	20,1	20,0	19,8	19,6	19,4	19,2
A-B	18,8	19,0	19,3	19,5	19,8	20,0	20,1	20,0	19,7	19,5	19,2	18,9
B-C	18,8	19,0	19,3	19,5	19,8	20,0	20,1	20,0	19,7	19,5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

VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA INTERSTIZIALE

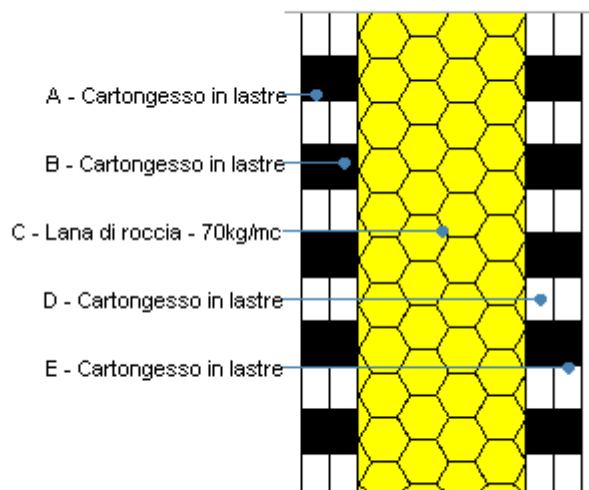
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m²]	0,0000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

Verifica di condensa interstiziale:
 Quantità massima di vapore accumulato mensilmente Gc: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -
 Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia Gc,max: 0,5000 kg/m²
 Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -
ESITO VERIFICA DI CONDENSA INTERSTIZIALE: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



06 PARETE CARTONGESSO INTERNA



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **06 PARETE CARTONGESSO INTERNA**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Locale interno alla zona	Spessore:	125,0 mm
Trasmittanza U:	0,379 W/(m ² K)	Resistenza R:	2,641 (m ² K)/W
Massa superf.:	50 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
B	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
C	Lana di roccia - 70kg/mc	75,0	0,035	2,143	70	1,03	1,0	1,0
D	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
E	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
	TOTALE	125,0		2,641				

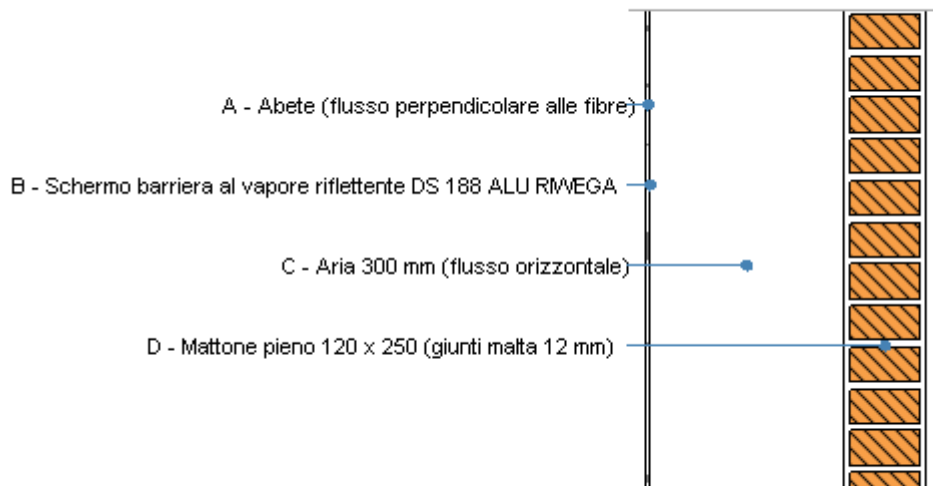
Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,130 (m²K)/W

01 CASSONETTO



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **01 CASSONETTO**

Note:

Tipologia:	Cassonetto	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	405,3 mm
Trasmittanza U:	1,886 W/(m ² K)	Resistenza R:	0,530 (m ² K)/W
Massa superf.:	219 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	5,0	0,120	0,042	450	1,38	44,4	33,3
B	Schermo barriera al vapore riflettente DS 188 ALU RIWEGA	0,3	0,400	0,001	567	0,43	666.66 6,0	666.66 6,0
C	Aria 300 mm (flusso orizzontale)	280,0	1,670	0,168	1	1,00	1,0	1,0
D	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,800	0,150	1.800	1,00	10,0	5,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	405,3		0,530				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	F
Trasmittanza della struttura U:	1,886 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	1,300 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: NO

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI

Comune:	Breno	Tipo di calcolo:	Classi di concentrazione
Verso:	Esterno	Coeff. di correzione $b_{tr,x}$:	
Classe di edificio:	Edifici con indice di affollamento non noto	Volume interno V:	- m ³
Prod. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna T_i °C	Umidità relativa interna ϕ_i %	Temperatura esterna T_e °C	Umidità relativa esterna ϕ_e %	Ricambio d'aria n 1/h
gennaio	20,0	-	-0,8	76,4	0,5
febbraio	20,0	-	2,8	71,1	0,5
marzo	20,0	-	7,5	48,5	0,5
aprile	20,0	-	11,3	60,9	0,5
maggio	20,0	-	17,0	54,3	0,5
giugno	20,0	-	20,3	70,7	0,5
luglio	20,0	-	21,9	58,5	0,5
agosto	20,0	-	20,8	59,7	0,5
settembre	20,0	-	15,3	77,2	0,5
ottobre	20,0	-	11,1	83,9	0,5
novembre	20,0	-	5,7	74,9	0,5
dicembre	20,0	-	0,4	92,4	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna θ_i °C	Pressione parziale interna p_i Pa	Temperatura esterna θ_e °C	Pressione parziale esterna p_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-0,80	436,60
ESTIVA	20,00	1.707,10	21,90	1.536,50

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 349,370 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 349,370 Pa.

VERIFICA FORMAZIONE CONDENZA SUPERFICIALE

Mese	Pressione esterna P_e Pa	Numero di ric. d'aria n 1/h	Variazione di pressione ΔP Pa	Pressione interna P_i Pa	Pressione int. di satur. P_{si} Pa	Temp. sup. interna T_{sj} °C	Fattore di res. sup. f_{Rsi}
ottobre	1108,06	-	415,95	1524,01	1905,01	16,74	0,6337
novembre	685,61	-	607,65	1293,26	1616,58	14,18	0,5931
dicembre	580,43	-	795,8	1376,23	1720,29	15,14	0,7523
gennaio	436,56	-	810	1246,56	1558,2	13,61	0,693
febbraio	531,15	-	710,6	1241,75	1552,19	13,56	0,6253
marzo	502,15	-	543,75	1045,9	1307,37	10,95	0,2757
aprile	815,19	-	408,85	1224,04	1530,05	13,33	0,2339

Verifica di condensa superficiale:

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi} : 0,7523 (mese di Dicembre)

Fattore di resistenza superficiale ammissibile f_{RsiAmm} : 0,7548

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE: OK

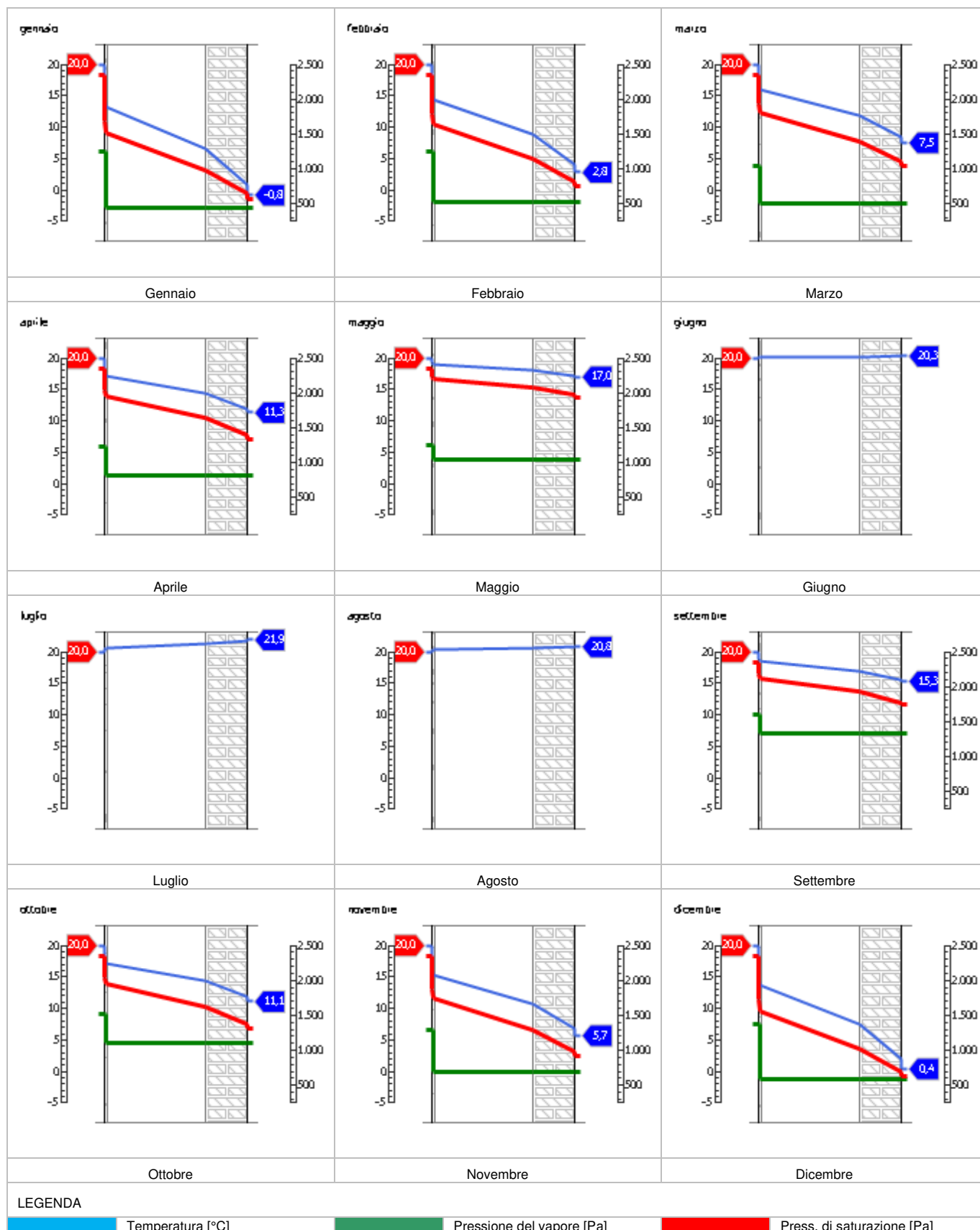
PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE												
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.246,6	1.241,8	1.045,9	1.224,0	1.257,6	1.772,3	1.569,0	1.536,4	1.608,4	1.524,0	1.293,3	1.376,2
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.245,7	1.241,0	1.045,3	1.223,6	1.257,3	1.772,2	1.569,0	1.536,3	1.608,2	1.523,6	1.292,6	1.375,4
	1.522,9	1.642,7	1.811,6	1.959,1	2.200,0	2.351,0	2.427,5	2.374,7	2.125,6	1.951,1	1.745,2	1.562,0
A-B	442,5	536,4	506,1	818,2	1.052,6	1.683,6	1.536,7	1.465,3	1.343,6	1.111,1	690,1	586,3
	1.520,0	1.640,2	1.809,6	1.957,6	2.199,4	2.351,1	2.427,9	2.374,9	2.124,7	1.949,5	1.743,0	1.559,1
B-C	441,4	535,4	505,4	817,6	1.052,3	1.683,5	1.536,7	1.465,2	1.343,2	1.110,5	689,2	585,2
	977,9	1.144,7	1.400,0	1.641,6	2.072,6	2.364,9	2.519,2	2.412,2	1.934,7	1.628,0	1.296,8	1.030,9
C-D	436,6	531,2	502,1	815,2	1.051,1	1.683,0	1.536,5	1.464,8	1.341,6	1.108,1	685,6	580,4
	645,5	818,5	1.105,0	1.397,8	1.964,6	2.377,4	2.603,5	2.446,1	1.777,6	1.380,8	986,2	699,2
D-Add	436,6	531,2	502,1	815,2	1.051,1	1.683,0	1.536,5	1.464,8	1.341,6	1.108,1	685,6	580,4
	571,4	746,7	1.036,2	1.338,4	1.936,6	2.380,7	2.626,3	2.455,2	1.737,6	1.320,8	915,4	628,5

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	15,8	16,9	17,9	19,3	20,1	20,5	20,2	18,8	17,8	16,5	15,2
A-B	13,3	14,4	16,0	17,2	19,0	20,1	20,6	20,3	18,5	17,1	15,4	13,7
B-C	13,2	14,4	15,9	17,2	19,0	20,1	20,6	20,3	18,5	17,1	15,3	13,6
C-D	6,7	9,0	12,0	14,4	18,1	20,2	21,2	20,5	17,0	14,3	10,8	7,4
D-Add	0,8	4,1	8,4	12,0	17,2	20,3	21,8	20,7	15,7	11,8	6,8	1,9
Add-Esterno	-0,8	2,8	7,5	11,3	17,0	20,3	21,9	20,8	15,3	11,1	5,7	0,4

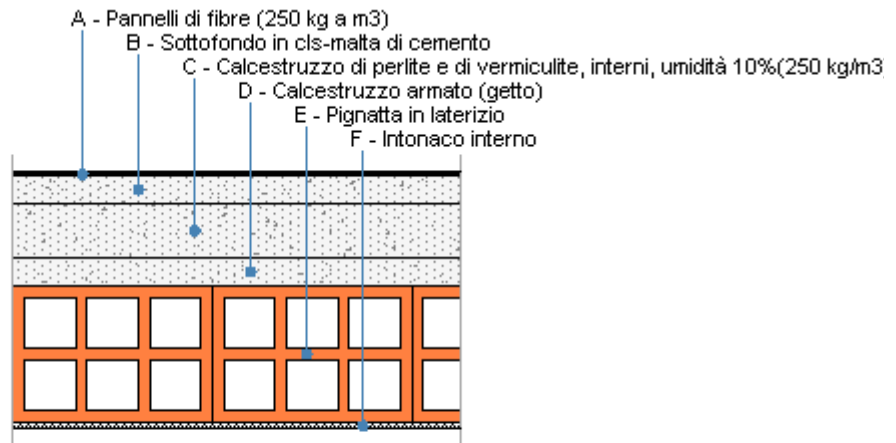
VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA INTERSTIZIALE												
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000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

Verifica di condensa interstiziale:
 Quantità massima di vapore accumulato mensilmente G_C: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -
 Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia G_{C,max}: 0,5000 kg/m²
 Quantità di vapore residuo M_A: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -
 ESITO VERIFICA DI CONDENSA INTERSTIZIALE: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



01 PAVIMENTO



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **01 PAVIMENTO**

Note:

Tipologia:	Pavimento	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Edificio confinante riscaldato	Spessore:	375,0 mm
Trasmittanza U:	0,702 W/(m ² K)	Resistenza R:	1,425 (m ² K)/W
Massa superf.:	417 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
A	Pannelli di fibre (250 kg a m ³)	5,0	0,070	0,071	250	1,70	5,0	2,0
B	Sottofondo in cls-malta di cemento	40,0	1,400	0,029	2.000	1,00	0,0	999,99 9,0
C	Calcestruzzo di perlite e di vermiculite, interni, umidità 10%(250 kg/m ³)	80,0	0,130	0,615	250	0,88	3,2	3,2
D	Calcestruzzo armato (getto)	40,0	1,910	0,021	2.400	1,00	0,0	999,99 9,0
E	Pignatta in laterizio	200,0	0,598	0,334	1.100	1,00	10,0	10,0
F	Intonaco interno	10,0	0,700	0,014	1.400	1,00	11,1	11,1
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
	TOTALE	375,0		1,425				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 5,880 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 5,880 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,170 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

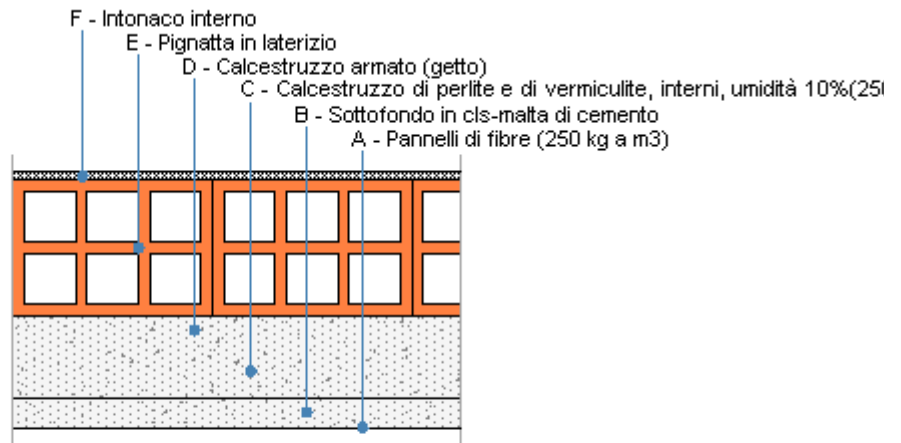
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	F
Trasmittanza della struttura U:	0,702 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,800 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

01 SOFFITTO



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **01 SOFFITTO**

Note:

Tipologia:	Soffitto	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Edificio confinante riscaldato	Spessore:	375,0 mm
Trasmittanza U:	0,778 W/(m ² K)	Resistenza R:	1,285 (m ² K)/W
Massa superf.:	417 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A	Pannelli di fibre (250 kg a m ³)	5,0	0,070	0,071	250	1,70	5,0	2,0
B	Sottofondo in cls-malta di cemento	40,0	1,400	0,029	2.000	1,00	0,0	999,99 9,0
C	Calcestruzzo di perlite e di vermiculite, interni, umidità 10%(250 kg/m ³)	80,0	0,130	0,615	250	0,88	3,2	3,2
D	Calcestruzzo armato (getto)	40,0	1,910	0,021	2.400	1,00	0,0	999,99 9,0
E	Pignatta in laterizio	200,0	0,598	0,334	1.100	1,00	10,0	10,0
F	Intonaco interno	10,0	0,700	0,014	1.400	1,00	11,1	11,1
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
	TOTALE	375,0		1,285				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 10,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,100 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	F
Trasmittanza della struttura U:	0,778 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,800 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

SERRAMENTO: **60x50**

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: **60x50**

Note:

**Ditta produttrice e posatrice: IMECA SERRAMENTI -
Tipologia: GASTALDELLO EL 65**

Produttore:

Larghezza: **60 cm**

Altezza : **50 cm**

Disperde verso: **Esterno**

Spessore superiore del telaio: **10 cm**

Spessore inferiore del telaio: **10 cm**

Spessore sinistro del telaio: **10 cm**

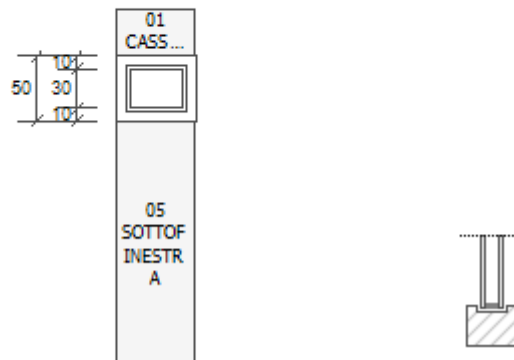
Spessore destro del telaio: **10 cm**

Numero divisioni verticali: **0**

Spessore divisioni verticali: **0 cm**

Numero divisioni orizzontali: **0**

Spessore divisioni orizzontali: **0 cm**



Area del vetro A_g : **0,120 m²**

Area totale del serramento A_w : **0,300 m²**

Area del telaio A_f : **0,180 m²**

Perimetro della superficie vetrata L_g : **1,400 m**

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro: **Vetro 4-15-4 (Aria)**

Coefficiente di trasmissione solare g : **0,750**

Trasmittanza termica vetro U_g : **2,744 W/(m² K)**

Tipologia vetro: **Doppio vetro normale**

Emissività ϵ : **0,837**

Telaio

Materiale: **Metallo**

Spessore sf: **0 mm**

Trasmittanza termica del telaio U_f : **5,900 W/(m² K)**

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : **0,080 W/(m K)**

Tipologia telaio: **Senza taglio termico**

Distanziatore: **Metallo**

SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: **Tapparelle**

Colore: **Pastello**

g,gl,sh,d: 0,35

g,gl,sh/g,gl: -

Posizione: **Schermatura esterna**

Trasparenza: **Opaca**

g,gl,sh,b: 0,14

PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: **Legno e plastica senza schiuma**

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR : 0,160 (m² K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura f_{shut} : 0,60

Permeabilità della chiusura: **Media permeabilità all'aria**

PERMEABILITÀ ALL'ARIA

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

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,420 W/(m² K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella U_w , CORR: 2,015 W/(m² K)

STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Strutture opache e ponti termici	Area o lunghezza [m ²] o [m]	Trasmittanza [W/(m ² K)] o [W/(mK)]
01 CASSONETTO	0,2	1,886
05 SOTTOFINESTRA	1,1	0,307
Parete - serramento	2,2	0,772

SERRAMENTO: 60x50

VERIFICHE DEL SERRAMENTO

Verifica di trasmittanza

Comune di riferimento: Breno

Anno di riferimento: 2019

Trasmittanza serramento U_w : 2,420 W/(m² K)

Zona climatica di riferimento: F

Trasmittanza limite U_w : 1,000 W/(m² K)

VERIFICA: NO

Riferimento normativo:

Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

SERRAMENTO: **90x150**

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: **90x150**

Note:

**Ditta produttrice e posatrice: IMECA SERRAMENTI -
Tipologia: GASTALDELLO EL 65**

Produttore:

Larghezza: **90 cm**

Altezza : **150 cm**

Disperde verso: **Esterno**

Spessore superiore del telaio: **10 cm**

Spessore inferiore del telaio: **10 cm**

Spessore sinistro del telaio: **10 cm**

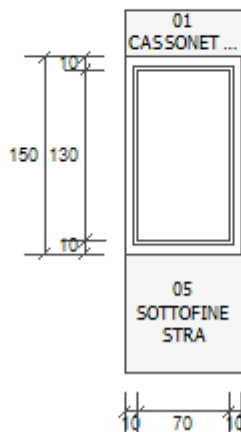
Spessore destro del telaio: **10 cm**

Numero divisioni verticali: **0**

Spessore divisioni verticali: **0 cm**

Numero divisioni orizzontali: **0**

Spessore divisioni orizzontali: **0 cm**



Area del vetro Ag: **0,910 m²**

Area totale del serramento Aw: **1,350 m²**

Area del telaio Af: **0,440 m²**

Perimetro della superficie vetrata Lg: **4,000 m**

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro: **Vetro 4-15-4 (Aria)**

Coefficiente di trasmissione solare g: **0,750**

Trasmittanza termica vetro Ug: **2,744 W/(m² K)**

Tipologia vetro: **Doppio vetro normale**

Emissività ε: **0,837**

Telaio

Materiale: **Metallo**

Spessore sf: **0 mm**

Trasmittanza termica del telaio Uf: **5,900 W/(m² K)**

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψfg: **0,080 W/(m K)**

Tipologia telaio: **Senza taglio termico**

Distanziatore: **Metallo**

SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: **Tapparelle**

Colore: **Pastello**

g,gl,sh,d: 0,35

g,gl,sh/g,gl: -

Posizione: **Schermatura esterna**

Trasparenza: **Opaca**

g,gl,sh,b: 0,14

PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: **Legno e plastica senza schiuma**

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR: 0,160 (m² K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura fshut: 0,60

Permeabilità della chiusura: **Media permeabilità all'aria**

PERMEABILITÀ ALL'ARIA

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

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento Uw: 1,990 W/(m² K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella Uw, CORR: 1,702 W/(m² K)

STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Strutture opache e ponti termici	Area o lunghezza [m ²] o [m]	Trasmittanza [W/(m ² K)] o [W/(mK)]
01 CASSONETTO	0,3	1,886
05 SOTTOFINESTRA	0,8	0,307
Parete - serramento	4,8	0,772

SERRAMENTO: 90x150

VERIFICHE DEL SERRAMENTO

Verifica di trasmittanza

Comune di riferimento: Breno

Anno di riferimento: 2019

Trasmittanza serramento Uw: 1,990 W/(m² K)

Zona climatica di riferimento: F

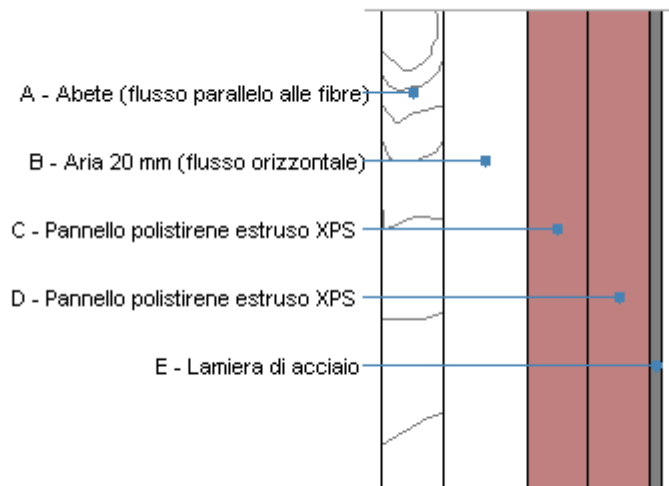
Trasmittanza limite Uw: 1,000 W/(m² K)

VERIFICA: NO

Riferimento normativo:

Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

01 PORTONCINO INGRESSO



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **01 PORTONCINO INGRESSO**

Note:

Tipologia:	Porta	Disposizione:	Verticale
Verso:	Edificio confinante riscaldato	Spessore:	68,0 mm
Trasmittanza U:	0,759 W/(m ² K)	Resistenza R:	1,317 (m ² K)/W
Massa superf.:	31 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Abete (flusso parallelo alle fibre)	15,0	0,120	0,125	450	1,38	666,7	222,2
B	Aria 20 mm (flusso orizzontale)	20,0	0,110	0,182	1	1,00	1,0	1,0
C	Pannello polistirene estruso XPS	15,0	0,040	0,375	35	1,45	200,0	200,0
D	Pannello polistirene estruso XPS	15,0	0,040	0,375	35	1,45	200,0	200,0
E	Lamiera di acciaio	3,0	80,000	0,000	7.870	0,46	999,99 9,0	999,99 9,0
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
	TOTALE	68,0		1,317				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,130 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

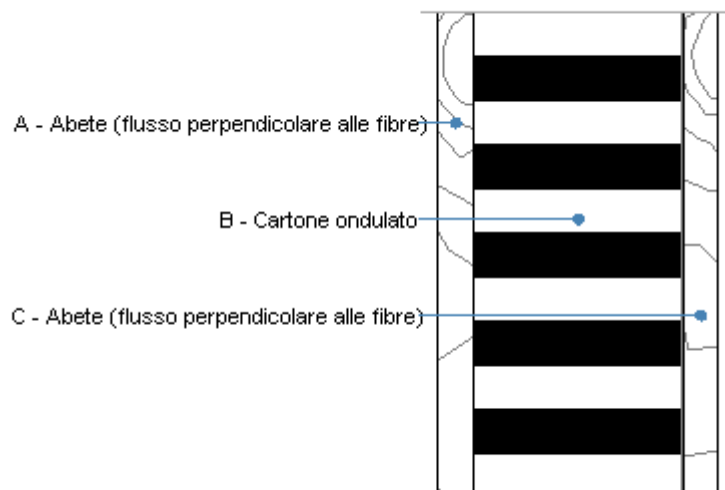
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,759 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,800 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

02 PORTA INTERNA



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **02 PORTA INTERNA**

Note:

Tipologia:	Porta	Disposizione:	Verticale
Verso:	Locale interno alla zona	Spessore:	40.0 mm
Trasmittanza U:	1,242 W/(m ² K)	Resistenza R:	0,805 (m ² K)/W
Massa superf.:	8 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	5,0	0,120	0,042	450	1,38	44,4	33,3
B	Cartone ondulato	30,0	0,065	0,462	100	1,30	5,3	5,3
C	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	5,0	0,120	0,042	450	1,38	44,4	33,3
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
	TOTALE	40,0		0,805				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,130 (m²K)/W

Comune di **Breno** - (BS)

RELAZIONE TECNICA

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

EDIFICIO:	RISTRUTTURAZIONE E NUOVA DISTRIBUZIONE SPAZI INTERNI ADIBITI A CAMERE-ALLOGGIO DELLA CASERMA DEI CARABINIERI. PIANO PRIMO - PORZIONE DX
INDIRIZZO	via Folgore 1, Breno (BS)
COMMITTENTE:	Comune di Breno (Sindaco pro-tempore Alessandro Panteghini)
PROGETTISTA:	Ing. Peluchetti Gianni
	Firma: _____

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

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

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

Un edificio esistente è sottoposto a riqualificazione energetica quando i lavori, in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, ricadono nelle tipologie 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 **Breno** Provincia **BS**

Progetto per la realizzazione di

RISTRUTTURAZIONE E NUOVA DISTRIBUZIONE SPAZI INTERNI ADIBITI A CAMERE-ALLOGGIO DELLA CASERMA DEI CARABINIERI IN VIA FOLGORE . PIANO PRIMO - PORZIONE DX

☒ Edificio pubblico

☒ Edificio ad uso pubblico

Sito in **via Folgore 1**

Mappale **8651**

Sezione

Foglio **14**

Particella **8651**

Subalterni **1**

Richiesta Permesso di Costruire **N** Del ...

Permesso di Costruire **N** Del ...

Variante Permesso di Costruire **N** Del ...

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui al punto 1.2 dell'allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

E.1(1). - residenza e assimilabili: abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo

Numero delle unità immobiliari **1**

Soggetti coinvolti

Committente	Comune di Breno (Sindaco pro-tempore Alessandro Panteghini)
Progettista degli impianti termici	Da destinarsi
Progettista dell'isolamento termico dell'edificio	Ing. Peluchetti Gianni
Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	Da destinarsi
Direttore dei lavori per l'isolamento termico dell'edificio	Ing. Peluchetti Gianni
Direttore dei lavori per la realizzazione degli impianti termici	Da destinarsi
Direttore dei lavori del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	Da destinarsi
Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio	Da destinarsi
Direttore dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio	Da destinarsi
Tecnico incaricato per la redazione dell'APE	Da destinarsi

2 FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO

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 LOCALITA'

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) GG	3425
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.) K	265,1
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	303,9

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 DX	125,16	445,29	0,28	112,60

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 DX	Zona UNICA DX	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	Presenza contabilizzazione	Metodo
Unità immobiliare DX		-

Climatizzazione estiva

Unità immobiliare DX	125,16	0,00	0,00

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

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

Su Superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	T _{est} [°C]	φ _{est} [%]
Unità immobiliare DX	Zona UNICA DX	26,0	50

T_{est} Valore di progetto della temperatura interna estiva

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

Unità immobiliare	Presenza contabilizzazione	Metodo
Unità immobiliare DX		-

Informazioni generali e prescrizioni

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

Se "si" descrivere le principali caratteristiche:

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

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 intervento che non interessa la copertura dell'edificio e pertanto non stati adottati materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture.

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

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

Trattasi di intervento che non interessa la copertura dell'edificio e pertanto non stati adottati materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture.

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

Se "si" descrizione e caratteristiche principali

La descrizione e le caratteristiche principali delle valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare saranno riportate, a seguito dei lavori, in relazione integrativa/sostitutiva della presente.

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" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:

Non sono stati adottati sistemi di termoregolazione con compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura nelle zone termiche servite da impianti centralizzati di climatizzazione invernale in quanto trattasi di impianto gestito col teleriscaldamento

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 impianto

Tipologia

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

Sistemi di generazione

Teleriscaldamento.

Sistemi di termoregolazione

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Non presente.

Sistemi di distribuzione del vettore termico

Impianto dotato di 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

Teleriscaldamento.

Sistemi di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Impianto centralizzato con sistema di distribuzione dell'acqua calda sanitaria con tubazioni in acciaio zincato v.m. coibentate.

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 dell'impianto ☐ 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

Numero protocollo

Fattori di conversione: $f_{p,ren}$

$f_{p,nre}$
n

$f_{p,tot}$

Valore nominale della potenza termica utile dello scambiatore di calore

300.0

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

Il sistema di gestione dell'impianto termico è garantito da termostato di zona

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

Centralina climatica **Non è prevista la regolazione climatica**

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore **24**

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
U.I.1-Zona UNICA DX	SIH1 Idronico	Solo di zona	5	Le funzioni saranno descritte a seguito dei lavori con relazione integrativa/sostitutiva della presente	24

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 **5**

Descrizione sintetica dispositivo

Cronotermostato di zona marca XXX tipo YYY programmabile per ogni giorno della settimana.

Per Acqua Calda Sanitaria

Numero di apparecchi **0**

Descrizione sintetica dispositivo

Non presenti

Per Climatizzazione estiva

Numero di apparecchi **0**

Descrizione sintetica dispositivo

Non presenti

e) Terminali di erogazione dell'energia termica

Elenco dei terminali di erogazione dell'unità immobiliare

Denominazione		N	Tipologia	P [W]
U.I.1-Zona UNICA DX	SIH1 Idronico	5	Radiatori su parete esterna isolata	8.409,2

N Numero di apparecchi

P Potenza installata

f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali

Esistente.

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

Descrizione e caratteristiche principali

Non presenti

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 la 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

g) 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	Tipologia e verso	U (a.o.) [W/(m²K)]	U (p.o.) [W/(m²K)]	Yie (a.o.) [W/(m²K)]
01 PARETE VERSO ESTERNO (pa0014)	STRUTTURA_OPACA Esterno	0,00	20,07	0,03
05 SOTTOFINESTRA (pa0046)	STRUTTURA_OPACA Esterno	0,00	0,31	0,05
60x150	FINESTRA Esterno	0,00	2,16	0,00
80x210	FINESTRA Esterno	0,00	1,98	0,00
90x150	FINESTRA Esterno	0,00	1,99	0,00
90x210	FINESTRA Esterno	0,00	1,94	0,00

Caratteristiche del materiale isolante

Elemento edilizio	Posizione isolante	S isolante [cm]	Materiale isolante

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	Um	Verificato
01 PARETE VERSO ESTERNO	0,75	0,97	-	OK
05 SOTTOFINESTRA	0,75	0,96	-	OK
01 CASSONETTO	0,75	0,75	-	OK

Verifiche di condensa interstiziale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Um	Verificato
01 PARETE VERSO ESTERNO	0,00	0,50	Kg/m²	OK
05 SOTTOFINESTRA	0,00	0,50	Kg/m²	OK
01 CASSONETTO	0,00	0,50	Kg/m²	OK

Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture verticali opache

Elemento edilizio	Valore	Limite	Um	Verificato
01 PARETE VERSO ESTERNO (pa0014)	0,21	0,34	W/(m²K)	OK
05 SOTTOFINESTRA (pa0046)	0,31	0,34	W/(m²K)	OK

Confronto con i valori limite di trasmittanza dei componenti orizzontali opachi

Elemento edilizio	Valore	Limite	Um	Verificato
				NON RICHIESTO

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

Confronto con i valori limite di trasmittanza dei serramenti

Serramento	Valore	Limite	Um	Verificato
60x150	2,16	1,00	W/(m²K)	NON RICHIESTO
80x210	1,98	1,00	W/(m²K)	NON RICHIESTO
90x150	1,99	1,00	W/(m²K)	NON RICHIESTO
90x210	1,94	1,00	W/(m²K)	NON RICHIESTO

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

Confronto con i valori limite di trasmittanza delle chiusure tecniche

Chiusura tecnica	Valore	Limite	Um	Verificato
01 CASSONETTO (pa0047)	1,89	1,30	W/(m²K)	NO INTERVENTO

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	Valore	Limite	Um	Verificato
60x150	0,21	0,35	-	SI
60x150	0,21	0,35	-	SI
80x210	0,21	0,35	-	SI
80x210	0,21	0,35	-	SI
90x150	0,21	0,35	-	SI
90x210	0,21	0,35	-	SI
90x210	0,21	0,35	-	SI

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

Confronto con il valore limite pari a 0,8 W/m²K.

Verifica termoigrometrica.

Vedi allegati alla presente relazione

Confronto con il valore limite di dei divisorii interni

Elemento edilizio	Valore	Limite	Um	Verificato
01 PAVIMENTO (pv0001)	0,70	0,80	W/(m²K)	OK
01 PORTONCINO INGRESSO (po0001)	0,76	0,80	W/(m²K)	OK

01 SOFFITTO (so0001)	0,78	0,80	W/(m²K)	OK
02 PARETE VERSO VANO SCALA (pa0009)	2,16	0,80	W/(m²K)	NO INTERVENTO
03 PARETE CARTONGESSO VERSO UIR (pa0008)	0,38	1,04	W/(m²K)	NO INTERVENTO
04 PARETE LATERIZIO VERSO UIR (pa0007)	1,94	1,04	W/(m²K)	NO INTERVENTO

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).

h) Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e l'illuminazione

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 [W/(m²K)]	H'T,L [W/(m²K)]	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,L: Valore limite del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente

Verifica Efficienza media stagionale

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 riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{W,limite}$ -

Verifica: -

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento η_G -

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

Verifica: -

i) 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 0,1

Impianto integrazione (specificare tipo e alimentazione) _____

Percentuale copertura fabbisogno annuo 0,0 %

j) Impianti fotovoltaici

Connessione impianto: -

Tipo moduli _____

Tipo installazione -

Descrizione tipo installazione (se altro) _____

Tipo supporto -

Descrizione tipo supporto (se altro) _____

Inclinazione -°

Orientamento -

Potenza installata 0,00 kW

Percentuale copertura fabbisogno annuo NaN %

e) Consuntivo energia

Energia prodotta in sito

Vettore energetico	Udm	Qdel
-		

Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel

Energia esportata

Vettore energetico	Udm	Qdel
-		

Energia primaria

Indice di prestazione rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPren [kWh/m²]
H	0,00
W	0,00

Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/m²]
H	475,28
W	37,97

Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/m²]
H	475,28
W	37,97

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

Vedi allegati alla relazione tecnica

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

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

8 DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- ☒ Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi.
- ☐ 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, termo igrometriche e della massa efficace della loro permeabilità all'aria.
- ☐ Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza.
- ☐ Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento
- ☐ Altri eventuali allegati non obbligatori:

9 DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto **Ing. Peluchetti Gianni**, iscritto a **Ordine degli Ingegneri della provincia di Brescia col n. A4895**, 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.
- c) Il valore dell'indice di prestazione energetica non tiene conto di interventi di miglioria verosimilmente realizzabili con appalti successivi tra cui a titolo non esemplificativo: interventi di sostituzione dei serramenti con eliminazione dei relativi ponti termici (vedasi indice di prestazione allegato), opere di miglioria con lo scopo di eliminare o attenuare i ponti termici esistenti (es. ponte termico parete pavimento)
- d) Il valore dell'indice di prestazione energetica non tiene conto dei dati impiantistici reali poiché questi ultimi non sono stati forniti dalla committenza (es. fattore di conversione energia rinnovabile per il teleriscaldamento per cui è stato utilizzato il valore di legge – libretto di impianto – termoregolazione porzione immobile oggetto di intervento)
- e) qualora in seguito ai lavori di ristrutturazione dell'unità immobiliare verranno utilizzati materiali diversi da quelli indicati nel presente documento e/o verranno introdotte modifiche all'impianto idro_termo_sanitario sarà redatta relazione in variante alla presente

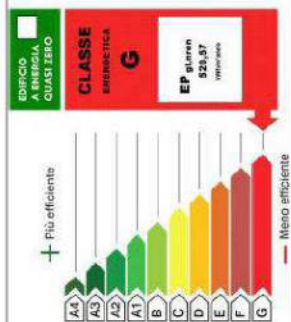
Data

17 giugno 2019

Firma

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Classificazione dell'edificio secondo Regione LOMBARDIA D.G.R. 3668 - 2456/2017 (CEED+2.0) - Unità immobiliare DX											
Dati geometrici											
Superficie utile riscaldata Su,H 112,60 m²											
Volume lordo riscaldato V,H 442,73 m³											
Superficie dipendente Sdep 125,16 m²											
Fabbisogni di energia termica utile											
EPH,nd	250,69 kWh/m²	Stagione di riscaldamento	199 giorni								
EPC,nd	0,00 kWh/m²	Stagione di raffreddamento	0 giorni								
EPW,nd	16,93 kWh/m²										
Fabbisogni di energia primaria											
EPH,ren	0,00 kWh/m²	EPH,nren	477,79 kWh/m²	EPH,tot	477,79 kWh/m²	ηH	0,546				
EPW,ren	0,00 kWh/m²	EPW,nren	42,78 kWh/m²	EPW,tot	42,78 kWh/m²	ηW	0,396				
EPgl,ren	0,00 kWh/m²	EPgl,nren	520,57 kWh/m²	EPgl,tot	520,57 kWh/m²						
Legenda											
EPH,nd: indice di prestazione termica utile per riscaldamento				EPC,nd: indice di prestazione termica utile per raffreddamento							
EPW,nd: indice di prestazione termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria											
EPH,ren: indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale rinnovabile				EPH,nren: indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale non rinnovabile							
EPH,tot: indice di prestazione energetica per la climatizzazione totale				ηH: efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione invernale							
EPW,ren: indice di prestazione energetica rinnovabile per la produzione di acqua calda sanitaria				EPW,nren: indice di prestazione energetica non rinnovabile per la produzione di acqua calda sanitaria							
EPW,tot: indice di prestazione energetica totale per la produzione di acqua calda sanitaria				ηW: efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di acqua calda sanitaria							
EPgl,ren: indice di prestazione energetica globale rinnovabile				EPgl,nren: indice di prestazione energetica globale non rinnovabile							
EPgl,tot: indice di prestazione energetica globale totale											



16 di 19

PONTI TERMICI

STRATIGRAFIE

Relazione di calcolo del ponte termico Angolo sporgente con pilastro

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

RELAZIONE a cura di:	Ing. Peluchetti Gianni
EDIFICIO	Via Folgore, n. 1 - Breno (Bs)
DATA	17/06/2019

Firma: _____

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. VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO
10. 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

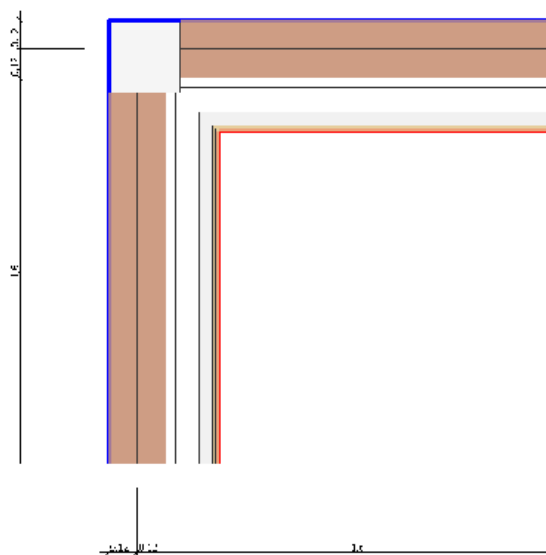
L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

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/m ² K]
1	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
1	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
1	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
2	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
2	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
3	Intonaco interno	0,700
3	Intonaco interno	0,700
4	Aria in quiete a 293K	0,026
5	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
6	Cartongesso in lastre	0,210
7	Cartongesso in lastre	0,210

5. CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Breno - ().

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

Nelle condizioni al contorno sono specificati un ambiente interno e un ambiente esterno e le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Esterno	-0,8	0,04
2	Esterno	-0,8	0,04
3	Interno	20,0	0,13
4	Interno	20,0	0,13

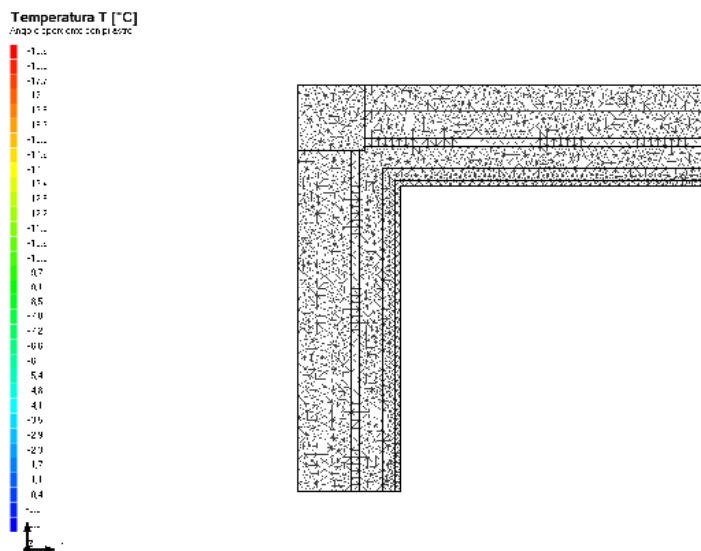
6. DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

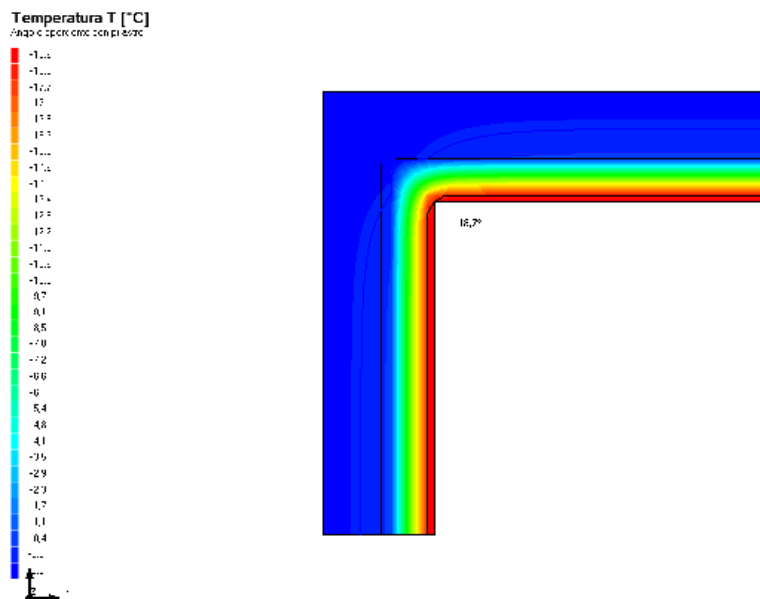
1.650

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	9,97	W/m
Ψ interno	0,0242	W/mK
Ψ esterno	-0,1275	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,48	W/mK
Temperatura minima	18,7	°C

9. VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO

L'Allegato A del D.Lgs 311/2006 introduce la definizione di ponte termico corretto.

Un ponte termico si considera corretto quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

Percentuale di attribuzione del ponte termico alla trasmittanza della struttura corrente

2,9%

Il ponte termico può considerarsi corretto?

Si

10. 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 **Breno**,

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
Volume interno V	0,00 m ³
Produzione nota di vapore G	0,00 kg/h

Mese	θ_e [°C]	Fie [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	θ_{Ti} [°C]	f_{Rsi}
ottobre	11,1	0,50	1108,12	415,95	1524,07	1905,08	16,74	20,0	0,6338
novembre	5,7	0,50	685,63	607,65	1293,28	1616,6	14,18	20,0	0,5931
dicembre	0,4	0,50	580,74	795,8	1376,54	1720,67	15,15	20,0	0,7524
gennaio	-0,8	0,50	436,58	810	1246,58	1558,23	13,61	20,0	0,693
febbraio	2,8	0,50	530,91	710,6	1241,51	1551,88	13,55	20,0	0,6251
marzo	7,5	0,50	502,58	543,75	1046,33	1307,91	10,95	20,0	0,2762
aprile	11,3	0,50	815,09	408,85	1223,94	1529,92	13,33	20,0	0,2337

Legenda

θ_e temperatura esterna media mensile [°C]

P_e pressione esterna [Pa]
 n numero di ricambi orari [1/h]
 ΔP variazione di pressione [Pa]
 P_i pressione interna [Pa]
 P_{Si} pressione di saturazione interna [Pa]
 θ_{Si} Temperatura superficiale interna [Pa]
 f_{Rsi} Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi}	0,958
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{RsiAmm}	0,752
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE	$f_{rsi} > f_{rsi,max}$: assenza di muffa

Relazione di calcolo del ponte termico

Parete con pavimento

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

RELAZIONE a cura di:	Ing. Peluchetti Gianni
EDIFICIO	Via Folgore, n. 1 - Breno (Bs)
DATA	17/06/2019

Firma: _____

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. VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO
10. 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

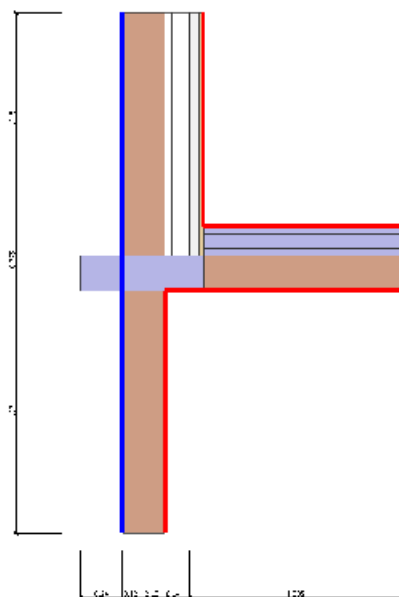
L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

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/m ² K]
1	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
2	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
3	Intonaco interno	0,700
4	Aria in quiete a 293K	0,026
5	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
6	Cartongesso in lastre	0,210
7	Cartongesso in lastre	0,210
8	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
9	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
10	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
16	Pannelli di fibre (250 kg a m3)	0,070
17	Sottofondo in cls-malta di cemento	1,400
18	Calcestruzzo di perlite e di vermiculite, interni, umidità 10%(250 kg/m3)	0,130
19	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
20	Pignatta in laterizio	0,598
21	Intonaco interno	0,700

5. CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Breno - ().
Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.
Nelle condizioni al contorno sono specificati un ambiente interno e un ambiente esterno e le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

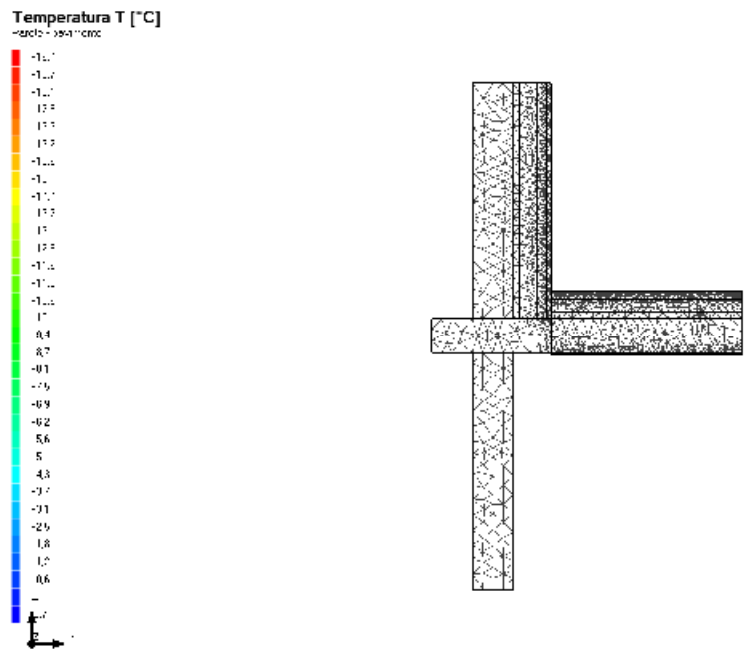
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	-0,8	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Interno	20,0	0,04
5	Interno	20,0	0,04
6	Interno	20,0	0,04
7	Interno	20,0	0,04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

6. DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

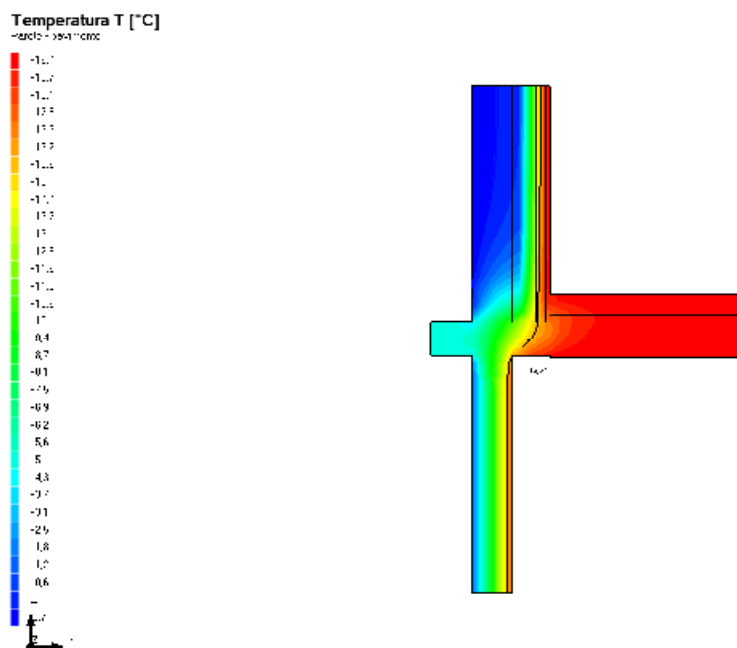
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1.902

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	95,88	W/m
Ψ interno	0,8038	W/mK
Ψ esterno	4,1213	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	4,61	W/mK
Temperatura minima	16,0	°C

9. VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO

L'Allegato A del D.Lgs 311/2006 introduce la definizione di ponte termico corretto.

Un ponte termico di considera corretto quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

Percentuale di attribuzione del ponte termico alla trasmittanza della struttura corrente

28,0%

Il ponte termico può considerarsi corretto?

No

10. 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 **Breno**,

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
Volume interno V	0,00 m ³
Produzione nota di vapore G	0,00 kg/h

Mese	θ_e [°C]	Fie [%]	P_e [Pa]	Δp [Pa]	P_i [Pa]	P_{si} [Pa]	T_{si} [°C]	θ_{Ti} [°C]	f_{Rsi}
ottobre	11,1	0,50	1108,12	415,95	1524,07	1905,08	16,74	20,0	0,6338
novembre	5,7	0,50	685,63	607,65	1293,28	1616,6	14,18	20,0	0,5931
dicembre	0,4	0,50	580,74	795,8	1376,54	1720,67	15,15	20,0	0,7524
gennaio	-0,8	0,50	436,58	810	1246,58	1558,23	13,61	20,0	0,693
febbraio	2,8	0,50	530,91	710,6	1241,51	1551,88	13,55	20,0	0,6251
marzo	7,5	0,50	502,58	543,75	1046,33	1307,91	10,95	20,0	0,2762
aprile	11,3	0,50	815,09	408,85	1223,94	1529,92	13,33	20,0	0,2337

Legenda

θ_e temperatura esterna media mensile [°C]

P_e pressione esterna [Pa]

n numero di ricambi orari [1/h]

ΔP variazione di pressione [Pa]

P_i pressione interna [Pa]

P_{si} pressione di saturazione interna [Pa]

θ_{si} Temperatura superficiale interna [Pa]

f_{Rsi} Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi}	0,806
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{RsiAmm}	0,752
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE	$f_{rsi} > f_{rsi,max}$: assenza di muffa

Relazione di calcolo del ponte termico Parete con serramento

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

RELAZIONE a cura di:	Ing. Peluchetti Gianni
EDIFICIO	Via Folgore, n. 1 - Breno (Bs)
DATA	17/06/2019

Firma: _____

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. VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO
10. 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

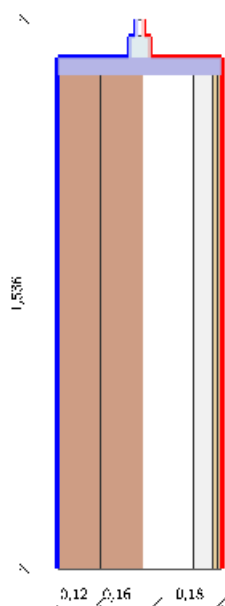
L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

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/m ² K]
1	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
2	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,800
3	Intonaco interno	0,700
4	Aria in quiete a 293K	0,026
5	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
6	Cartongesso in lastre	0,210
7	Cartongesso in lastre	0,210
8	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
9	Acciaio inossidabile UNI 10351	17,000
10	Vetro	1,000
11	Aria	0,025
12	Vetro	1,000

5. CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Breno - ().
Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.
Nelle condizioni al contorno sono specificati un ambiente interno e un ambiente esterno e le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

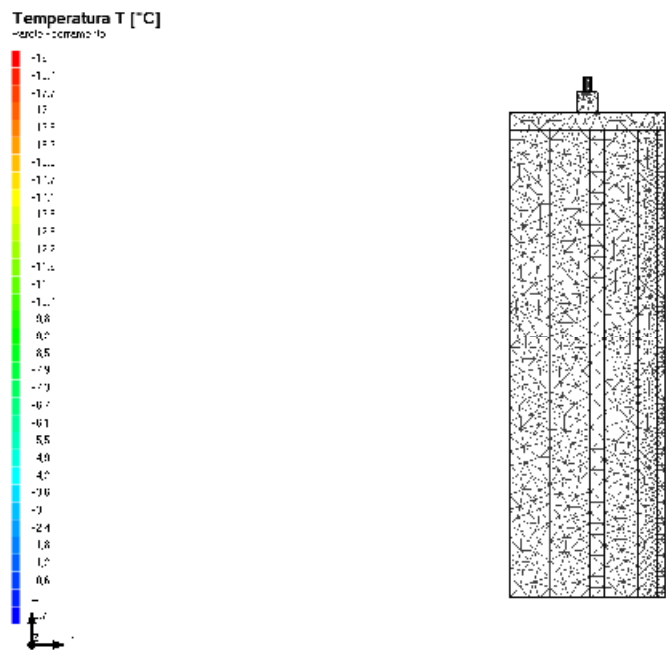
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Esterno	-0,8	0,04
2	Esterno	-0,8	0,04
3	Esterno	-0,8	0,04
4	Esterno	-0,8	0,04
5	Interno	20,0	0,13
6	Interno	20,0	0,13
7	Interno	20,0	0,13
8	Interno	20,0	0,13
9	Esterno	-0,8	0,04
10	Esterno	-0,8	0,04
11	Interno	20,0	0,13
12	Interno	20,0	0,13

6. DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

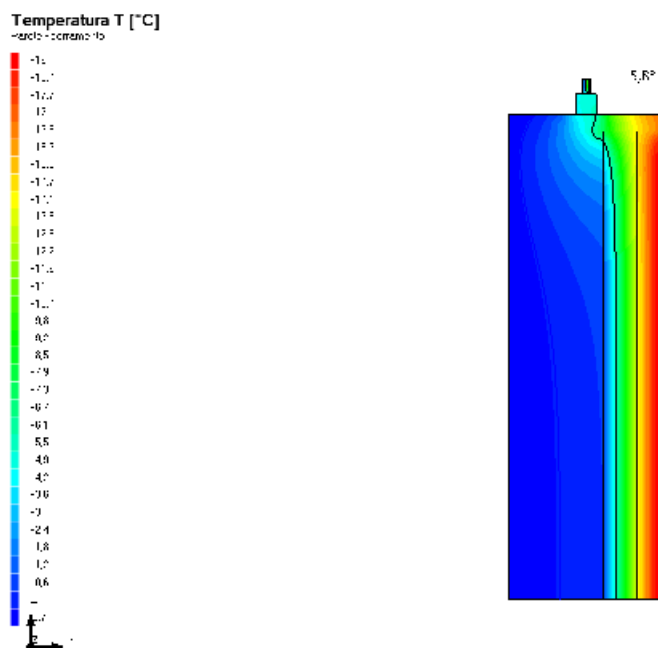
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 951

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	28,15	W/m
Ψ interno	0,7717	W/mK
Ψ esterno	0,7717	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1,35	W/mK
Temperatura minima	5,8	°C

9. VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO

L'Allegato A del D.Lgs 311/2006 introduce la definizione di ponte termico corretto.

Un ponte termico di considera corretto quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

Percentuale di attribuzione del ponte termico alla trasmittanza della struttura corrente

8,2%

Il ponte termico può considerarsi corretto?

Si

10. 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 **Breno**,

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
Volume interno V	0,00 m ³
Produzione nota di vapore G	0,00 kg/h

Mese	θ_e [°C]	Fie [%]	P_e [Pa]	Δp [Pa]	P_i [Pa]	P_{si} [Pa]	T_{si} [°C]	θ_{Ti} [°C]	f_{Rsi}
ottobre	11,1	0,50	1108,12	415,95	1524,07	1905,08	16,74	20,0	0,6338
novembre	5,7	0,50	685,63	607,65	1293,28	1616,6	14,18	20,0	0,5931
dicembre	0,4	0,50	580,74	795,8	1376,54	1720,67	15,15	20,0	0,7524
gennaio	-0,8	0,50	436,58	810	1246,58	1558,23	13,61	20,0	0,693
febbraio	2,8	0,50	530,91	710,6	1241,51	1551,88	13,55	20,0	0,6251
marzo	7,5	0,50	502,58	543,75	1046,33	1307,91	10,95	20,0	0,2762
aprile	11,3	0,50	815,09	408,85	1223,94	1529,92	13,33	20,0	0,2337

Legenda

θ_e temperatura esterna media mensile [°C]

P_e pressione esterna [Pa]

n numero di ricambi orari [1/h]

ΔP variazione di pressione [Pa]

P_i pressione interna [Pa]

P_{si} pressione di saturazione interna [Pa]

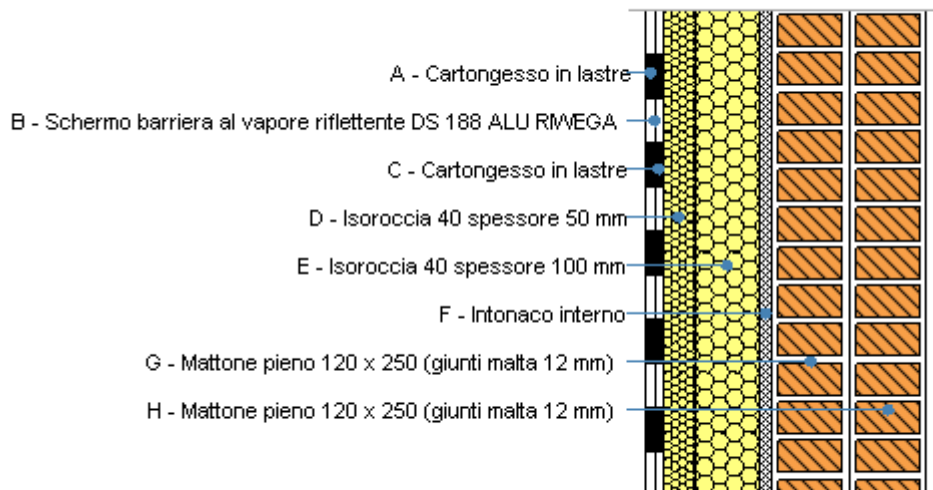
θ_{si} Temperatura superficiale interna [Pa]

f_{Rsi} Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi}	0,320
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{RsiAmm}	0,752
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE	$f_{rsi} < f_{rsi,max}$: possibile presenza di muffa

01 PARETE VERSO ESTERNO



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **01 PARETE VERSO ESTERNO**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	435,3 mm
Trasmittanza U:	0,214 W/(m ² K)	Resistenza R:	4,672 (m ² K)/W
Massa superf.:	461 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_i</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
B	Schermo barriera al vapore riflettente DS 188 ALU RIWEGA	0,3	0,400	0,001	567	0,43	666,66 6,0	666,66 6,0
C	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
D	Isoroccia 40 spessore 50 mm	50,0	0,037	1,351	40	0,25	1,0	1,0
E	Isoroccia 40 spessore 100 mm	100,0	0,037	2,703	40	0,25	1,0	1,0
F	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1	11,1
G	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,800	0,150	1.800	1,00	10,0	5,0
H	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,800	0,150	1.800	1,00	10,0	5,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	435,3		4,672				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	F
Trasmittanza della struttura U:	0,214 W/(m ² K)	Trasmittanza limite Ulim:	0,338 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI

Comune:	Breno	Tipo di calcolo:	Classi di concentrazione
Verso:	Esterno	Coeff. di correzione $b_{tr,x}$:	
Classe di edificio:	Edifici con indice di affollamento non noto	Volume interno V:	- m ³
Prod. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna T_i °C	Umidità relativa interna ϕ_i %	Temperatura esterna T_e °C	Umidità relativa esterna ϕ_e %	Ricambio d'aria n 1/h
gennaio	20,0	-	-0,8	76,4	0,5
febbraio	20,0	-	2,8	71,1	0,5
marzo	20,0	-	7,5	48,5	0,5
aprile	20,0	-	11,3	60,9	0,5
maggio	20,0	-	17,0	54,3	0,5
giugno	20,0	-	20,3	70,7	0,5
luglio	20,0	-	21,9	58,5	0,5
agosto	20,0	-	20,8	59,7	0,5
settembre	20,0	-	15,3	77,2	0,5
ottobre	20,0	-	11,1	83,9	0,5
novembre	20,0	-	5,7	74,9	0,5
dicembre	20,0	-	0,4	92,4	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna θ_i °C	Pressione parziale interna p_i Pa	Temperatura esterna θ_e °C	Pressione parziale esterna p_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-0,80	436,60
ESTIVA	20,00	1.707,10	21,90	1.536,50

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 565,833 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 565,833 Pa.

VERIFICA FORMAZIONE CONDENZA SUPERFICIALE

Mese	Pressione esterna P_e Pa	Numero di ric. d'aria n 1/h	Variazione di pressione ΔP Pa	Pressione interna P_i Pa	Pressione int. di satur. P_{si} Pa	Temp. sup. interna T_{si} °C	Fattore di res. sup. f_{Rsi}
ottobre	1108,06	-	415,95	1524,01	1905,01	16,74	0,6337
novembre	685,61	-	607,65	1293,26	1616,58	14,18	0,5931
dicembre	580,43	-	795,8	1376,23	1720,29	15,14	0,7523
gennaio	436,56	-	810	1246,56	1558,2	13,61	0,693
febbraio	531,15	-	710,6	1241,75	1552,19	13,56	0,6253
marzo	502,15	-	543,75	1045,9	1307,37	10,95	0,2757
aprile	815,19	-	408,85	1224,04	1530,05	13,33	0,2339

Verifica di condensa superficiale:

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi} : 0,7523 (mese di Dicembre)

Fattore di resistenza superficiale ammissibile f_{RsiAmm} : 0,9722

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE: OK

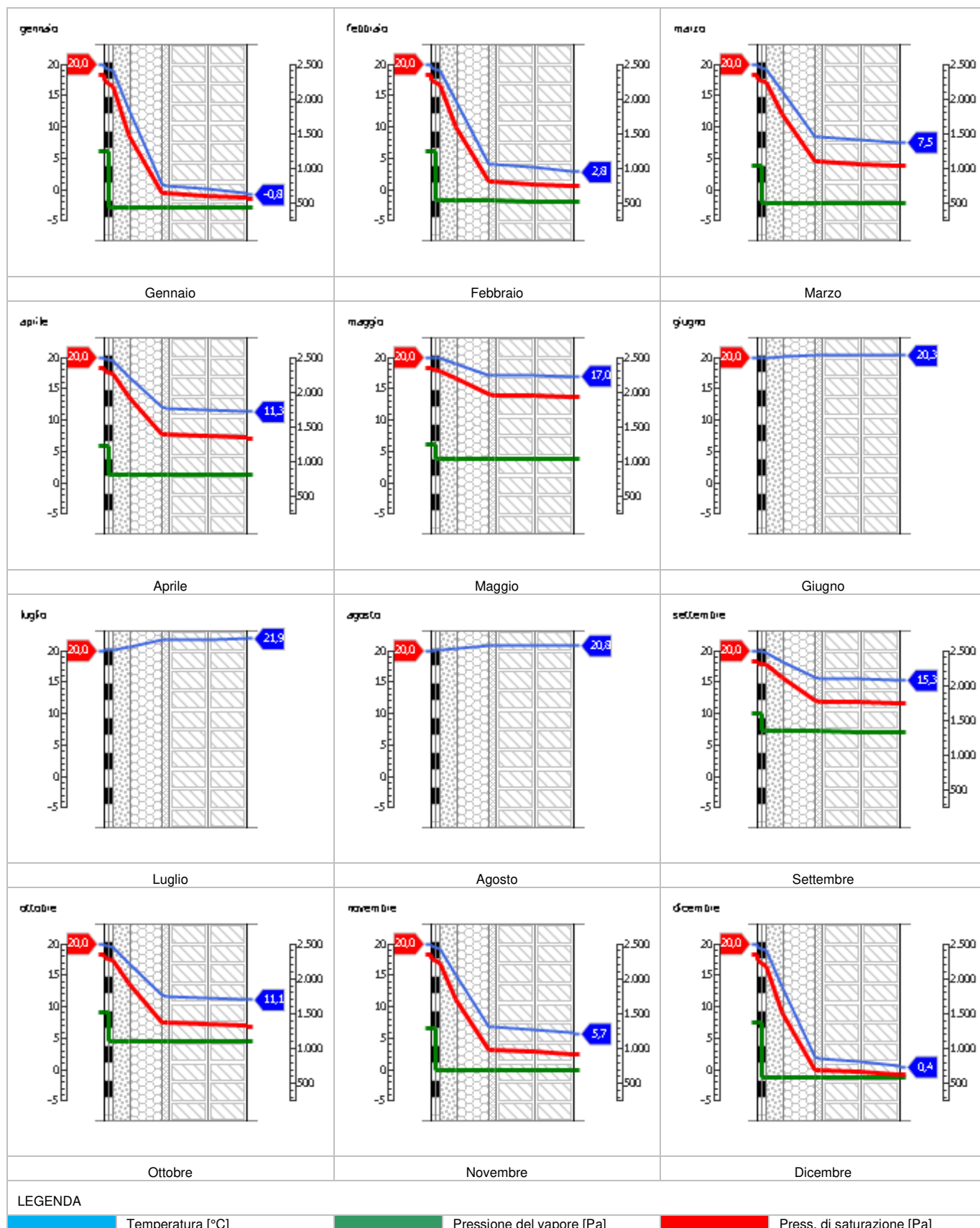
PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE												
	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
Interno-Add	1.246,6	1.241,8	1.045,9	1.224,0	1.257,6	1.772,3	1.569,0	1.536,4	1.608,4	1.524,0	1.293,3	1.376,2
	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	1.246,1	1.241,4	1.045,6	1.223,8	1.257,4	1.772,3	1.569,0	1.536,3	1.608,3	1.523,8	1.292,9	1.375,8
	2.217,6	2.237,9	2.264,6	2.286,4	2.319,4	2.338,7	2.348,1	2.341,7	2.309,5	2.285,2	2.254,3	2.224,4
A-B	448,1	541,2	509,9	821,0	1.054,0	1.684,2	1.536,9	1.465,8	1.345,4	1.114,0	694,2	591,7
	2.217,2	2.237,5	2.264,3	2.286,2	2.319,3	2.338,7	2.348,2	2.341,7	2.309,4	2.285,0	2.254,0	2.223,9
B-C	447,6	540,9	509,6	820,8	1.053,9	1.684,2	1.536,9	1.465,7	1.345,2	1.113,7	693,9	591,3
	2.180,8	2.207,2	2.242,0	2.270,5	2.313,8	2.339,3	2.351,7	2.343,1	2.300,8	2.269,0	2.228,6	2.189,6
C-D	447,4	540,7	509,4	820,7	1.053,8	1.684,2	1.536,9	1.465,7	1.345,2	1.113,6	693,8	591,1
	1.484,5	1.608,7	1.784,6	1.938,9	2.192,3	2.351,9	2.432,8	2.376,9	2.113,9	1.930,5	1.715,4	1.524,9
D-E	447,0	540,3	509,2	820,5	1.053,7	1.684,1	1.536,9	1.465,7	1.345,0	1.113,4	693,5	590,7
	648,9	821,9	1.108,2	1.400,5	1.965,9	2.377,2	2.602,4	2.445,7	1.779,4	1.383,6	989,6	702,6
E-F	446,1	539,6	508,6	820,0	1.053,5	1.684,0	1.536,8	1.465,6	1.344,8	1.113,0	692,8	589,8
	642,9	815,8	1.102,5	1.395,6	1.963,6	2.377,5	2.604,3	2.446,4	1.776,1	1.378,7	983,6	696,6
F-G	441,3	535,4	505,4	817,6	1.052,3	1.683,5	1.536,7	1.465,2	1.343,2	1.110,5	689,2	585,1
	612,5	784,7	1.072,8	1.370,1	1.951,7	2.378,9	2.614,0	2.450,3	1.759,0	1.352,8	953,0	665,8
G-H	436,6	531,2	502,1	815,2	1.051,1	1.683,0	1.536,5	1.464,8	1.341,6	1.108,1	685,6	580,4
	579,9	754,6	1.043,8	1.345,0	1.939,8	2.380,3	2.623,7	2.454,2	1.742,1	1.327,5	923,2	636,2
H-Add	436,6	531,2	502,1	815,2	1.051,1	1.683,0	1.536,5	1.464,8	1.341,6	1.108,1	685,6	580,4
	571,4	746,7	1.036,2	1.338,4	1.936,6	2.380,7	2.626,3	2.455,2	1.737,6	1.320,8	915,4	628,5

TEMPERATURE												
	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,4	19,5	19,7	19,8	19,9	20,0	20,1	20,0	19,9	19,8	19,6	19,5
A-B	19,2	19,3	19,5	19,6	19,9	20,0	20,1	20,0	19,8	19,6	19,4	19,2
B-C	19,2	19,3	19,5	19,6	19,9	20,0	20,1	20,0	19,8	19,6	19,4	19,2
C-D	18,9	19,1	19,3	19,5	19,8	20,0	20,1	20,0	19,7	19,5	19,2	19,0
D-E	12,9	14,1	15,7	17,0	19,0	20,1	20,7	20,3	18,4	17,0	15,1	13,3
E-F	0,8	4,2	8,5	12,0	17,2	20,3	21,8	20,7	15,7	11,8	6,8	1,9
F-G	0,7	4,1	8,4	11,9	17,2	20,3	21,8	20,7	15,6	11,7	6,7	1,8
G-H	0,0	3,5	8,0	11,7	17,1	20,3	21,8	20,8	15,5	11,5	6,3	1,2
H-Add	-0,6	2,9	7,6	11,4	17,0	20,3	21,9	20,8	15,3	11,2	5,8	0,6
Add-Esterno	-0,8	2,8	7,5	11,3	17,0	20,3	21,9	20,8	15,3	11,1	5,7	0,4

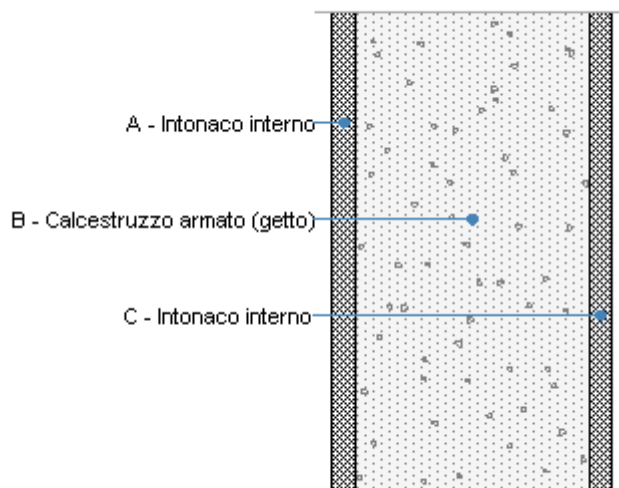
VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA INTERSTIZIALE												
	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
Interf. A/B												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
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
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]												

Verifica di condensa interstiziale:
 Quantità massima di vapore accumulato mensilmente G_c: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -
 Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia G_{c,max}: 0,5000 kg/m²
 Quantità di vapore residuo M_a: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -
ESITO VERIFICA DI CONDENSA INTERSTIZIALE: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



02 PARETE VERSO VANO SCALA



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **02 PARETE VERSO VANO SCALA**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Edificio confinante riscaldato	Spessore:	300.0 mm
Trasmittanza U:	2,163 W/(m ² K)	Resistenza R:	0,462 (m ² K)/W
Massa superf.:	600 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco interno	25,0	0,700	0,036	1.400	1,00	11,1	11,1
B	Calcestruzzo armato (getto)	250,0	1,910	0,131	2.400	1,00	0,0	999.99 9,0
C	Intonaco interno	25,0	0,700	0,036	1.400	1,00	11,1	11,1
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
	TOTALE	300,0		0,462				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,130 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

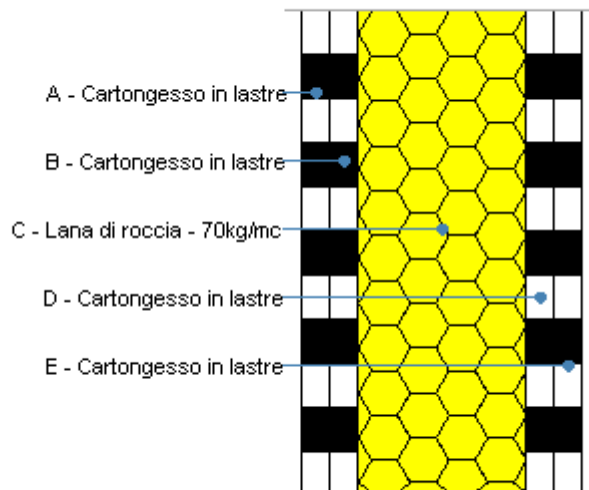
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	2,163 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,800 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: NO

03 PARETE CARTONGESSO VERSO UIR



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **03 PARETE CARTONGESSO VERSO UIR**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Edificio confinante riscaldato	Spessore:	125,0 mm
Trasmittanza U:	0,379 W/(m ² K)	Resistenza R:	2,641 (m ² K)/W
Massa superf.:	50 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
B	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
C	Lana di roccia - 70kg/mc	75,0	0,035	2,143	70	1,03	1,0	1,0
D	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
E	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
	TOTALE	125,0		2,641				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,130 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

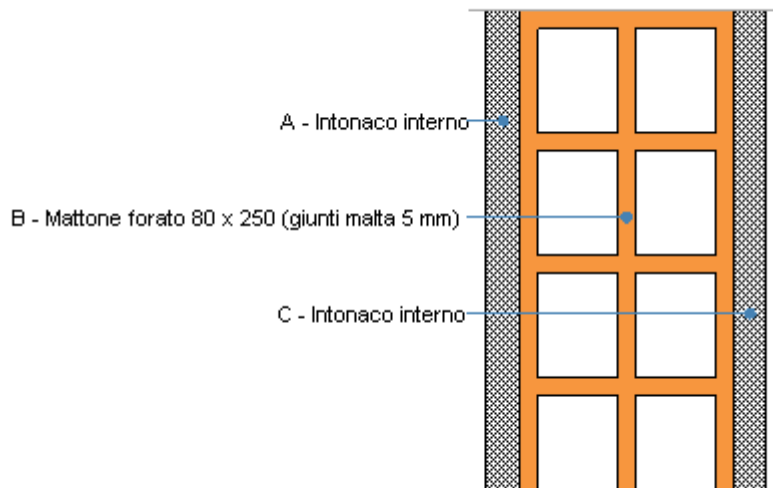
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,379 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	1,040 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

04 PARETE LATERIZIO VERSO UIR



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **04 PARETE LATERIZIO VERSO UIR**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Edificio confinante riscaldato	Spessore:	105,0 mm
Trasmittanza U:	1,939 W/(m ² K)	Resistenza R:	0,516 (m ² K)/W
Massa superf.:	144 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco interno	12,5	0,700	0,018	1.400	1,00	11,1	11,1
B	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 5 mm)	80,0	0,364	0,220	1.800	1,00	10,0	5,0
C	Intonaco interno	12,5	0,700	0,018	1.400	1,00	11,1	11,1
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
	TOTALE	105,0		0,516				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,130 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

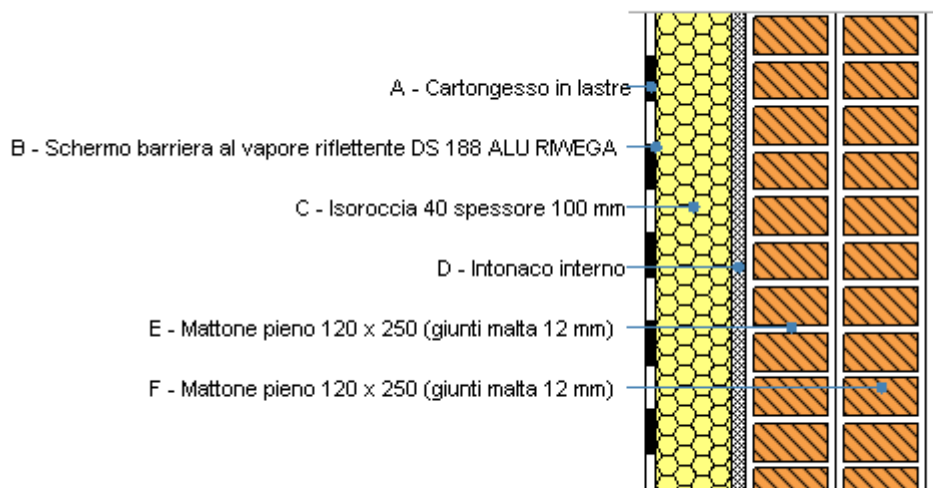
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	F
Trasmittanza della struttura U:	1,939 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	1,040 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: NO

05 SOTTOFINESTRA



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **05 SOTTOFINESTRA**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	372,8 mm
Trasmittanza U:	0,307 W/(m ² K)	Resistenza R:	3,262 (m ² K)/W
Massa superf.:	447 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
B	Schermo barriera al vapore riflettente DS 188 ALU RIWEGA	0,3	0,400	0,001	567	0,43	666,66 6,0	666,66 6,0
C	Isoroccia 40 spessore 100 mm	100,0	0,037	2,703	40	0,25	1,0	1,0
D	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1	11,1
E	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,800	0,150	1.800	1,00	10,0	5,0
F	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,800	0,150	1.800	1,00	10,0	5,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	372,8		3,262				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	F
Trasmittanza della struttura U:	0,307 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,338 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI

Comune:	Breno	Tipo di calcolo:	Classi di concentrazione
Verso:	Esterno	Coeff. di correzione $b_{tr,x}$:	
Classe di edificio:	Edifici con indice di affollamento non noto	Volume interno V:	- m ³
Produtz. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna T_i °C	Umidità relativa interna ϕ_i %	Temperatura esterna T_e °C	Umidità relativa esterna ϕ_e %	Ricambio d'aria n 1/h
gennaio	20,0	-	-0,8	76,4	0,5
febbraio	20,0	-	2,8	71,1	0,5
marzo	20,0	-	7,5	48,5	0,5
aprile	20,0	-	11,3	60,9	0,5
maggio	20,0	-	17,0	54,3	0,5
giugno	20,0	-	20,3	70,7	0,5
luglio	20,0	-	21,9	58,5	0,5
agosto	20,0	-	20,8	59,7	0,5
settembre	20,0	-	15,3	77,2	0,5
ottobre	20,0	-	11,1	83,9	0,5
novembre	20,0	-	5,7	74,9	0,5
dicembre	20,0	-	0,4	92,4	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna θ_i °C	Pressione parziale interna p_i Pa	Temperatura esterna θ_e °C	Pressione parziale esterna p_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-0,80	436,60
ESTIVA	20,00	1.707,10	21,90	1.536,50

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 566,356 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 566,356 Pa.

VERIFICA FORMAZIONE CONDENZA SUPERFICIALE

Mese	Pressione esterna P_e Pa	Numero di ric. d'aria n 1/h	Variazione di pressione ΔP Pa	Pressione interna P_i Pa	Pressione int. di satur. P_{si} Pa	Temp. sup. interna T_{si} °C	Fattore di res. sup. f_{Rsi}
ottobre	1108,06	-	415,95	1524,01	1905,01	16,74	0,6337
novembre	685,61	-	607,65	1293,26	1616,58	14,18	0,5931
dicembre	580,43	-	795,8	1376,23	1720,29	15,14	0,7523
gennaio	436,56	-	810	1246,56	1558,2	13,61	0,693
febbraio	531,15	-	710,6	1241,75	1552,19	13,56	0,6253
marzo	502,15	-	543,75	1045,9	1307,37	10,95	0,2757
aprile	815,19	-	408,85	1224,04	1530,05	13,33	0,2339

Verifica di condensa superficiale:

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi} : 0,7523 (mese di Dicembre)

Fattore di resistenza superficiale ammissibile f_{RsiAmm} : 0,9601

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE: OK

PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE

	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
Interno-Add	1.246,6	1.241,8	1.045,9	1.224,0	1.257,6	1.772,3	1.569,0	1.536,4	1.608,4	1.524,0	1.293,3	1.376,2
	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	1.246,1	1.241,4	1.045,6	1.223,8	1.257,4	1.772,3	1.569,0	1.536,3	1.608,3	1.523,8	1.292,9	1.375,8
	2.167,7	2.196,2	2.233,9	2.264,8	2.311,8	2.339,5	2.353,0	2.343,7	2.297,7	2.263,2	2.219,4	2.177,2
A-B	447,4	540,7	509,4	820,7	1.053,8	1.684,2	1.536,9	1.465,7	1.345,2	1.113,6	693,8	591,1
	2.167,0	2.195,7	2.233,5	2.264,5	2.311,7	2.339,5	2.353,0	2.343,7	2.297,6	2.262,9	2.218,9	2.176,5
B-C	447,0	540,3	509,2	820,5	1.053,7	1.684,1	1.536,9	1.465,7	1.345,0	1.113,4	693,5	590,7
	682,9	856,4	1.140,7	1.428,2	1.978,6	2.375,7	2.592,1	2.441,6	1.797,8	1.411,6	1.023,3	736,9
C-D	446,1	539,6	508,6	820,0	1.053,5	1.684,0	1.536,8	1.465,6	1.344,8	1.113,0	692,8	589,8
	674,0	847,4	1.132,3	1.421,0	1.975,4	2.376,1	2.594,8	2.442,6	1.793,0	1.404,4	1.014,5	728,0
D-E	441,4	535,4	505,4	817,6	1.052,3	1.683,5	1.536,7	1.465,2	1.343,2	1.110,5	689,2	585,1
	629,0	801,6	1.089,0	1.384,1	1.958,2	2.378,1	2.608,7	2.448,2	1.768,4	1.366,9	969,7	682,5
E-F	436,6	531,2	502,1	815,2	1.051,1	1.683,0	1.536,5	1.464,8	1.341,6	1.108,1	685,6	580,4
	583,6	758,0	1.047,2	1.347,9	1.941,2	2.380,2	2.622,6	2.453,7	1.744,0	1.330,4	926,6	639,5
F-Add	436,6	531,2	502,1	815,2	1.051,1	1.683,0	1.536,5	1.464,8	1.341,6	1.108,1	685,6	580,4
	571,4	746,7	1.036,2	1.338,4	1.936,6	2.380,7	2.626,3	2.455,2	1.737,6	1.320,8	915,4	628,5

TEMPERATURE

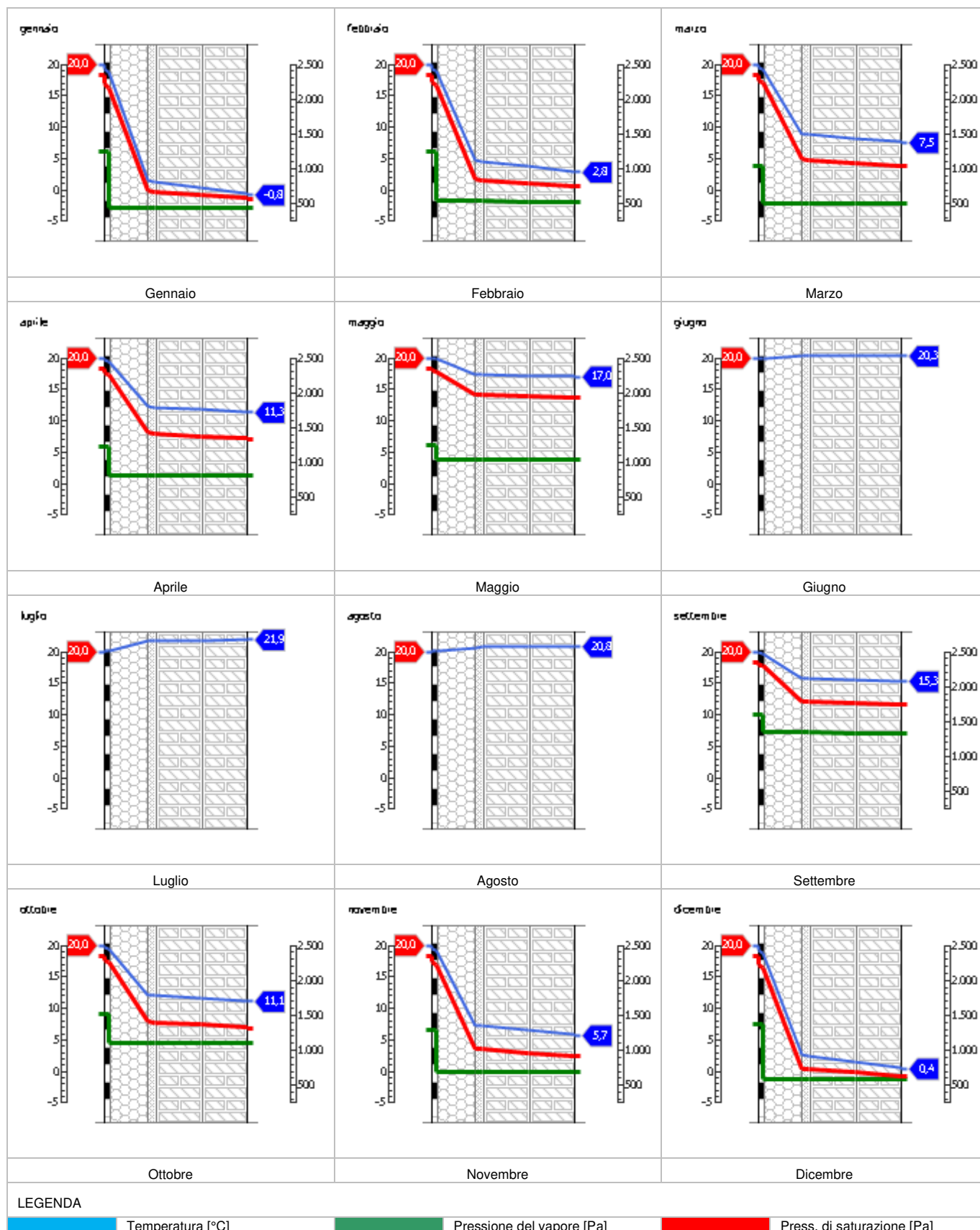
	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,2	19,3	19,5	19,7	19,9	20,0	20,1	20,0	19,8	19,6	19,4	19,2
A-B	18,8	19,0	19,3	19,5	19,8	20,0	20,1	20,0	19,7	19,5	19,2	18,9
B-C	18,8	19,0	19,3	19,5	19,8	20,0	20,1	20,0	19,7	19,5	19,2	18,9
C-D	1,6	4,7	8,9	12,3	17,3	20,3	21,7	20,7	15,8	12,1	7,3	2,6
D-E	1,4	4,6	8,8	12,2	17,3	20,3	21,7	20,7	15,8	12,0	7,2	2,4
E-F	0,4	3,8	8,2	11,8	17,2	20,3	21,8	20,8	15,6	11,6	6,5	1,5
F-Add	-0,5	3,0	7,7	11,4	17,0	20,3	21,9	20,8	15,4	11,2	5,9	0,6
Add-Esterno	-0,8	2,8	7,5	11,3	17,0	20,3	21,9	20,8	15,3	11,1	5,7	0,4

VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA INTERSTIZIALE

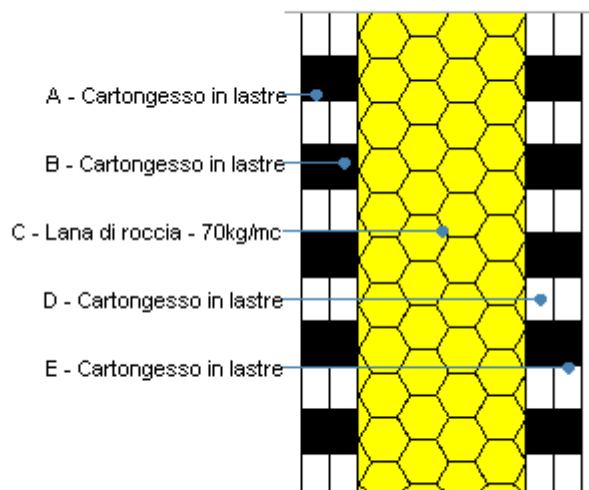
	<i>Gen</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Apr</i>	<i>Mag</i>	<i>Giu</i>	<i>Lug</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Ott</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
Interf. A/B												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000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

Verifica di condensa interstiziale:
Quantità massima di vapore accumulato mensilmente Gc: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia Gc,max: 0,5000 kg/m²
Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -
ESITO VERIFICA DI CONDENSA INTERSTIZIALE: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



06 PARETE CARTONGESSO INTERNA



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **06 PARETE CARTONGESSO INTERNA**

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Locale interno alla zona	Spessore:	125,0 mm
Trasmittanza U:	0,379 W/(m ² K)	Resistenza R:	2,641 (m ² K)/W
Massa superf.:	50 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
B	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
C	Lana di roccia - 70kg/mc	75,0	0,035	2,143	70	1,03	1,0	1,0
D	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
E	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7	8,7
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
	TOTALE	125,0		2,641				

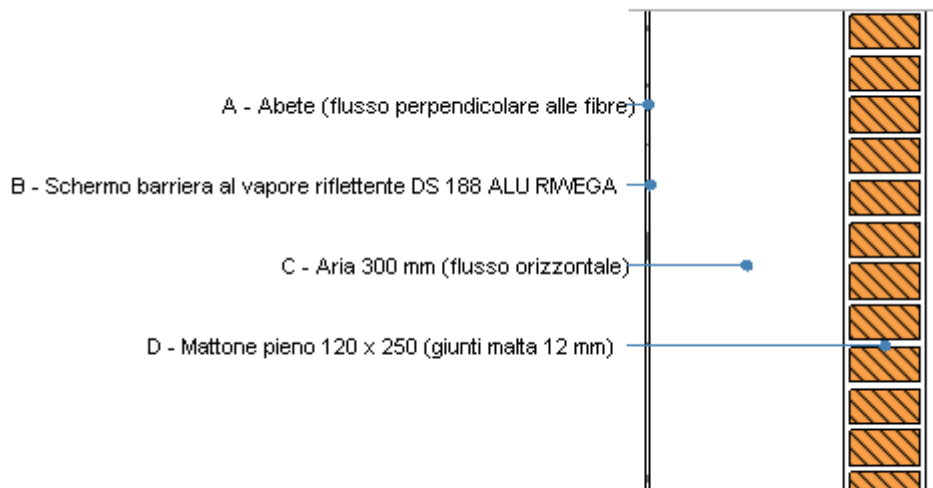
Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,130 (m²K)/W

01 CASSONETTO



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **01 CASSONETTO**

Note:

Tipologia:	Cassonetto	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	405,3 mm
Trasmittanza U:	1,886 W/(m ² K)	Resistenza R:	0,530 (m ² K)/W
Massa superf.:	219 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	5,0	0,120	0,042	450	1,38	44,4	33,3
B	Schermo barriera al vapore riflettente DS 188 ALU RIWEGA	0,3	0,400	0,001	567	0,43	666.66 6,0	666.66 6,0
C	Aria 300 mm (flusso orizzontale)	280,0	1,670	0,168	1	1,00	1,0	1,0
D	Mattone pieno 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,800	0,150	1.800	1,00	10,0	5,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	405,3		0,530				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	F
Trasmittanza della struttura U:	1,886 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	1,300 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: NO

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI

Comune:	Breno	Tipo di calcolo:	Classi di concentrazione
Verso:	Esterno	Coeff. di correzione $b_{tr,x}$:	
Classe di edificio:	Edifici con indice di affollamento non noto	Volume interno V:	- m ³
Prod. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna T_i °C	Umidità relativa interna ϕ_i %	Temperatura esterna T_e °C	Umidità relativa esterna ϕ_e %	Ricambio d'aria n 1/h
gennaio	20,0	-	-0,8	76,4	0,5
febbraio	20,0	-	2,8	71,1	0,5
marzo	20,0	-	7,5	48,5	0,5
aprile	20,0	-	11,3	60,9	0,5
maggio	20,0	-	17,0	54,3	0,5
giugno	20,0	-	20,3	70,7	0,5
luglio	20,0	-	21,9	58,5	0,5
agosto	20,0	-	20,8	59,7	0,5
settembre	20,0	-	15,3	77,2	0,5
ottobre	20,0	-	11,1	83,9	0,5
novembre	20,0	-	5,7	74,9	0,5
dicembre	20,0	-	0,4	92,4	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna θ_i °C	Pressione parziale interna p_i Pa	Temperatura esterna θ_e °C	Pressione parziale esterna p_e Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	-0,80	436,60
ESTIVA	20,00	1.707,10	21,90	1.536,50

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 349,370 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 349,370 Pa.

VERIFICA FORMAZIONE CONDENZA SUPERFICIALE

Mese	Pressione esterna P_e Pa	Numero di ric. d'aria n 1/h	Variazione di pressione ΔP Pa	Pressione interna P_i Pa	Pressione int. di satur. P_{si} Pa	Temp. sup. interna T_{sj} °C	Fattore di res. sup. f_{Rsi}
ottobre	1108,06	-	415,95	1524,01	1905,01	16,74	0,6337
novembre	685,61	-	607,65	1293,26	1616,58	14,18	0,5931
dicembre	580,43	-	795,8	1376,23	1720,29	15,14	0,7523
gennaio	436,56	-	810	1246,56	1558,2	13,61	0,693
febbraio	531,15	-	710,6	1241,75	1552,19	13,56	0,6253
marzo	502,15	-	543,75	1045,9	1307,37	10,95	0,2757
aprile	815,19	-	408,85	1224,04	1530,05	13,33	0,2339

Verifica di condensa superficiale:

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico f_{Rsi} : 0,7523 (mese di Dicembre)

Fattore di resistenza superficiale ammissibile f_{RsiAmm} : 0,7548

ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE: OK

PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE												
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.246,6	1.241,8	1.045,9	1.224,0	1.257,6	1.772,3	1.569,0	1.536,4	1.608,4	1.524,0	1.293,3	1.376,2
	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	1.245,7	1.241,0	1.045,3	1.223,6	1.257,3	1.772,2	1.569,0	1.536,3	1.608,2	1.523,6	1.292,6	1.375,4
	1.522,9	1.642,7	1.811,6	1.959,1	2.200,0	2.351,0	2.427,5	2.374,7	2.125,6	1.951,1	1.745,2	1.562,0
A-B	442,5	536,4	506,1	818,2	1.052,6	1.683,6	1.536,7	1.465,3	1.343,6	1.111,1	690,1	586,3
	1.520,0	1.640,2	1.809,6	1.957,6	2.199,4	2.351,1	2.427,9	2.374,9	2.124,7	1.949,5	1.743,0	1.559,1
B-C	441,4	535,4	505,4	817,6	1.052,3	1.683,5	1.536,7	1.465,2	1.343,2	1.110,5	689,2	585,2
	977,9	1.144,7	1.400,0	1.641,6	2.072,6	2.364,9	2.519,2	2.412,2	1.934,7	1.628,0	1.296,8	1.030,9
C-D	436,6	531,2	502,1	815,2	1.051,1	1.683,0	1.536,5	1.464,8	1.341,6	1.108,1	685,6	580,4
	645,5	818,5	1.105,0	1.397,8	1.964,6	2.377,4	2.603,5	2.446,1	1.777,6	1.380,8	986,2	699,2
D-Add	436,6	531,2	502,1	815,2	1.051,1	1.683,0	1.536,5	1.464,8	1.341,6	1.108,1	685,6	580,4
	571,4	746,7	1.036,2	1.338,4	1.936,6	2.380,7	2.626,3	2.455,2	1.737,6	1.320,8	915,4	628,5

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	15,8	16,9	17,9	19,3	20,1	20,5	20,2	18,8	17,8	16,5	15,2
A-B	13,3	14,4	16,0	17,2	19,0	20,1	20,6	20,3	18,5	17,1	15,4	13,7
B-C	13,2	14,4	15,9	17,2	19,0	20,1	20,6	20,3	18,5	17,1	15,3	13,6
C-D	6,7	9,0	12,0	14,4	18,1	20,2	21,2	20,5	17,0	14,3	10,8	7,4
D-Add	0,8	4,1	8,4	12,0	17,2	20,3	21,8	20,7	15,7	11,8	6,8	1,9
Add-Esterno	-0,8	2,8	7,5	11,3	17,0	20,3	21,9	20,8	15,3	11,1	5,7	0,4

VERIFICA FORMAZIONE CONDENZA 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
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

Verifica di condensa interstiziale:

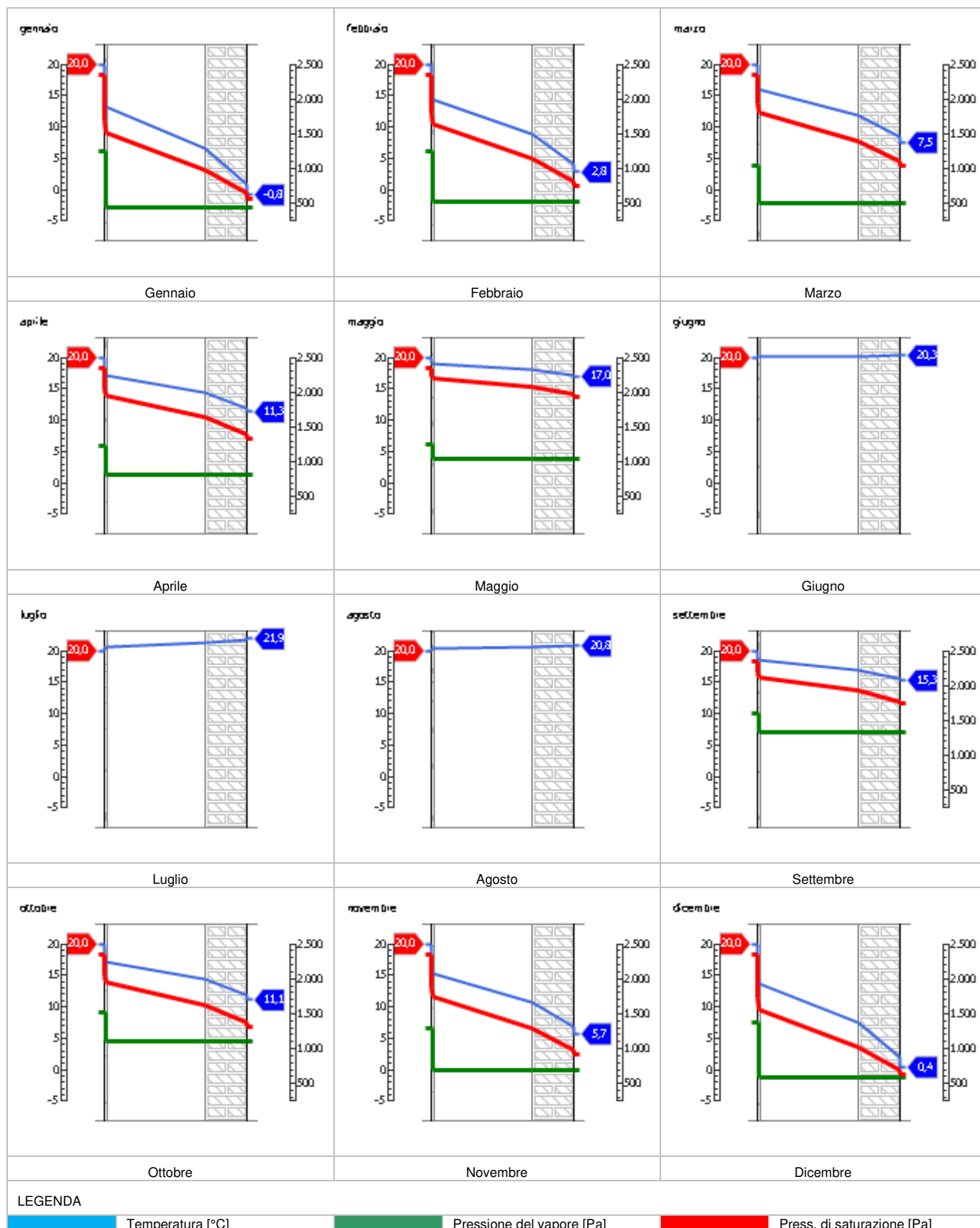
Quantità massima di vapore accumulato mensilmente G_C: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -

Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia G_{C,max}: 0,5000 kg/m²

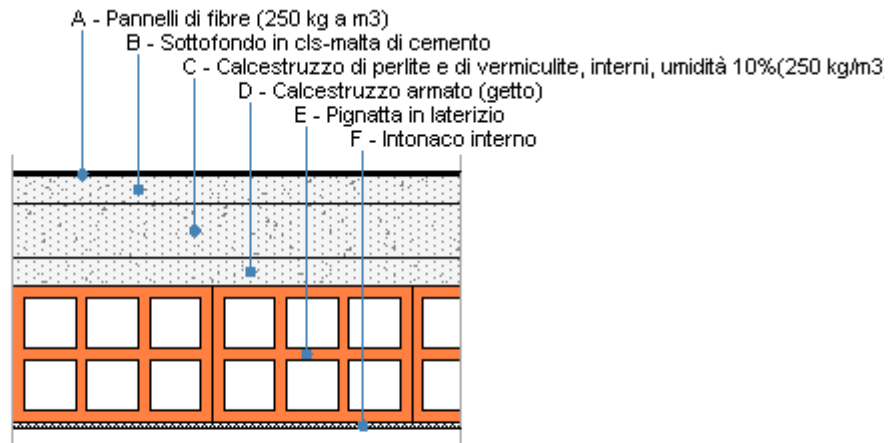
Quantità di vapore residuo M_A: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -

ESITO VERIFICA DI CONDENZA INTERSTIZIALE: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



01 PAVIMENTO



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **01 PAVIMENTO**

Note:

Tipologia:	Pavimento	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Edificio confinante riscaldato	Spessore:	375,0 mm
Trasmittanza U:	0,702 W/(m ² K)	Resistenza R:	1,425 (m ² K)/W
Massa superf.:	417 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
A	Pannelli di fibre (250 kg a m ³)	5,0	0,070	0,071	250	1,70	5,0	2,0
B	Sottofondo in cls-malta di cemento	40,0	1,400	0,029	2.000	1,00	0,0	999,99 9,0
C	Calcestruzzo di perlite e di vermiculite, interni, umidità 10%(250 kg/m ³)	80,0	0,130	0,615	250	0,88	3,2	3,2
D	Calcestruzzo armato (getto)	40,0	1,910	0,021	2.400	1,00	0,0	999,99 9,0
E	Pignatta in laterizio	200,0	0,598	0,334	1.100	1,00	10,0	10,0
F	Intonaco interno	10,0	0,700	0,014	1.400	1,00	11,1	11,1
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
	TOTALE	375,0		1,425				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 5,880 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 5,880 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,170 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

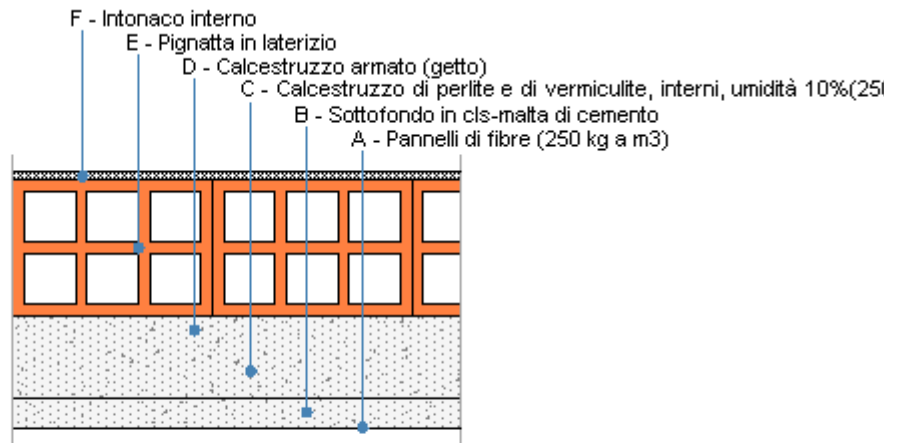
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	F
Trasmittanza della struttura U:	0,702 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,800 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

01 SOFFITTO



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **01 SOFFITTO**

Note:

Tipologia:	Soffitto	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Edificio confinante riscaldato	Spessore:	375,0 mm
Trasmittanza U:	0,778 W/(m ² K)	Resistenza R:	1,285 (m ² K)/W
Massa superf.:	417 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A	Pannelli di fibre (250 kg a m ³)	5,0	0,070	0,071	250	1,70	5,0	2,0
B	Sottofondo in cls-malta di cemento	40,0	1,400	0,029	2.000	1,00	0,0	999,99 9,0
C	Calcestruzzo di perlite e di vermiculite, interni, umidità 10%(250 kg/m ³)	80,0	0,130	0,615	250	0,88	3,2	3,2
D	Calcestruzzo armato (getto)	40,0	1,910	0,021	2.400	1,00	0,0	999,99 9,0
E	Pignatta in laterizio	200,0	0,598	0,334	1.100	1,00	10,0	10,0
F	Intonaco interno	10,0	0,700	0,014	1.400	1,00	11,1	11,1
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
	TOTALE	375,0		1,285				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 10,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,100 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

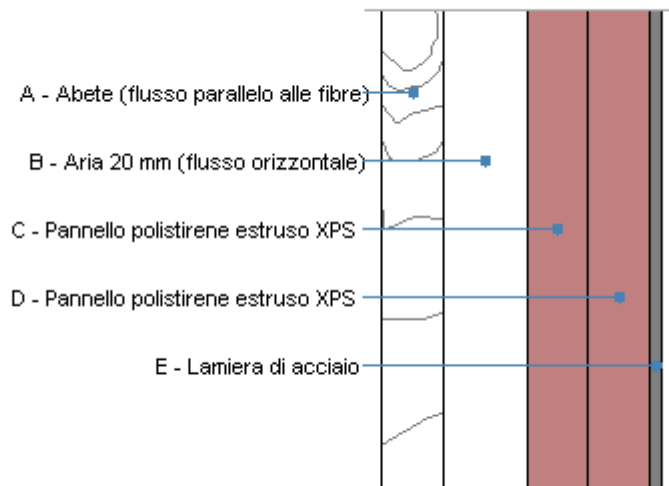
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	F
Trasmittanza della struttura U:	0,778 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,800 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

01 PORTONCINO INGRESSO



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **01 PORTONCINO INGRESSO**

Note:

Tipologia:	Porta	Disposizione:	Verticale
Verso:	Edificio confinante riscaldato	Spessore:	68,0 mm
Trasmittanza U:	0,759 W/(m ² K)	Resistenza R:	1,317 (m ² K)/W
Massa superf.:	31 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Abete (flusso parallelo alle fibre)	15,0	0,120	0,125	450	1,38	666,7	222,2
B	Aria 20 mm (flusso orizzontale)	20,0	0,110	0,182	1	1,00	1,0	1,0
C	Pannello polistirene estruso XPS	15,0	0,040	0,375	35	1,45	200,0	200,0
D	Pannello polistirene estruso XPS	15,0	0,040	0,375	35	1,45	200,0	200,0
E	Lamiera di acciaio	3,0	80,000	0,000	7.870	0,46	999.99 9,0	999.99 9,0
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
	TOTALE	68,0		1,317				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,130 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

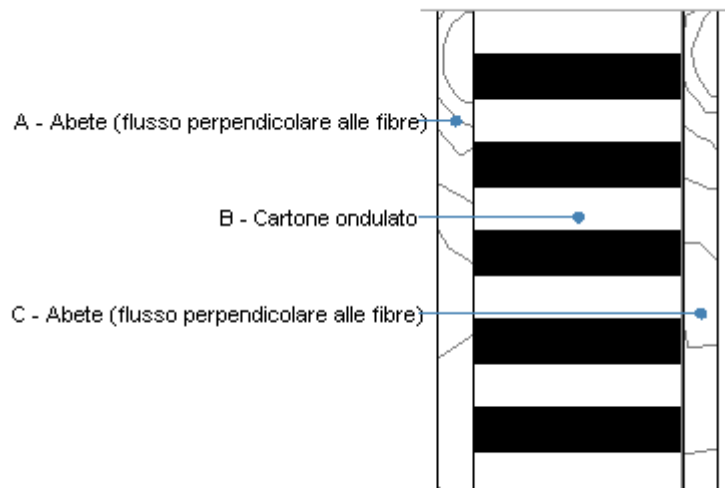
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	Breno	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,759 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,800 W/(m ² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

02 PORTA INTERNA



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **02 PORTA INTERNA**

Note:

Tipologia:	Porta	Disposizione:	Verticale
Verso:	Locale interno alla zona	Spessore:	40.0 mm
Trasmittanza U:	1,242 W/(m ² K)	Resistenza R:	0,805 (m ² K)/W
Massa superf.:	8 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m ² K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m ³]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ_a</i> [-]	Fattore <i>μ_u</i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	5,0	0,120	0,042	450	1,38	44,4	33,3
B	Cartone ondulato	30,0	0,065	0,462	100	1,30	5,3	5,3
C	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	5,0	0,120	0,042	450	1,38	44,4	33,3
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
	TOTALE	40,0		0,805				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m²K)

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 7,690 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,130 (m²K)/W

SERRAMENTO: **60x150**

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: **60x150**

Note:

**Ditta produttrice e posatrice: IMECA SERRAMENTI -
Tipologia: GASTALDELLO EL 65**

Produttore:

Larghezza: **60 cm**

Altezza : **150 cm**

Disperde verso: **Esterno**

Spessore superiore del telaio: **10 cm**

Spessore inferiore del telaio: **10 cm**

Spessore sinistro del telaio: **10 cm**

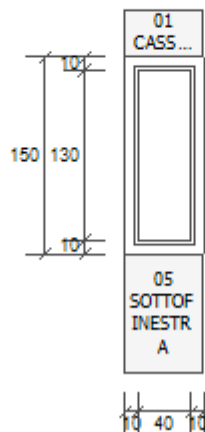
Spessore destro del telaio: **10 cm**

Numero divisioni verticali: **0**

Spessore divisioni verticali: **0 cm**

Numero divisioni orizzontali: **0**

Spessore divisioni orizzontali: **0 cm**



Area del vetro Ag: **0,520 m²**

Area totale del serramento Aw: **0,900 m²**

Area del telaio Af: **0,380 m²**

Perimetro della superficie vetrata Lg: **3,400 m**

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro: **Vetro 4-15-4 (Aria)**

Coefficiente di trasmissione solare g: **0,750**

Trasmittanza termica vetro Ug: **2,744 W/(m² K)**

Tipologia vetro: **Doppio vetro normale**

Emissività ε: **0,837**

Telaio

Materiale: **Metallo**

Spessore sf: **0 mm**

Trasmittanza termica del telaio Uf: **5,900 W/(m² K)**

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψfg: **0,080 W/(m K)**

Tipologia telaio: **Senza taglio termico**

Distanziatore: **Metallo**

SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: **Tapparelle**

Colore: **Pastello**

g,gl,sh,d: 0,35

g,gl,sh/g,gl: -

Posizione: **Schermatura esterna**

Trasparenza: **Opaca**

g,gl,sh,b: 0,14

PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: **Legno e plastica senza schiuma**

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR: 0,160 (m² K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura fshut: 0,60

Permeabilità della chiusura: **Media permeabilità all'aria**

PERMEABILITÀ ALL'ARIA

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

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento U_w : 2,160 W/(m² K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella U_w , CORR: 1,827 W/(m² K)

STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Strutture opache e ponti termici	Area o lunghezza [m ²] o [m]	Trasmittanza [W/(m ² K)] o [W/(mK)]
01 CASSONETTO	0,2	1,886
05 SOTTOFINESTRA	0,5	0,307
Parete - serramento	4,2	0,772

SERRAMENTO: 60x150

VERIFICHE DEL SERRAMENTO

Verifica di trasmittanza

Comune di riferimento: Breno

Anno di riferimento: 2019

Trasmittanza serramento U_w : 2,160 W/(m² K)

Zona climatica di riferimento: F

Trasmittanza limite U_w : 1,000 W/(m² K)

VERIFICA: NO

Riferimento normativo:

Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

SERRAMENTO: 80x210

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: 80x210

Note:

Ditta produttrice e posatrice: IMECA SERRAMENTI -
Tipologia: GASTALDELLO EL 65

Produttore:

Larghezza: 90 cm

Altezza : 210 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

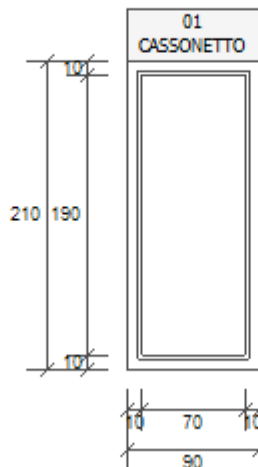
Spessore destro del telaio: 10 cm

Numero divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

Numero divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm



Area del vetro A_g : $1,330 \text{ m}^2$

Area totale del serramento A_w : $1,890 \text{ m}^2$

Area del telaio A_f : $0,560 \text{ m}^2$

Perimetro della superficie vetrata L_g : $5,200 \text{ m}$

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro: Vetro 4-15-4 (Aria)

Coefficiente di trasmissione solare g : $0,750$

Trasmittanza termica vetro U_g : $2,744 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Emissività ϵ : $0,837$

Telaio

Materiale: Metallo

Spessore sf: 0 mm

Trasmittanza termica del telaio U_f : $5,900 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψ_{fg} : $0,080 \text{ W/(m K)}$

Tipologia telaio: Senza taglio termico

Distanziatore: Metallo

SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: Tapparelle

Colore: Pastello

g, gl, sh, d : 0,35

$g, gl, sh/g, gl$: -

Posizione: Schermatura esterna

Trasparenza: Opaca

g, gl, sh, b : 0,14

PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: Legno e plastica senza schiuma

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR : $0,160 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$

Frazione oraria di utilizzo della chiusura f_{shut} : 0,60

Permeabilità della chiusura: Media permeabilità all'aria

PERMEABILITÀ ALL'ARIA

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

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento Uw: 1,980 W/(m² K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella Uw, CORR: 1,694 W/(m² K)

STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Strutture opache e ponti termici	Area o lunghezza [m ²] o [m]	Trasmittanza [W/(m ² K)] o [W/(mK)]
01 CASSONETTO	0,3	1,886
Parete - serramento	6,0	0,772

SERRAMENTO: 80x210

VERIFICHE DEL SERRAMENTO

Verifica di trasmittanza

Comune di riferimento: Breno

Anno di riferimento: 2019

Trasmittanza serramento Uw: 1,980 W/(m² K)

Zona climatica di riferimento: F

Trasmittanza limite Uw: 1,000 W/(m² K)

VERIFICA: NO

Riferimento normativo:

Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

SERRAMENTO: **90x150**

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: **90x150**

Note:

**Ditta produttrice e posatrice: IMECA SERRAMENTI -
Tipologia: GASTALDELLO EL 65**

Produttore:

Larghezza: **90 cm**

Altezza : **150 cm**

Disperde verso: **Esterno**

Spessore superiore del telaio: **10 cm**

Spessore inferiore del telaio: **10 cm**

Spessore sinistro del telaio: **10 cm**

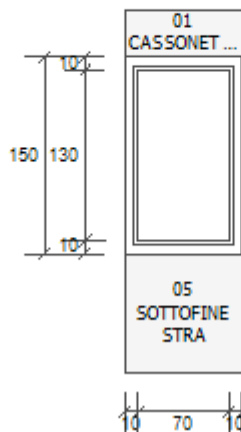
Spessore destro del telaio: **10 cm**

Numero divisioni verticali: **0**

Spessore divisioni verticali: **0 cm**

Numero divisioni orizzontali: **0**

Spessore divisioni orizzontali: **0 cm**



Area del vetro Ag: **0,910 m²**

Area totale del serramento Aw: **1,350 m²**

Area del telaio Af: **0,440 m²**

Perimetro della superficie vetrata Lg: **4,000 m**

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro: **Vetro 4-15-4 (Aria)**

Coefficiente di trasmissione solare g: **0,750**

Trasmittanza termica vetro Ug: **2,744 W/(m² K)**

Tipologia vetro: **Doppio vetro normale**

Emissività ε: **0,837**

Telaio

Materiale: **Metallo**

Spessore sf: **0 mm**

Trasmittanza termica del telaio Uf: **5,900 W/(m² K)**

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψfg: **0,080 W/(m K)**

Tipologia telaio: **Senza taglio termico**

Distanziatore: **Metallo**

SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: **Tapparelle**

Colore: **Pastello**

g,gl,sh,d: 0,35

g,gl,sh/g,gl: -

Posizione: **Schermatura esterna**

Trasparenza: **Opaca**

g,gl,sh,b: 0,14

PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: **Legno e plastica senza schiuma**

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR: 0,160 (m² K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura fshut: 0,60

Permeabilità della chiusura: **Media permeabilità all'aria**

PERMEABILITÀ ALL'ARIA

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

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento Uw: 1,990 W/(m² K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella Uw, CORR: 1,702 W/(m² K)

STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Strutture opache e ponti termici	Area o lunghezza [m ²] o [m]	Trasmittanza [W/(m ² K)] o [W/(mK)]
01 CASSONETTO	0,3	1,886
05 SOTTOFINESTRA	0,8	0,307
Parete - serramento	4,8	0,772

SERRAMENTO: 90x150

VERIFICHE DEL SERRAMENTO

Verifica di trasmittanza

Comune di riferimento: Breno

Anno di riferimento: 2019

Trasmittanza serramento Uw: 1,990 W/(m² K)

Zona climatica di riferimento: F

Trasmittanza limite Uw: 1,000 W/(m² K)

VERIFICA: NO

Riferimento normativo:

Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

SERRAMENTO: 90x210

GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: 90x210

Note:

Ditta produttrice e posatrice: IMECA SERRAMENTI -
Tipologia: GASTALDELLO EL 65

Produttore:

Larghezza: 90 cm

Altezza : 210 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 10 cm

Spessore inferiore del telaio: 10 cm

Spessore sinistro del telaio: 10 cm

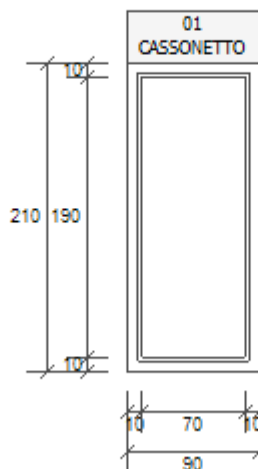
Spessore destro del telaio: 10 cm

Numero divisioni verticali: 0

Spessore divisioni verticali: 0 cm

Numero divisioni orizzontali: 0

Spessore divisioni orizzontali: 0 cm



Area del vetro Ag: 1,330 m²

Area totale del serramento Aw: 1,890 m²

Area del telaio Af: 0,560 m²

Perimetro della superficie vetrata Lg: 5,200 m

PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO

Vetro

Nome del vetro: Vetro 4-15-4 (Aria)

Coefficiente di trasmissione solare g: 0,750

Trasmittanza termica vetro Ug: 2,744 W/(m² K)

Tipologia vetro: Doppio vetro normale

Emissività ε: 0,837

Telaio

Materiale: Metallo

Spessore sf: 0 mm

Trasmittanza termica del telaio Uf: 5,900 W/(m² K)

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio ψfg: 0,080 W/(m K)

Tipologia telaio: Senza taglio termico

Distanziatore: Metallo

SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: Tapparelle

Colore: Pastello

g,gl,sh,d: 0,35

g,gl,sh/g,gl: -

Posizione: Schermatura esterna

Trasparenza: Opaca

g,gl,sh,b: 0,14

PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA

Tipo chiusura: Legno e plastica senza schiuma

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR: 0,160 (m² K)/W

Frazione oraria di utilizzo della chiusura fshut: 0,60

Permeabilità della chiusura: Media permeabilità all'aria

PERMEABILITÀ ALL'ARIA

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

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

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento Uw: 1,940 W/(m² K)

Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella Uw, CORR: 1,664 W/(m² K)

STRUTTURE ASSOCIATE AL SERRAMENTO

Strutture opache e ponti termici	Area o lunghezza [m ²] o [m]	Trasmittanza [W/(m ² K)] o [W/(mK)]
01 CASSONETTO	0,3	1,886
Parete - serramento	6,0	0,772

SERRAMENTO: 90x210

VERIFICHE DEL SERRAMENTO

Verifica di trasmittanza

Comune di riferimento: Breno

Anno di riferimento: 2019

Trasmittanza serramento Uw: 1,940 W/(m² K)

Zona climatica di riferimento: F

Trasmittanza limite Uw: 1,000 W/(m² K)

VERIFICA: NO

Riferimento normativo:

Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017