



## COMUNE DI PADOVA

Settore Verde, Parchi, Agricoltura Urbana

### PARCO INCLUSIVO SENSORIALE III LOTTO

IN VIA SIENA - ZONA BASSO ISONZO

### PROGETTO ESECUTIVO

Importo complessivo €.250.000,00

N° Progetto <b>LLPP OPI 2018/049</b>	CUP	Elaborato <b>38</b>
Nome file		
Data <b>novembre 2018</b>		<b>Fabbricato “Ristoro-Servizi”:</b> Relazione di verifica contenimento energetico ex Legge 10/91

Progettisti	RUP	Capo Settore
<b>Arch. Luca Mosole</b> – Comune di Padova  <b>Ing. Giuseppe Silvestrini</b> Via Comino n°4 – 35126 Padova	<b>Ing. Paolo Salvagnini</b>	

## **ALLEGATO 1**

### **RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 192, ATTESTANTE LA RISPONDENZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI**

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

Un edificio esistente è sottoposto a ristrutturazione importante di primo livello quando l'intervento ricade nelle tipologie indicate al paragrafo 1.4.1, comma 3, lettera a) dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005.

***Il seguente schema di relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce all'applicazione integrale del decreto legislativo 192/2005.***

#### **1. INFORMAZIONI GENERALI**

Comune di **Padova**

Provincia **Padova**

Progetto per la realizzazione di (specificare il tipo di opere)

**Nuovo edificio ad uso commerciale (ristoro-servizi) in parco pubblico**

Edificio pubblico                      < X > sì                      < > no

Edificio a uso pubblico              < X > sì                      < > no

**Sito in Padova, Via Siena, da edificare su terreno censito al NCT di Padova Foglio: 135 Mappali: 224-709**

Richiesta Permesso di Costruire	n	del
Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA	n	del
Variante Permesso di Costruire/ DIA/ SCIA / CIL o CIA	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.5 - Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili**

Numero delle unità immobiliari **1**

Committente(i) **COMUNE DI PADOVA - SETTORE LAVORI PUBBLICI**

Progettista(i) degli impianti di climatizzazione (invernale ed estiva - specificare se differenti), dell'isolamento termico e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio

**Ing. Giuseppe Silvestrini**

Direttore(i) dei lavori degli impianti di climatizzazione (invernale ed estiva - specificare se differenti), dell'isolamento termico e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio

**Da designare**

Progettista(i) dei sistemi di illuminazione dell'edificio

Direttore(i) dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio

**Ing. Giuseppe Silvestrini**

Tecnico incaricato per la redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE)

**Da designare**

## **2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI)**

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono costituiti dai 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:	<b>2.383</b>
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti) °C:	<b>-5,00</b>
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma °C :	<b>32,50</b>

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

### **Climatizzazione invernale**

Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano (V)	m <sup>3</sup>	<b>191,73</b>
Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato (S)	m <sup>2</sup>	<b>216,00</b>
Rapporto S/V	l/m	<b>1,1266</b>
Superficie utile climatizzata dell'edificio	m <sup>2</sup>	<b>33,83</b>
Valore di progetto della temperatura interna invernale	°C	<b>20</b>
Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale	%	<b>65</b>
Presenza sistema di contabilizzazione del calore	◇ sì	<X> no
specificare se con metodo diretto o indiretto		

### **Climatizzazione estiva**

Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano (V)	m <sup>3</sup>	<b>123,06</b>
Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato (S)	m <sup>2</sup>	<b>133,44</b>
Superficie utile climatizzata dell'edificio	m <sup>2</sup>	<b>21,80</b>
Valore di progetto della temperatura interna estiva	°C	<b>26</b>
Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva	%	<b>NC</b>
Presenza sistema di contabilizzazione del freddo	◇ sì	<X> no
specificare se con metodo diretto o indiretto		

## Informazioni generali e prescrizioni

Presenza di reti di teleriscaldamento/raffreddamento a meno di 1000 m ☐ sì ☒ no

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

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

**Il nuovo edificio si collocherà nella classe B “avanzata” di automazione - definita nel Prospetto 1 della norma tecnica UNI EN 15232 - relativa a controllo, regolazione e gestione degli impianti tecnici dell’edificio dedicati ai servizi di riscaldamento, produzione acqua calda sanitaria, raffreddamento, consentendo un risparmio energetico globale stimato, rispetto alla classe C di riferimento, pari al 20% per l’energia termica ed al 7% per l’energia elettrica.**

**Ai sensi del prospetto 2 della norma tecnica UNI EN 15232, le singole funzioni implementate prevedono, per il servizio di riscaldamento:**

- regolazione dell’emissione ambiente con comunicazione (classe B);
- regolazione automatica con ottimizzazione dell’arresto per l’intermittenza di funzionamento (B).

**Per il servizio di produzione acqua calda sanitaria:**

- gestione multisensore della temperatura dell’accumulo (B);

**Per il servizio di raffreddamento:**

- regolazione dell’emissione ambiente con comunicazione (classe B);
- regolazione automatico con ottimizzazione dell’arresto per l’intermittenza di funzionamento (B).

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture ☒ sì ☐ no

Se “sì” descrizione e caratteristiche principali:

Valore di riflettanza solare = **0,70** > 0.65 per coperture piane  
Valore di riflettanza solare = **Non pertinente** > 0.30 per coperture a falda

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

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture ☒ sì ☐ no

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

**La copertura isolata e ventilata prevista, con manto di copertura caratterizzato da un coefficiente di assorbimento pari a 0,30, comporta una limitazione dei fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva.**

Adozione di misuratori d’energia (Energy Meter) ☐ sì ☒ no

Se “sì” descrizione e caratteristiche principali

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell’A.C.S. ☒ sì ☐ no

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

**Impianto autonomo con i relativi contatori fiscali per energia elettrica.**

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

### *Produzione di energia termica*

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

- acqua calda sanitaria (%): **97,75**
- acqua calda sanitaria, climatizzazione invernale, climatizzazione estiva (%): **92,37**

### *Produzione di energia elettrica*

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

- superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S (mq): **45,65**
- potenza elettrica  $P=(1/K)*S : (1/50) * 45,65 = 0,91 \text{ kW}$

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

**Oltre alla pompa di calore di seguito descritta è prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico con potenza di picco pari a 7,2 kW**

Adozione sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale ☒ sì ☐ no

Adozione sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale ☒ sì ☐ no

Valutazione sull'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate sia esterni che interni presenti:

**Dotazione di sistemi schermanti manuali nei serramenti con esposizione Est, Sud ed Ovest, regolati manualmente in funzione dell'illuminazione interna necessaria allo svolgimento delle attività dell'utenza e del carico termico solare in ingresso**

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

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

Valore della massa superficiale parete  $M_s$ :  $> 230 \text{ kg/mq}$

Valore del modulo della trasmittanza termica periodica  $Y_{IE}$   $< 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tutte le pareti opache verticali ed orizzontali:

Valore del modulo della trasmittanza termica periodica  $Y_{IE}$   $< 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

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

**Vedi schede allegate**

## **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**

**Sistemi di generazione:**

- Pompa di calore aria aria con funzionamento modulante tramite inverter;

- Radiatori elettrici con termostato e programmatore orario;
- Bolier in pompa di calore per la produzione di acqua calda sanitaria.

#### **Sistemi di termoregolazione:**

E' prevista inoltre la regolazione delle temperature interne per singolo ambiente.

#### **Sistemi di contabilizzazione:**

Non previsto

#### **Sistemi di distribuzione del vettore termico**

La distribuzione del fluido termovettore sarà di tipo a due tubi in rame pre-isolati con percorso dall'unità esterna della pompa di calore a ciascuna unità interna. Per le caratteristiche dei circolatori si rimanda agli schemi funzionali allegati alla presente relazione.

#### **Sistemi di ventilazione forzata: tipologie**

Non previsto

#### **Sistemi di accumulo termico: tipologie**

Non previsto

#### **Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria**

L'acqua calda sanitaria verrà prodotta tramite boiler in pompa di calore. Tale fluido sarà distribuito ad una temperatura massima di 48 °c attraverso tubazioni adeguatamente coibentate. Non sarà presente una rete di ricircolo dell'acqua sanitaria.

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065)      < X > sì      < > no

Durezza totale dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 100 kW gradi francesi

**Non pertinente**

Filtro di sicurezza      < X > sì      < > no

### **b) Specifiche dei generatori di energia**

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria      < X > sì      < > no

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto      < > sì      < X > no

**Pompa di calore :**      < X > elettrica      < > a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) **Pompa di calore modulante tramite inverter**

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo - sonde orizzontali/ suolo - sonde verticali/altro): **aria**

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro): **aria**

Potenza termica utile riscaldamento **4,2 kW con aria esterna 7°C**

Potenza termica utile raffrescamento **4,0 kW con aria esterna 35°C**

Potenza elettrica assorbita in riscaldamento **0,94 kW**

Coefficiente di prestazione (COP) **4,5**

Indice di efficienza energetica (EER) **4,24**

### **c) Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico**

Tipo di conduzione invernale prevista: **Attenuata**

Tipo di conduzione estiva prevista: **Attenuata**

Sistema di gestione dell'impianto termico: **sistema per il controllo delle temperature interne invernali ed estive-sistema dedicato.**

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

Centralina climatica, Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: **più di due**

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

**Regolazione climatica con sonda esterna direttamente agente sulla temperatura del fluido termovettore in uscita dai generatori di calore.**

**Gestione della temperatura dei vari ambienti su due o più livelli, settimanale e/o giornaliera.**

Numero di apparecchi, Descrizione sintetica delle funzioni, Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore

**Sistema con gestione su due livelli di temperatura settimanale e giornaliera.**

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

Numero di apparecchi, Descrizione sintetica del dispositivo

**Non pertinente**

#### **e) Terminali di erogazione dell'energia termica**

Numero di apparecchi (quando applicabile), Tipo, Potenza termica nominale (quando applicabile)

**Vedi tavole allegate**

#### **f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione**

Descrizione e caratteristiche principali (indicare con quale norma è stato eseguito il dimensionamento)

**Non pertinente**

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

Descrizione e caratteristiche principali

**Filtrazione e trattamento condizionante acqua sanitaria.**

#### **h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione**

(Tipologia, conduttività termica, spessore)

**Tubazioni e apparecchiature con guaina in materiale sintetico avente conduttività termica utile pari a 0,040 W/m °C e spessore secondo dpr 412/93**

#### **i) Schemi funzionali degli impianti termici**

In allegato inserire schema unifilare degli impianti termici con specificato:

- il posizionamento e le potenze dei terminali di erogazione;
- il posizionamento e tipo dei generatori;
- il posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione,
- il posizionamento e tipo degli elementi di controllo;
- il posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza.

### **5.2 Impianti fotovoltaici**

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

### **5.3 Impianti solari termici**

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

#### **5.4 Impianti di illuminazione**

**Non pertinente**

#### **5.5 Altri impianti**

Descrizione e caratteristiche tecniche di apparecchiature, sistemi e impianti di rilevante importanza funzionali e schemi funzionali in allegato.

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

**Non pertinente**



## 6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si dichiara che l'edificio oggetto della presente relazione può essere definito "edificio ad energia quasi zero" in quanto sono contemporaneamente rispettati:

- tutti i requisiti previsti dalla lettera b), del comma 2, del paragrafo 3.3 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, secondo i valori vigenti dal 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici e dal 1° gennaio 2021 per tutti gli altri edifici;
- gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili nel rispetto dei principi minimi di cui all'allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del decreto legislativo 3 marzo 2011, n.28.

### a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

Trasmittanza termica (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti (distinguendo pareti verticali e solai):

Confronto con il valore limite pari a 0,8 W/m<sup>2</sup>K

**Non pertinente**

Verifica termoigrometrica

**(Vedi allegati alla presente relazione)**

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore) - specificare per le diverse zone:

**2      bagni e antibagni**

**0,3    resto**

Portata d'aria di ricambio (G) solo nei casi di ventilazione meccanica controllata: m<sup>3</sup>/h

**Non pertinente**

Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto)  
m<sup>3</sup>/h

**Non pertinente**

Efficienza delle apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto):

**Non pertinente**

### b) 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/m<sup>2</sup> anno, così come definite al paragrafo 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:

Metodo utilizzato: **UNI / TS 11300 e norme correlate**

- $H'_{T}$ : coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789);  
Valore: 0,407  
Limite: 0,500  
Verifica  $H'_{T} < H'_{T,L}$ : Positiva
- $A_{sol,est} / A_{sup\ utile}$   
Valore: 0,0372  
Limite: 0,0400  
Verifica  $(A_{sol,est} / A_{sup\ utile})_{limite}$ : Positiva
- $EP_{H,nd}$ : indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio;  
Valore: 54,7393  
Limite: 56,4249  
Verifica  $EP_{H,nd} < EP_{H,nd,limite}$ : Positiva
- $EP_{C,nd}$ : indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio (compreso l'eventuale controllo dell'umidità);  
Valore: 36,2108

Limite: 55,2600

Verifica  $EP_{C,nd} < EP_{C,nd,limite}$  : Positiva

- $EP_{gl,tot} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T$ : indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria totale)  
Valore: 115,3344  
Limite: 151,9717  
Verifica  $EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$ : Positiva
- $EP_{gl,nren} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T$ : indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria non rinnovabile)  
Valore: 8,7981  
Limite: 26,2311  
Verifica  $EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$ : Positiva
- $\eta_H$ : efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento;  
Valore: 1,3849  
Limite: 0,7878  
Verifica  $\eta_H > \eta_{H,limite}$  Positiva
- $\eta_W$ : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria;  
Valore: 1,7789  
Limite: 1,5699  
Verifica  $\eta_W > \eta_{W,limite}$  : Positiva
- $\eta_C$ : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità);  
Valore: 2,7878  
Limite: 2,6944  
Verifica  $\eta_C > \eta_{C,limite}$  : Positiva

#### d) Impianti fotovoltaici

- connessione impianto (specificare grid connected/ stand alone): **grid connected**
- tipo moduli (specificare silicio monocristallino/ silicio policristallino/ film sottile/ altro): **da definire**
- tipo installazione (specificare integrati/ parzialmente integrati/ altro): **sopra la copertura parzialmente integrati**
- tipo supporto (specificare supporto metallico/su pensilina/parete esterna verticale/ altro): **tetto quasi piano**
- inclinazione (°) e orientamento: **inclinazione 10° orientamento sud**

Potenza installata e percentuale di copertura del fabbisogno annuo: **Potenza 7,2 kW copertura 98 %**

#### e) Consuntivo energia

- energia consegnata o fornita ( $E_{del}$ ):	kWh	297,639
- energia rinnovabile ( $EP_{gl,ren}$ ):	kWh/m <sup>2</sup> anno	106,536
- energia esportata ( $E_{exp}$ ):	kWh	6 030,432
- energia rinnovabile in situ:	hWh <sub>t</sub>	1 177,094
	hWh <sub>e</sub>	2 613,141
- fabbisogno annuale globale di energia primaria ( $EP_{gl,tot}$ ):	kWh/m <sup>2</sup> anno	115,334

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

**Sono stati presi in considerazione sistemi per lo sfruttamento di energia geotermica ma in relazione ai fabbisogni sopra esposti il maggior costo di tali tecnologie presenta tempi di ammortamento superiori a 20 anni e quindi**

**non attraenti dal punto di vista tecnico - economico.**

## **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.

**Non sono previste deroghe**

## **8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (obbligatoria)**

- ☒ [ X ] Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi
  - ☒ [ X ] Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi
  - ☒ [ X ] Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari
  - ☒ [ X ] 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
  - ☒ [ X ] 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
  - ☒ [ X ] Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e 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
- Altri eventuali allegati non obbligatori .....

## 9. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto, Giuseppe Silvestrini iscritto all'Ordine degli ingegneri di Padova al numero 1873, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2 del decreto legislativo 192/2005

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute dal decreto legislativo 192/2005 nonché dal decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005 ;
- b) il progetto relativo alle opere di cui sopra rispetta gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi e le decorrenze di cui all'allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del decreto legislativo 3 marzo 2011, n.28;
- c) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data  
Luglio 2018

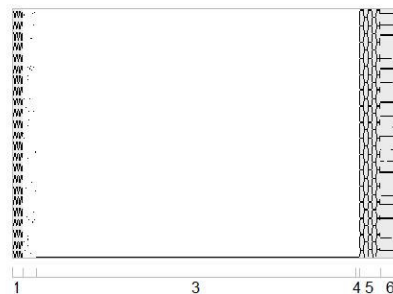
Firma

## COMPONENTE OPACO

Codice ME54  
 Descrizione Muro esterno blocco cassero legno cemento S30/7 Silver  
 Note Isospan S30/7 Silver  
 Giacitura VE=Verticale esterno  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,36700
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	389,110
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	389,110
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	41,570
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	25,952
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	3,860
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	4,030
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,248
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,006



### STRATIGRAFIA

Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
	Resistenza superficiale interna						0,130
1 PAV02	Piastrelle di ceramica	0,01000	1,163	0,000	2 300,000	840	0,009
2 INT10	Intonaco di cartongesso	0,01300	0,600	0,000	750,000	840	0,022
3 #BL S30-7	Blocco certificato legno cemento isolato	0,30000	0,105	0,350	1 155,000	740	2,857
4 #BVA15	Guaina traspirante	0,00400	0,020	5,000	40,000	1 400	0,200
5 ISO52	Polistirene espanso estruso	0,02000	0,033	0,000	35,000	1 250	0,606
6 LEG01	Abete (flusso perp. fibre)	0,02000	0,120	0,000	450,000	2 700	0,167
	Resistenza superficiale esterna						0,040

### VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo 2015  
 Verifica limiti come Verticale verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra  
 Zona climatica E  
 Trasmittanza limite 0,300 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Trasmittanza termica 0,248 W/(m<sup>2</sup>·K)  
**Verifica** Positiva

Codice ME54  
 Descrizione Muro esterno blocco cassero legno cemento S30/7 Silver

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno  
 Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile  
 Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile  
 Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2  
 Struttura leggera Si  
 Classe di umidità 2 - Uffici, negozi  
 Media delle temperature esterne minime annuali 0,0 °C

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	5,89	6,59	9,99	14,39	17,69	21,19	24,39	23,59	19,69	14,79	10,69	7,49
$p_e$ [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	21,19	24,39	23,59	20,00	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 277	1 213	1 274	1 466	1 524	1 871	1 599	2 047	1 729	1 642	1 442	1 389

### Proprietà dei materiali

Codice Materiale	Descrizione	d m	R m²·K/W	$\mu$	Sd m
	Resistenza superficiale esterna		0,040		
LEG01	Abete (flusso perp. fibre)	0,02000	0,167	625	12,50000
ISO52	Polistirene espanso estruso	0,02000	0,606	199	3,98000
#BVA15	Guaina traspirante	0,00400	0,200	6	0,02400
#BL S30-7	Blocco certificato legno cemento isolato	0,30000	2,857	2	0,60000
INT10	Intonaco di cartongesso	0,01300	0,022	8	0,10400
PAV02	Piastrelle di ceramica	0,01000	0,009	188	1,88000
	Resistenza superficiale interna		0,130		

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico -  
 Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,940  
 Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,467  
 Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.  
**Verifica Positiva**

### Risultati di calcolo

$\theta_e$  [°C] 0,00  
 $p_e$  [Pa] 580  
 $\theta_i$  [°C] 20,00  
 $p_i$  [Pa] 1 174  
 $p_s$  [Pa] 1 174  
 $\theta_{si,min}$  [°C] 9,34  
 $f_{Rsi}$  0,47  
 $\theta_{si}$  [°C] 18,80

Codice ME54  
Descrizione Muro esterno blocco cassero legno cemento S30/7 Silver

### Verifica della condensazione interstiziale (UNI EN ISO 13788 §6)

La condensazione avviene in una o più interfacce ma, per ogni interfaccia coinvolta, si prevede che tutta l'acqua condensata evapori nei mesi estivi.

Massima quantità di condensazione che si verifica in ogni interfaccia (Dicembre):

- Interfaccia 1 (LEG01 - ISO52 ): 0,00881 kg/m<sup>2</sup>

- Interfaccia 2 (ISO52 - #BVA15): 0,00571 kg/m<sup>2</sup>

- Interfaccia 3 (#BVA15 - #BL S3): 0,02248 kg/m<sup>2</sup>

**Verifica** **Positiva**

### Risultati di calcolo

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>Esterno</b>												
θ [°C]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p <sub>v</sub> [Pa]	580	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p <sub>s</sub> [Pa]	936	982	1 234	1 644	2 025	2 513	3 053	2 908	2 291	1 686	1 293	1 044
<b>Superficie esterna</b>												
θ [°C]	6,03	6,72	10,08	14,44	17,70	21,18	24,39	23,58	19,68	14,83	10,78	7,61
p <sub>v</sub> [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
p <sub>s</sub> [Pa]	936	982	1 234	1 644	2 025	2 513	3 053	2 908	2 291	1 686	1 293	1 044
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 1(LEG01 - ISO52)</b>												
θ [°C]	6,59	7,26	10,48	14,67	17,80	21,18	24,39	23,58	19,70	15,04	11,15	8,11
p <sub>v</sub> [Pa]	974	1 019	1 267	1 669	1 501	1 871	1 599	2 047	1 727	1 589	1 326	1 081
p <sub>s</sub> [Pa]	974	1 019	1 267	1 669	2 036	2 513	3 053	2 908	2 293	1 709	1 326	1 081
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00700	0,00699	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00254	0,00881
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	-0,01143	-0,03121	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,01835	0,02534	0,01391	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00254	0,01135
<b>Interfaccia 2(ISO52 - #BVA15)</b>												
θ [°C]	8,65	9,22	11,94	15,49	18,13	21,18	24,39	23,58	19,74	15,80	12,51	9,94
p <sub>v</sub> [Pa]	1 121	1 164	1 397	1 443	1 516	1 871	1 599	2 047	1 729	1 621	1 404	1 222
p <sub>s</sub> [Pa]	1 121	1 164	1 397	1 759	2 080	2 513	3 053	2 908	2 300	1 794	1 450	1 222
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00603	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00571
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00527	-0,03734	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,01174	0,00647	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00571
<b>Interfaccia 3(#BVA15 - #BL S30-7)</b>												
θ [°C]	9,33	9,86	12,43	15,76	18,25	21,18	24,39	23,58	19,76	16,05	12,96	10,54
p <sub>v</sub> [Pa]	1 174	1 216	1 442	1 444	1 516	1 871	1 599	2 047	1 729	1 621	1 405	1 273
p <sub>s</sub> [Pa]	1 174	1 216	1 442	1 790	2 095	2 513	3 053	2 908	2 302	1 824	1 493	1 273
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,01973	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,02248
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	-0,00701	-0,04801	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,04221	0,03520	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,02248
<b>Interfaccia 4(#BL S30-7 - INT10)</b>												
θ [°C]	19,04	19,09	19,32	19,62	19,84	21,18	24,39	23,58	19,98	19,65	19,37	19,15
p <sub>v</sub> [Pa]	1 233	1 172	1 244	1 449	1 518	1 871	1 599	2 047	1 729	1 626	1 413	1 350
p <sub>s</sub> [Pa]	2 202	2 209	2 241	2 283	2 314	2 513	3 053	2 908	2 334	2 286	2 247	2 217
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 5(INT10 - PAV02)</b>												
θ [°C]	19,12	19,16	19,37	19,65	19,86	21,18	24,39	23,58	19,98	19,67	19,42	19,22
p <sub>v</sub> [Pa]	1 236	1 174	1 246	1 450	1 518	1 871	1 599	2 047	1 729	1 627	1 415	1 352
p <sub>s</sub> [Pa]	2 213	2 219	2 248	2 287	2 316	2 513	3 053	2 908	2 334	2 290	2 254	2 226
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Codice ME54  
 Descrizione Muro esterno blocco cassero legno cemento S30/7 Silver

# **VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA**

Riferimento normativo 2015  
 Verifica limiti come Verticale verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra  
 Zona climatica E  
 Località Padova  
 Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:  
     valore di progetto 299,000 W/m²  
     valore di confronto 290,00 W/m²  
**Verifica richiesta** **Si**

## **Verifica massa superficiale**

Valore di progetto 389,110 kg/m²  
 Valore di confronto 230 kg/m²  
**Verifica** **Positiva**

## **Verifica trasmittanza termica periodica**

### **Risultati di calcolo**

	Modulo	$\Delta t$ h
Matrice di trasferimento		
Z11	499,679	0,150
Z12	164,958 W/(m²·K)	9,350
Z21	945,916 W/(m²·K)	-8,040
Z22	499,679	0,150
Ammetтенze termiche		
Lato interno	3,029 W/(m²·K)	2,791
Lato esterno	1,893 W/(m²·K)	3,820
Caratteristiche termiche dinamiche		
Trasmittanza termica periodica	0,006 W/(m²·K)	-21,350
Fattore di decremento	0,024	
Trasmittanza termica periodica		
valore di progetto	0,006 W/(m²·K)	
valore di confronto	0,100 W/(m²·K)	
<b>Verifica</b>	<b>Positiva</b>	

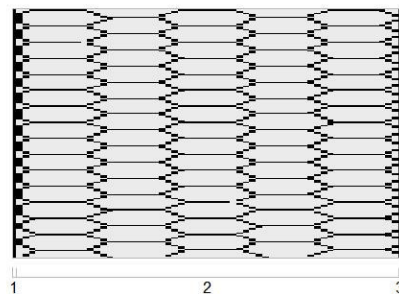


## COMPONENTE OPACO

Codice P1  
 Descrizione Porta opaca  
 Note  
 Giacitura VE=Verticale esterno  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,05520
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	5,130
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	5,130
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	2,599
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	2,871
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	1,636
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	1,806
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,554
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,553



### STRATIGRAFIA

Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
1 MET04	Resistenza superficiale interna Alluminio	0,00060	220,000	0,000	2 700,000	960	0,130 0,000
2 ISO52	Polistirene espanso estruso	0,05400	0,033	0,000	35,000	1 250	1,636
3 MET04	Alluminio Resistenza superficiale esterna	0,00060	220,000	0,000	2 700,000	960	0,000 0,040

### VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo	2015
Verifica limiti come	Chiusure verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati
Zona climatica	E
Trasmittanza limite	1,800 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Trasmittanza termica	0,554 W/(m <sup>2</sup> ·K)
<b>Verifica</b>	<b>Positiva</b>

Codice P1  
Descrizione Porta opaca

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno  
Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile  
Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile  
Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2  
Struttura leggera No  
Classe di umidità 2 - Uffici, negozi  
Umidità relativa massima accettabile 80 %

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	5,89	6,59	9,99	14,39	17,69	21,19	24,39	23,59	19,69	14,79	10,69	7,49
$p_e$ [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	21,19	24,39	23,59	19,69	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 277	1 213	1 274	1 466	1 524	1 871	1 599	2 047	1 729	1 642	1 442	1 389

### Proprietà dei materiali

Codice Materiale	Descrizione	d m	R m²·K/W	$\mu$	Sd m
MET04	Resistenza superficiale esterna Alluminio	0,00060	0,040 0,000	2 000 000	1 200,00000
ISO52	Polistirene espanso estruso	0,05400	1,636	199	10,74600
MET04	Alluminio	0,00060	0,000	2 000 000	1 200,00000
	Resistenza superficiale interna		0,130		

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico Dicembre  
Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,870  
Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,624  
Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.

**Verifica Positiva**

### Risultati di calcolo

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	5,89	6,59	9,99	14,39	17,69	21,19	24,39	23,59	19,69	14,79	10,69	7,49
$p_e$ [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	21,19	24,39	23,59	19,69	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 277	1 213	1 274	1 466	1 524	1 871	1 599	2 047	1 729	1 642	1 442	1 389
$p_s$ [Pa]	1 596	1 516	1 594	1 832	1 906	2 339	1 999	2 559	2 162	2 052	1 802	1 736
$\theta_{si,min}$ [°C]	13,98	13,19	13,96	16,13	16,75	20,01	17,50	21,47	18,75	17,92	15,87	15,29
$f_{Rsi}$	0,57	0,49	0,40	0,31	-2,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,56	0,62
$\theta_{si}$ [°C]	18,17	18,26	18,70	19,27	17,96	21,18	24,39	23,58	19,68	19,32	18,79	18,38

Codice	P1
Descrizione	Porta opaca

# **Verifica della condensazione interstiziale (UNI EN ISO 13788 §6)**

La condensazione avviene in una o più interfacce ma, per ogni interfaccia coinvolta, si prevede che tutta l'acqua condensata evapori nei mesi estivi.

Massima quantità di condensazione che si verifica in ogni interfaccia (Dicembre):

- Interfaccia 1 (MET04 - ISO52 ): 0,00013 kg/m²

**Verifica** **Positiva**

## **Risultati di calcolo**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>Esterno</b>												
θ [°C]	5,89	6,59	9,98	14,39	17,68	21,18	24,39	23,58	19,68	14,78	10,69	7,49
p <sub>v</sub> [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
p <sub>s</sub> [Pa]	947	992	1 243	1 651	2 023	2 513	3 053	2 908	2 291	1 692	1 302	1 054
<b>Superficie esterna</b>												
θ [°C]	6,18	6,87	10,19	14,51	17,69	21,18	24,39	23,58	19,68	14,89	10,88	7,75
p <sub>v</sub> [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
p <sub>s</sub> [Pa]	947	992	1 243	1 651	2 023	2 513	3 053	2 908	2 291	1 692	1 302	1 054
g <sub>c</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
M <sub>a</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 1(MET04 - ISO52)</b>												
θ [°C]	6,18	6,87	10,19	14,51	17,69	21,18	24,39	23,58	19,68	14,89	10,88	7,75
p <sub>v</sub> [Pa]	947	992	1 243	1 651	1 490	1 871	1 599	2 047	1 725	1 564	1 302	1 054
p <sub>s</sub> [Pa]	947	992	1 243	1 651	2 023	2 513	3 053	2 908	2 291	1 692	1 302	1 054
g <sub>c</sub> [kg/m²]	0,00010	0,00001	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00013
g <sub>ev</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	-0,00010	-0,00023	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
M <sub>a</sub> [kg/m²]	0,00023	0,00024	0,00014	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00013
<b>Interfaccia 2(ISO52 - MET04)</b>												
θ [°C]	18,17	18,26	18,70	19,27	17,96	21,18	24,39	23,58	19,68	19,32	18,79	18,38
p <sub>v</sub> [Pa]	1 068	1 015	1 127	1 383	1 491	1 871	1 599	2 047	1 725	1 565	1 305	1 204
p <sub>s</sub> [Pa]	2 085	2 097	2 155	2 234	2 057	2 513	3 053	2 908	2 291	2 241	2 168	2 112
g <sub>c</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
M <sub>a</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Codice P1  
 Descrizione Porta opaca

## VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA

Riferimento normativo 2015  
 Verifica limiti come Chiusure verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati  
 Zona climatica E  
 Località Padova  
 Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:  
     valore di progetto 299,000 W/m²  
     valore di confronto 290,00 W/m²  
**Verifica richiesta** **No**

### Verifica massa superficiale

Valore di progetto 5,130 kg/m²  
 Valore di confronto 230 kg/m²  
**Verifica** **Non richiesta**

### Verifica trasmittanza termica periodica

#### Risultati di calcolo

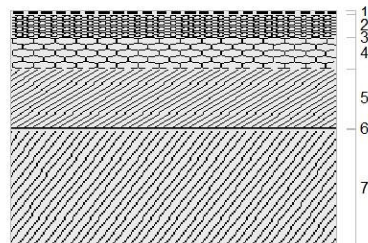
	Modulo	$\Delta t$ h
Matrice di trasferimento		
Z11	1,043	1,270
Z12	1,808 W/(m²·K)	-11,720
Z21	0,401 W/(m²·K)	-5,420
Z22	1,043	1,270
Ammetтенze termiche		
Lato interno	0,577 W/(m²·K)	0,990
Lato esterno	0,581 W/(m²·K)	1,120
Caratteristiche termiche dinamiche		
Trasmittanza termica periodica	0,553 W/(m²·K)	-0,280
Fattore di decremento	0,999	
Trasmittanza termica periodica		
valore di progetto	0,553 W/(m²·K)	
valore di confronto	0,180 W/(m²·K)	
<b>Verifica</b>	<b>Non richiesta</b>	

## COMPONENTE OPACO

Codice PAV01  
 Descrizione Pavimento contro terra  
 Note  
 Giacitura PT=Pavimento terreno  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,60430
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	874,385
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	874,385
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	60,528
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	210,867
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	3,688
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	3,858
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,259
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,020



### STRATIGRAFIA

Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
	Resistenza superficiale interna						0,170
1 PAV07	Piastrelle di gres	0,01000	0,980	0,000	1 900,000	840	0,010
2 SOT01	Sottofondo sabbia-cemento	0,06000	1,400	0,000	2 000,000	840	0,043
3 BVA14	Polietilene in fogli	0,00030	0,350	0,000	950,000	2 100	0,001
4 ISO52	Polistirene espanso estruso	0,08000	0,033	0,000	35,000	1 250	2,424
5 CLS112	ISOCAL	0,15000	0,149	0,000	450,000	880	1,007
6 BVA09	Velo di vetro bitumato	0,00400	0,230	0,000	1 200,000	920	0,017
7 CLS005	St. chiusa (est. non protetto)	0,30000	1,613	0,000	2 200,000	880	0,186
	Resistenza superficiale esterna						0,000

### VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo 2015  
 Verifica limiti come Pavimento verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra  
 Zona climatica E  
 Trasmittanza limite 0,300 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Trasmittanza termica 0,259 W/(m<sup>2</sup>·K)  
**Verifica** Positiva

Codice PAV01  
Descrizione Pavimento contro terra

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno  
Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile  
Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile  
Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2  
Struttura leggera No  
Classe di umidità 2 - Uffici, negozi  
Umidità relativa massima accettabile 80 %

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	5,89	6,59	9,99	14,39	17,69	21,19	24,39	23,59	19,69	14,79	10,69	7,49
$p_e$ [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	21,19	24,39	23,59	19,69	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 277	1 213	1 274	1 466	1 524	1 871	1 599	2 047	1 729	1 642	1 442	1 389

### Proprietà dei materiali

Codice Materiale	Descrizione	d m	R m²·K/W	$\mu$	Sd m
	Resistenza superficiale esterna		0,000		
CLS005	St. chiusa (est. non protetto)	0,30000	0,186	99	29,70000
BVA09	Velo di vetro bitumato	0,00400	0,017	20 000	80,00000
CLS112	ISOCAL	0,15000	1,007	3	0,45000
ISO52	Polistirene espanso estruso	0,08000	2,424	199	15,92000
BVA14	Polietilene in fogli	0,00030	0,001	50 000	15,00000
SOT01	Sottofondo sabbia-cemento	0,06000	0,043	22	1,32000
PAV07	Piastrelle di gres	0,01000	0,010	10	0,10000
	Resistenza superficiale interna		0,170		

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico Dicembre  
Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,937  
Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,624  
Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.

**Verifica Positiva**

### Risultati di calcolo

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	5,89	6,59	9,99	14,39	17,69	21,19	24,39	23,59	19,69	14,79	10,69	7,49
$p_e$ [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	21,19	24,39	23,59	19,69	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 277	1 213	1 274	1 466	1 524	1 871	1 599	2 047	1 729	1 642	1 442	1 389
$p_s$ [Pa]	1 596	1 516	1 594	1 832	1 906	2 339	1 999	2 559	2 162	2 052	1 802	1 736
$\theta_{si,min}$ [°C]	13,98	13,19	13,96	16,13	16,75	20,01	17,50	21,47	18,75	17,92	15,87	15,29
$f_{Rsi}$	0,57	0,49	0,40	0,31	-2,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,56	0,62
$\theta_{si}$ [°C]	19,11	19,16	19,37	19,65	17,98	21,18	24,39	23,58	19,68	19,67	19,41	19,21

Codice PAV01  
Descrizione Pavimento contro terra

### Verifica della condensazione interstiziale (UNI EN ISO 13788 §6)

La condensazione avviene in una o più interfacce ma, per ogni interfaccia coinvolta, si prevede che tutta l'acqua condensata evapori nei mesi estivi.

Massima quantità di condensazione che si verifica in ogni interfaccia (Gennaio):

- Interfaccia 2 (BVA09 - CLS112): 0,00416 kg/m²

**Verifica Positiva**

#### Risultati di calcolo

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>Esterno</b>												
θ [°C]	5,89	6,59	9,98	14,39	17,68	21,18	24,39	23,58	19,68	14,78	10,69	7,49
p <sub>v</sub> [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
p <sub>s</sub> [Pa]	937	983	1 234	1 645	2 022	2 513	3 053	2 908	2 291	1 686	1 293	1 044
<b>Superficie esterna</b>												
θ [°C]	6,03	6,72	10,08	14,45	17,68	21,18	24,39	23,58	19,68	14,83	10,78	7,62
p <sub>v</sub> [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
p <sub>s</sub> [Pa]	937	983	1 234	1 645	2 022	2 513	3 053	2 908	2 291	1 686	1 293	1 044
g <sub>c</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
M <sub>a</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 1(CLS005 - BVA09)</b>												
θ [°C]	6,69	7,35	10,55	14,71	17,70	21,18	24,39	23,58	19,68	15,08	11,22	8,20
p <sub>v</sub> [Pa]	945	898	1 039	1 335	1 470	1 871	1 599	2 047	1 722	1 519	1 224	1 087
p <sub>s</sub> [Pa]	980	1 026	1 273	1 673	2 024	2 513	3 053	2 908	2 291	1 713	1 331	1 087
g <sub>c</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00124
g <sub>ev</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
M <sub>a</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00124
<b>Interfaccia 2(BVA09 - CLS112)</b>												
θ [°C]	6,75	7,41	10,59	14,73	17,70	21,18	24,39	23,58	19,68	15,10	11,26	8,25
p <sub>v</sub> [Pa]	984	1 030	1 277	1 675	2 024	1 871	1 599	2 047	1 728	1 606	1 335	1 091
p <sub>s</sub> [Pa]	984	1 030	1 277	1 675	2 024	2 513	3 053	2 908	2 291	1 715	1 335	1 091
g <sub>c</sub> [kg/m²]	0,00416	0,00194	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00089	0,00485
g <sub>ev</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	-0,00144	-0,00508	-0,01092	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
M <sub>a</sub> [kg/m²]	0,00990	0,01184	0,01040	0,00532	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00089	0,00574
<b>Interfaccia 3(CLS112 - ISO52)</b>												
θ [°C]	10,32	10,80	13,13	16,15	17,78	21,18	24,39	23,58	19,68	16,42	13,62	11,42
p <sub>v</sub> [Pa]	1 182	1 123	1 207	1 428	1 509	1 871	1 599	2 047	1 728	1 607	1 379	1 305
p <sub>s</sub> [Pa]	1 254	1 295	1 510	1 835	2 035	2 513	3 053	2 908	2 291	1 867	1 558	1 349
g <sub>c</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
M <sub>a</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 4(ISO52 - BVA14)</b>												
θ [°C]	18,92	18,98	19,23	19,57	17,98	21,18	24,39	23,58	19,68	19,60	19,29	19,04
p <sub>v</sub> [Pa]	1 229	1 167	1 241	1 447	1 517	1 871	1 599	2 047	1 729	1 624	1 410	1 346
p <sub>s</sub> [Pa]	2 185	2 193	2 228	2 276	2 060	2 513	3 053	2 908	2 291	2 280	2 236	2 202
g <sub>c</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
M <sub>a</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 5(BVA14 - SOT01)</b>												
θ [°C]	18,93	18,98	19,24	19,57	17,98	21,18	24,39	23,58	19,68	19,60	19,29	19,05
p <sub>v</sub> [Pa]	1 273	1 209	1 272	1 464	1 524	1 871	1 599	2 047	1 730	1 640	1 439	1 385
p <sub>s</sub> [Pa]	2 186	2 193	2 229	2 276	2 060	2 513	3 053	2 908	2 291	2 280	2 236	2 203
g <sub>c</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
M <sub>a</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 6(SOT01 - PAV07)</b>												
θ [°C]	19,08	19,12	19,35	19,63	17,98	21,18	24,39	23,58	19,68	19,66	19,39	19,18
p <sub>v</sub> [Pa]	1 277	1 213	1 275	1 466	1 525	1 871	1 599	2 047	1 730	1 642	1 442	1 389
p <sub>s</sub> [Pa]	2 207	2 213	2 244	2 284	2 060	2 513	3 053	2 908	2 291	2 288	2 250	2 221
g <sub>c</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
M <sub>a</sub> [kg/m²]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Codice	PAV01
Descrizione	Pavimento contro terra

# VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA

Riferimento normativo	2015
Verifica limiti come	Pavimento verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra
Zona climatica	E
Località	Padova
Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:	
valore di progetto	299,000 W/m²
valore di confronto	290,00 W/m²
<b>Verifica richiesta</b>	<b>No</b>

## Verifica massa superficiale

Valore di progetto	874,385 kg/m²
Valore di confronto	230 kg/m²
<b>Verifica</b>	<b>Non richiesta</b>

## Verifica trasmittanza termica periodica

### Risultati di calcolo

	Modulo	$\Delta t$ h
Matrice di trasferimento		
Z11	225,648	-4,500
Z12	51,177 W/(m²·K)	5,440
Z21	3 462,808 W/(m²·K)	10,420
Z22	225,648	-4,500
Ammettenze termiche		
Lato interno	4,409 W/(m²·K)	2,057
Lato esterno	15,346 W/(m²·K)	2,920
Caratteristiche termiche dinamiche		
Trasmittanza termica periodica	0,020 W/(m²·K)	-17,440
Fattore di decremento	0,075	
Trasmittanza termica periodica		
valore di progetto	0,020 W/(m²·K)	
valore di confronto	0,180 W/(m²·K)	
<b>Verifica</b>	<b>Non richiesta</b>	

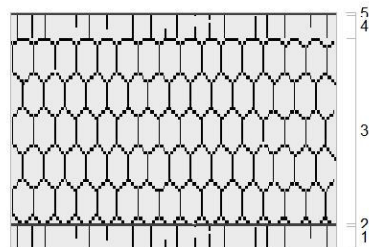


## COMPONENTE OPACO

Codice	TT1
Descrizione	Tetto di copertura
Note	
Giacitura	SE=Solaio esterno(flusso ascendente)
Origine dei dati	Da stratigrafia

## RIEPILOGO

Spessore	m	0,25870
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	54,350
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	54,350
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	31,037
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	38,282
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	6,039
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	6,179
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,162
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,091



## STRATIGRAFIA

Codice materiale	Descrizione	d m	l W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	c <sub>p</sub> J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
	Resistenza superficiale interna						0,100
1 LEG01	Abete (flusso perp. fibre)	0,02500	0,120	0,000	450,000	2 700	0,208
2 BVA15	GUAINA TRASPIRANTE PER TETTI	0,00400	0,000	5,000	40,000	1 400	0,200
3 ISO22	Fibre min.: pann. rigidi	0,20000	0,037	0,000	125,000	840	5,405
4 LEG01	Abete (flusso perp. fibre)	0,02500	0,120	0,000	450,000	2 700	0,208
5 BVA09	Velo di vetro bitumato	0,00400	0,230	0,000	1 200,000	920	0,017
6 MET04	Alluminio	0,00070	220,000	0,000	2 700,000	960	0,000
	Resistenza superficiale esterna						0,040

## VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo	2015
Verifica limiti come	Copertura orizzontale o inclinata verso l'esterno o gli ambienti non climatizzati
Zona climatica	E
Trasmittanza limite	0,250 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Trasmittanza termica	0,162 W/(m <sup>2</sup> ·K)
<b>Verifica</b>	Positiva

Codice TT1  
Descrizione Tetto di copertura

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno  
Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile  
Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile  
Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2  
Struttura leggera No  
Classe di umidità 2 - Uffici, negozi  
Umidità relativa massima accettabile 80 %

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	5,89	6,59	9,99	14,39	17,69	21,19	24,39	23,59	19,69	14,79	10,69	7,49
$p_e$ [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	21,19	24,39	23,59	19,69	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 277	1 213	1 274	1 466	1 524	1 871	1 599	2 047	1 729	1 642	1 442	1 389

### Proprietà dei materiali

Codice Materiale	Descrizione	d m	R m²·K/W	$\mu$	Sd m
MET04	Resistenza superficiale esterna Alluminio	0,00070	0,040 0,000	2 000 000	1 400,00000
BVA09	Velo di vetro bitumato	0,00400	0,017	20 000	80,00000
LEG01	Abete (flusso perp. fibre)	0,02500	0,208	625	15,62500
ISO22	Fibre min.: pann. rigidi	0,20000	5,405	1	0,20000
BVA15	GUAINA TRASPIRANTE PER TETTI	0,00400	0,200	6	0,02400
LEG01	Abete (flusso perp. fibre) Resistenza superficiale interna	0,02500	0,208 0,100	625	15,62500

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico Dicembre  
Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,960  
Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,624  
Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.  
**Verifica Positiva**

### Risultati di calcolo

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	5,89	6,59	9,99	14,39	17,69	21,19	24,39	23,59	19,69	14,79	10,69	7,49
$p_e$ [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	21,19	24,39	23,59	19,69	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 277	1 213	1 274	1 466	1 524	1 871	1 599	2 047	1 729	1 642	1 442	1 389
$p_s$ [Pa]	1 596	1 516	1 594	1 832	1 906	2 339	1 999	2 559	2 162	2 052	1 802	1 736
$\theta_{si,min}$ [°C]	13,98	13,19	13,96	16,13	16,75	20,01	17,50	21,47	18,75	17,92	15,87	15,29
$f_{Rsi}$	0,57	0,49	0,40	0,31	-2,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,56	0,62
$\theta_{si}$ [°C]	19,44	19,47	19,60	19,78	17,99	21,18	24,39	23,58	19,68	19,79	19,63	19,51

Codice	TT1
Descrizione	Tetto di copertura

### Verifica della condensazione interstiziale (UNI EN ISO 13788 §6)

La condensazione avviene in una o più interfacce ma, per ogni interfaccia coinvolta, si prevede che tutta l'acqua condensata evapori nei mesi estivi.

Massima quantità di condensazione che si verifica in ogni interfaccia (Dicembre):

- Interfaccia 2 (BVA09 - LEG01 ): 0,00050 kg/m<sup>2</sup>

- Interfaccia 3 (LEG01 - ISO22 ): 0,01066 kg/m<sup>2</sup>

**Verifica** **Positiva**

#### Risultati di calcolo

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>Esterno</b>												
θ [°C]	5,89	6,59	9,98	14,39	17,68	21,18	24,39	23,58	19,68	14,78	10,69	7,49
p <sub>v</sub> [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
p <sub>s</sub> [Pa]	933	979	1 231	1 642	2 022	2 513	3 053	2 908	2 291	1 684	1 290	1 041
<b>Superficie esterna</b>												
θ [°C]	5,98	6,67	10,04	14,43	17,68	21,18	24,39	23,58	19,68	14,81	10,75	7,57
p <sub>v</sub> [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
p <sub>s</sub> [Pa]	933	979	1 231	1 642	2 022	2 513	3 053	2 908	2 291	1 684	1 290	1 041
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 1(MET04 - BVA09)</b>												
θ [°C]	5,98	6,67	10,04	14,43	17,68	21,18	24,39	23,58	19,68	14,81	10,75	7,57
p <sub>v</sub> [Pa]	933	979	1 231	1 454	1 520	1 871	1 599	2 047	1 729	1 631	1 290	1 041
p <sub>s</sub> [Pa]	933	979	1 231	1 642	2 022	2 513	3 053	2 908	2 291	1 684	1 290	1 041
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	-0,00001	-0,00005	-0,00008	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00003	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	-0,00004	-0,00009	-0,00017	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00003	-0,00003
<b>Interfaccia 2(BVA09 - LEG01)</b>												
θ [°C]	6,02	6,71	10,07	14,44	17,68	21,18	24,39	23,58	19,68	14,83	10,77	7,60
p <sub>v</sub> [Pa]	936	982	1 233	1 644	1 524	1 871	1 599	2 047	1 730	1 639	1 292	1 044
p <sub>s</sub> [Pa]	936	982	1 233	1 644	2 022	2 513	3 053	2 908	2 291	1 686	1 292	1 044
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00051	0,00051	0,00045	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00043	0,00050
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00305	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00144	0,00195	0,00240	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00043	0,00093
<b>Interfaccia 3(LEG01 - ISO22)</b>												
θ [°C]	6,48	7,15	10,40	14,62	17,69	21,18	24,39	23,58	19,68	15,00	11,08	8,01
p <sub>v</sub> [Pa]	966	1 012	1 261	1 664	2 023	2 513	1 599	2 047	1 730	1 640	1 319	1 073
p <sub>s</sub> [Pa]	966	1 012	1 261	1 664	2 023	2 513	3 053	2 908	2 291	1 704	1 319	1 073
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,01049	0,00678	0,00046	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00401	0,01066
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	-0,00659	-0,01704	-0,02122	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,02516	0,03194	0,03240	0,02581	0,00877	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00401	0,01467
<b>Interfaccia 4(ISO22 - BVA15)</b>												
θ [°C]	18,53	18,61	18,96	19,42	17,97	21,18	24,39	23,58	19,68	19,46	19,03	18,70
p <sub>v</sub> [Pa]	1 273	1 209	1 272	1 464	1 524	1 871	1 599	2 047	1 730	1 640	1 439	1 385
p <sub>s</sub> [Pa]	2 133	2 143	2 190	2 254	2 059	2 513	3 053	2 908	2 291	2 260	2 201	2 155
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Interfaccia 5(BVA15 - LEG01)</b>												
θ [°C]	18,98	19,03	19,27	19,59	17,98	21,18	24,39	23,58	19,68	19,62	19,33	19,09
p <sub>v</sub> [Pa]	1 273	1 209	1 272	1 464	1 524	1 871	1 599	2 047	1 730	1 640	1 439	1 385
p <sub>s</sub> [Pa]	2 193	2 200	2 234	2 279	2 060	2 513	3 053	2 908	2 291	2 283	2 241	2 209
g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
g <sub>ev</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Ma [kg/m <sup>2</sup> ]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Codice	TT1
Descrizione	Tetto di copertura

# **VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA**

Riferimento normativo	2015
Verifica limiti come	Copertura orizzontale o inclinata verso l'esterno o gli ambienti non climatizzati
Zona climatica	E
Località	Padova
Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:	
valore di progetto	299,000 W/m²
valore di confronto	290,00 W/m²
<b>Verifica richiesta</b>	<b>Si</b>

## **Verifica massa superficiale**

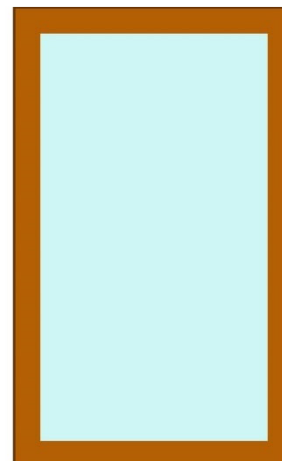
Valore di progetto	54,350 kg/m²
Valore di confronto	230 kg/m²
<b>Verifica</b>	<b>Non richiesta</b>

## **Verifica trasmittanza termica periodica**

### **Risultati di calcolo**

	Modulo	$\Delta t$ h
Matrice di trasferimento		
Z11	23,904	-11,520
Z12	11,031 W/(m²·K)	-3,490
Z21	64,357 W/(m²·K)	4,890
Z22	23,904	-11,520
Ammetтенze termiche		
Lato interno	2,167 W/(m²·K)	3,973
Lato esterno	2,696 W/(m²·K)	4,410
Caratteristiche termiche dinamiche		
Trasmittanza termica periodica	0,091 W/(m²·K)	-8,510
Fattore di decremento	0,560	
Trasmittanza termica periodica		
valore di progetto	0,091 W/(m²·K)	
valore di confronto	0,180 W/(m²·K)	
<b>Verifica</b>	<b>Positiva</b>	

Codice	F1
Descrizione	Finestra 70x115 metal VCBE
Note	
Origine dei dati	Procedura analitica (UNI EN ISO 10077-1:2007)



#### Caratteristiche del serramento:

Tipo di serramento			Finestra singola
Trasmittanza termica	Uw	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,647
Trasmittanza solo vetro	Ug	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,100

#### Dimensioni del serramento:

Larghezza	m	0,70
Altezza	m	1,15

#### Dati apporti solari:

Emissività	ε	0,837
Trasmittanza solare	g gl,n	0,67

### TELAIO

#### Serramento interno:

Area vetro	Ag	m <sup>2</sup>	0,570
Area telaio	Af	m <sup>2</sup>	0,240
Area pannelli	Ap	m <sup>2</sup>	0,000
Perimetro vetro	Lg	m	3,140
Trasmittanza termica telaio	Uf	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,900

### VETRO

#### Serramento:

Trasmittanza termica vetro	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,100
Trasmittanza termica distanziatore	W/(m·K)	0,080

### RISULTATI

Resistenza	m <sup>2</sup> ·K/W	0,607
Trasmittanza termica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,647
Resistenza termica aggiuntiva	m <sup>2</sup> ·K/W	0,000
Trasmittanza totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,647

### VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo	2015
Verifica limiti come	Verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati
Zona climatica	E
Trasmittanza limite	[W/(m <sup>2</sup> ·K)] 1,800
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> ·K)] 1,647
<b>Verifica trasmittanza</b>	<b>Positiva</b>

Codice	F1
Descrizione	Finestra 70x115 metal VCBE

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante	Esterno
Temperatura esterna	UNI 10349 - Media mensile
Umidità relativa esterna	UNI 10349 - Media mensile
Temperatura interna	UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2
Struttura leggera	Si
Classe di umidità	2 - Uffici, negozi
Media delle temperature esterne minime annuali	0,0 °C

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	5,89	6,59	9,99	14,39	17,69	21,19	24,39	23,59	19,69	14,79	10,69	7,49
$p_e$ [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	21,19	24,39	23,59	20,00	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 277	1 213	1 274	1 466	1 524	1 871	1 599	2 047	1 729	1 642	1 442	1 389

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico	-
Fattore di temperatura, $f_{Rsi}$	0,833
Fattore di temperatura massimo, $f_{Rsi,max}$	0,467

Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.

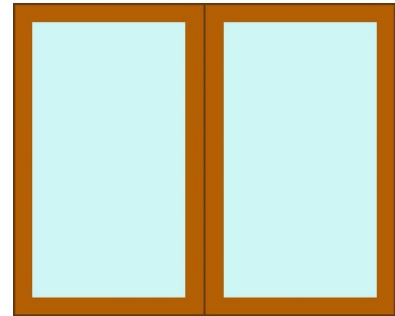
**Verifica** **Positiva**

### Risultati di calcolo

$\theta_e$ [°C]	0,00
$p_e$ [Pa]	580
$\theta_i$ [°C]	20,00
$p_i$ [Pa]	1 174
$p_s$ [Pa]	1 174
$\theta_{si,min}$ [°C]	9,34
$f_{Rsi}$	0,47
$\theta_{si}$ [°C]	16,65

## COMPONENTE FINESTRATO

Codice F2  
Descrizione Finestra 140x115 metal VCBE  
Note  
Origine dei dati Procedura analitica (UNI EN ISO 10077-1:2007)



### Caratteristiche del serramento:

Tipo di serramento			Finestra singola
Trasmittanza termica	Uw	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,651
Trasmittanza solo vetro	Ug	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,100

### Dimensioni del serramento:

Larghezza	m	1,40
Altezza	m	1,15

### Dati apporti solari:

Emissività	ε	0,837
Trasmittanza solare	g gl,n	0,67

## TELAIO

### Serramento interno:

Area vetro	Ag	m <sup>2</sup>	1,130
Area telaio	Af	m <sup>2</sup>	0,480
Area pannelli	Ap	m <sup>2</sup>	0,000
Perimetro vetro	Lg	m	6,280
Trasmittanza termica telaio	Uf	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,900

## VETRO

### Serramento:

Trasmittanza termica vetro	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,100
Trasmittanza termica distanziatore	W/(m·K)	0,080

## RISULTATI

Resistenza	m <sup>2</sup> ·K/W	0,606
Trasmittanza termica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,651
Resistenza termica aggiuntiva	m <sup>2</sup> ·K/W	0,000
Trasmittanza totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,651

## VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo	2015
Verifica limiti come	Verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati
Zona climatica	E
Trasmittanza limite	[W/(m <sup>2</sup> ·K)] 1,800
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> ·K)] 1,651
<b>Verifica trasmittanza</b>	<b>Positiva</b>

Codice	F2
Descrizione	Finestra 140x115 metal VCBE

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante	Esterno
Temperatura esterna	UNI 10349 - Media mensile
Umidità relativa esterna	UNI 10349 - Media mensile
Temperatura interna	UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2
Struttura leggera	Si
Classe di umidità	2 - Uffici, negozi
Media delle temperature esterne minime annuali	0,0 °C

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	5,89	6,59	9,99	14,39	17,69	21,19	24,39	23,59	19,69	14,79	10,69	7,49
$p_e$ [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	21,19	24,39	23,59	20,00	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 277	1 213	1 274	1 466	1 524	1 871	1 599	2 047	1 729	1 642	1 442	1 389

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico	-
Fattore di temperatura, $f_{Rsi}$	0,832
Fattore di temperatura massimo, $f_{Rsi,max}$	0,467

Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.

**Verifica** **Positiva**

### Risultati di calcolo

$\theta_e$ [°C]	0,00
$p_e$ [Pa]	580
$\theta_i$ [°C]	20,00
$p_i$ [Pa]	1 174
$p_s$ [Pa]	1 174
$\theta_{si,min}$ [°C]	9,34
$f_{Rsi}$	0,47
$\theta_{si}$ [°C]	16,65

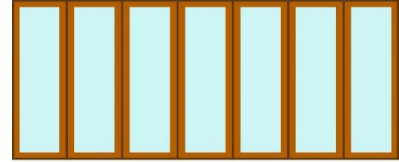


## COMPONENTE FINESTRATO

Codice F3  
Descrizione Finestra 350x145 metal VCBE  
Note  
Origine dei dati Procedura analitica (UNI EN ISO 10077-1:2007)

### Caratteristiche del serramento:

Tipo di serramento			Finestra singola
Trasmittanza termica	Uw	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,748
Trasmittanza solo vetro	Ug	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,100



### Dimensioni del serramento:

Larghezza	m	3,50
Altezza	m	1,45

### Caratteristiche chiusure oscuranti:

Resistenza termica addizionale	m <sup>2</sup> ·K/W	0,26
Coefficiente di utilizzo della struttura fshut		0,60

### Dati apporti solari:

Emissività	ε	0,837
Trasmittanza solare	g gl,n	0,67

## TELAIO

### Serramento interno:

Area vetro	Ag	m <sup>2</sup>	3,300
Area telaio	Af	m <sup>2</sup>	1,770
Area pannelli	Ap	m <sup>2</sup>	0,000
Perimetro vetro	Lg	m	23,380
Trasmittanza termica telaio	Uf	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,900

## VETRO

### Serramento:

Trasmittanza termica vetro	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,100
Trasmittanza termica distanziatore	W/(m·K)	0,080

## RISULTATI

Resistenza	m <sup>2</sup> ·K/W	0,572
Trasmittanza termica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,748
Resistenza termica aggiuntiva	m <sup>2</sup> ·K/W	0,260
Trasmittanza totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,420

## VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo	2015
Verifica limiti come	Verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati
Zona climatica	E
Trasmittanza limite	[W/(m <sup>2</sup> ·K)] 1,800
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> ·K)] 1,748
<b>Verifica trasmittanza</b>	<b>Positiva</b>

Codice	F3
Descrizione	Finestra 350x145 metal VCBE

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante	Esterno
Temperatura esterna	UNI 10349 - Media mensile
Umidità relativa esterna	UNI 10349 - Media mensile
Temperatura interna	UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2
Struttura leggera	Si
Classe di umidità	2 - Uffici, negozi
Media delle temperature esterne minime annuali	0,0 °C

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	5,89	6,59	9,99	14,39	17,69	21,19	24,39	23,59	19,69	14,79	10,69	7,49
$p_e$ [Pa]	858	815	977	1 300	1 456	1 871	1 599	2 047	1 720	1 487	1 166	1 017
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	21,19	24,39	23,59	20,00	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 277	1 213	1 274	1 466	1 524	1 871	1 599	2 047	1 729	1 642	1 442	1 389

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico	-
Fattore di temperatura, $f_{Rsi}$	0,825
Fattore di temperatura massimo, $f_{Rsi,max}$	0,467

Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.

**Verifica** **Positiva**

### Risultati di calcolo

$\theta_e$ [°C]	0,00
$p_e$ [Pa]	580
$\theta_i$ [°C]	20,00
$p_i$ [Pa]	1 174
$p_s$ [Pa]	1 174
$\theta_{si,min}$ [°C]	9,34
$f_{Rsi}$	0,47
$\theta_{si}$ [°C]	16,50

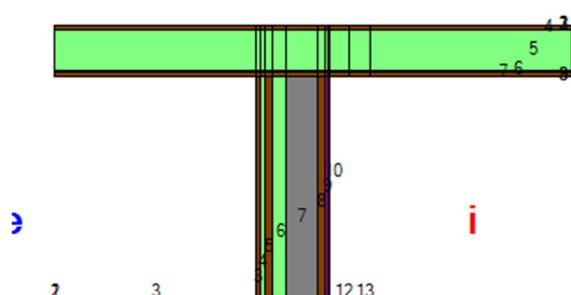
## Simboli e unità di misura

Simbolo	Quantità	Unità di misura
$c_p$	capacità termica specifica	J/(kg·K)
$A_g$	area (vetro)	m <sup>2</sup>
$A_f$	area (telaio)	m <sup>2</sup>
$A_p$	area (pannello)	m <sup>2</sup>
$C$	conduttanza unitaria	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$d$	spessore	m
$f_{Rsi}$	fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna	-
$f_{Rsi,max}$	fattore di temperatura di progetto in corrispondenza alla superficie interna per il mese critico	-
$g_c$	densità di flusso di vapore (condensazione)	Kg/m <sup>2</sup>
$g_{ev}$	densità di flusso di vapore (evaporazione)	Kg/m <sup>2</sup>
$U_f$	trasmissione termica (telaio)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_g$	trasmissione termica (elemento vetrato)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$\Psi_g$	trasmissione termica (lineare del distanziatore)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_p$	trasmissione termica (pannello)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_w$	trasmissione termica (totale del serramento)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$L_g$	lunghezza perimetrale della superficie vetrata	m
$M_a$	massa di vapore per unità di superficie accumulata in corrispondenza di un'interfaccia	Kg/m <sup>2</sup>
$p_i$	pressione parziale del vapore (aria interna)	Pa
$p_e$	pressione parziale del vapore (aria esterna)	Pa
$R$	resistenza termica di progetto (da superficie a superficie)	m <sup>2</sup> ·K/W
$R_{si}$	resistenza superficiale (interna)	m <sup>2</sup> ·K/W
$R_{se}$	resistenza superficiale (esterna)	m <sup>2</sup> ·K/W
$s_d$	spessore equivalente di aria per la diffusione del vapore	m
$\lambda$	conduttività utile di calcolo	W/(m·K)
$\mu$	fattore di resistenza igroscopica	-
$\rho$	massa volumica	Kg/m <sup>3</sup>
$\theta_i$	temperatura (aria interna)	°C
$\theta_e$	temperatura (aria esterna)	°C
$\Delta t$	sfasamento	h

Ponti termici:

	Descrizione	Coefficiente lineico interno [W/m K]	Coefficiente lineico esterno [W/m K]	Rischio condensa	Rischio muffa
1	Copertura in legno muro composito1	0,054	-0,072	✓	✓
2	W Finestra filo interno con rifodera cartongesso	0,132	0,132	✓	✓

### Ponte: Copertura in legno muro composito1



### Descrizione ponte

#### Parete

	Materiale	Conduttività [W/m K]	Fattore di resistenza al vapore	Spessore [m]
1	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60	0,020
2	Pannello in polistirene espanso sinterizzato EPS 100	0,035	60	0,020
3	Pannelli di spaccato di legno e leganti inorganici	0,160	30	0,040
4	Pannello in polistirene espanso sinterizzato EPS S a conducibilità termica migliorata mediante riduzione della trasmissione radiativa del calore	0,033	60	0,070
5	CLS con aggregato naturale per pareti interne o esterne protette	1,484	100	0,150
6	Pannelli di spaccato di legno e leganti inorganici	0,160	30	0,040
7	Cartongesso in lastre	0,210	8	0,012
8	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,300	1000000	0,010

#### Solaio

	Materiale	Conduttività [W/m K]	Fattore di resistenza al vapore	Spessore [m]
1	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60	0,025
2	Pannello in lana di roccia (densità 100 kg/m³)	0,035	1	0,200
3	Velovetro bitumato	0,230	20000	0,004
4	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60	0,025

#### Nodo

	Materiale	Conduttività [W/m K]	Fattore di resistenza al vapore
--	-----------	----------------------	---------------------------------

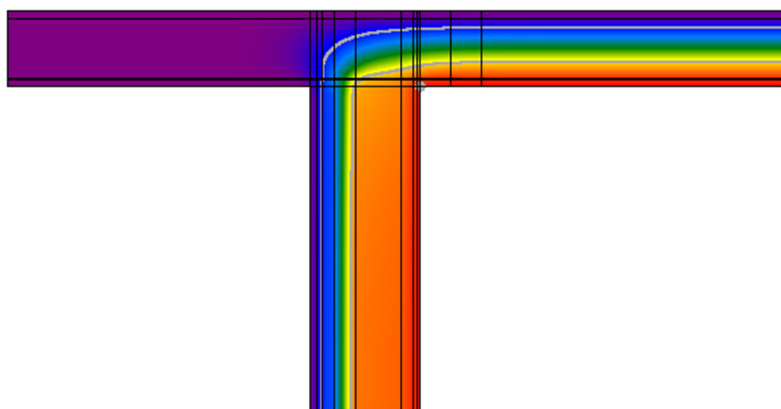
1,1	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
1,2	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
1,3	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
1,4	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
1,5	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
1,6	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
1,7	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
1,8	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
1,9	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
1,10	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
1,11	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
1,12	Calcestruzzo - 2000 kg/m <sup>3</sup>	1,350	60
1,13	Calcestruzzo - 2000 kg/m <sup>3</sup>	1,350	60
2,1	Pannello in lana di roccia (densità 100 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	1
2,2	Pannello in lana di roccia (densità 100 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	1
2,3	Pannello in lana di roccia (densità 100 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	1
2,4	Pannello in lana di roccia (densità 100 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	1
2,5	Pannello in lana di roccia (densità 100 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	1
2,6	Pannello in lana di roccia (densità 100 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	1
2,7	Pannello in lana di roccia (densità 100 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	1
2,8	Pannello in lana di roccia (densità 100 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	1
2,9	Pannello in lana di roccia (densità 100 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	1
2,10	Pannello in lana di roccia (densità 100 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	1
2,11	Pannello in lana di roccia (densità 100 kg/m <sup>3</sup> )	0,035	1
2,12	Pannello in polistirene espanso sinterizzato EPS 100	0,035	60
2,13	Pannello in polistirene espanso sinterizzato EPS 100	0,035	60
3,1	Velovetro bitumato	0,230	20000
3,2	Velovetro bitumato	0,230	20000
3,3	Velovetro bitumato	0,230	20000
3,4	Velovetro bitumato	0,230	20000
3,5	Velovetro bitumato	0,230	20000
3,6	Velovetro bitumato	0,230	20000
3,7	Velovetro bitumato	0,230	20000
3,8	Velovetro bitumato	0,230	20000
3,9	Velovetro bitumato	0,230	20000
3,10	Velovetro bitumato	0,230	20000
3,11	Velovetro bitumato	0,230	20000
3,12	Velovetro bitumato	0,230	20000
3,13	Velovetro bitumato	0,230	20000
4,1	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
4,2	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
4,3	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
4,4	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
4,5	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
4,6	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
4,7	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
4,8	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
4,9	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
4,10	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
4,11	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
4,12	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
4,13	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
5,1	Intonaco di cemento sabbia e calce per esterno	0,900	20
5,2	Laterizi forati sp.12 cm.rif.1.1.21	0,387	5
5,3	Laterizi forati sp.12 cm.rif.1.1.21	0,387	5
5,4	Pannello in polistirene espanso sinterizzato EPS 100	0,035	60

5,5	Laterizi forati sp.25 cm.rif.1.1.24	0,325	5
5,6	Laterizi forati sp.25 cm.rif.1.1.24	0,325	5
5,7	Intonaco di cemento sabbia e calce per esterno	0,900	20
5,8	Intonaco di cemento sabbia e calce per esterno	0,900	20
6,1	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
6,2	Pannello in polistirene espanso sinterizzato EPS 100	0,035	60
6,3	Pannelli di spaccato di legno e leganti inorganici	0,160	30
6,4	Pannello in polistirene espanso sinterizzato EPS S a conducibilità termica migliorata mediante riduzione della trasmissione radiativa del calore	0,033	60
6,5	CLS con aggregato naturale per pareti interne o esterne protette	1,484	100
6,6	Pannelli di spaccato di legno e leganti inorganici	0,160	30
6,7	Cartongesso in lastre	0,210	8
6,8	Cartongesso in lastre	0,210	8

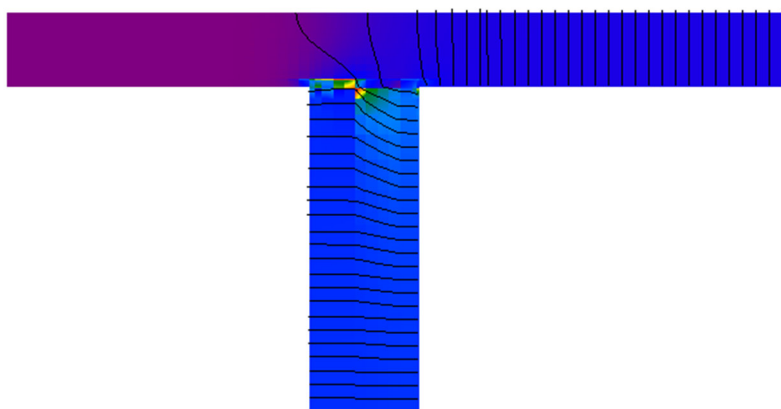
### Condizioni al contorno

Temperatura esterna	13,3°C
Umidità relativa esterna	90%
Temperatura interna	20,0°C
Umidità relativa interna	71%

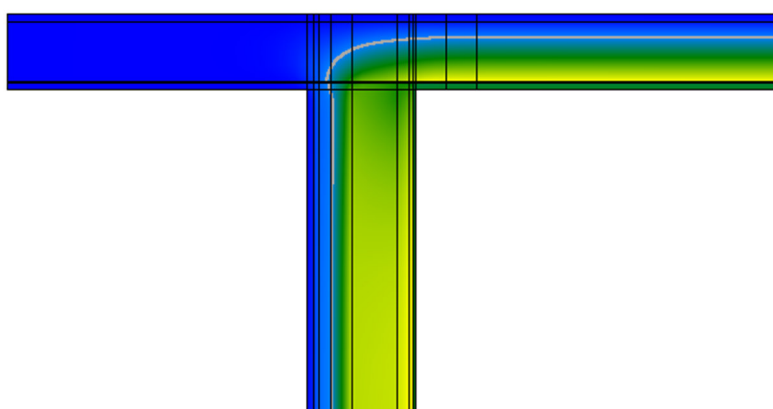
## Temperatura



## Flusso



## Umidità relativa



**Verifica del rischio di condensazione superficiale e di formazione di muffe**

Temperatura superficiale minima di progetto	19,6°C	
Temperatura superficiale minima per non avere condensa	14,6°C	Verificato
Temperatura superficiale minima per non avere formazione di muffe	18,1°C	Verificato

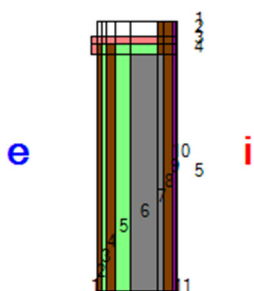
**Calcolo delle trasmittanze termiche lineari**

	attraverso parete	attraverso solaio	totale
Flusso interno [W]	2,251	1,344	3,595
Flusso esterno [W]	1,973	1,622	
Coefficiente di accoppiamento $L_{2D}$ [W/m K]			0,537

	$\Psi$ totale	attraverso parete	attraverso solaio
Trasmittanza lineare interna [W/m K]	0,054	0,034	0,020
Trasmittanza lineare esterna [W/m K]	-0,072	-0,039	-0,032



## Ponte: W Finestra filo interno con rifodera cartongesso



### Descrizione ponte

#### Parete

	Materiale	Conduttività à [W/m K]	Fattore di resistenza al vapore	Spessore [m]
1	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60	0,020
2	Pannello in polistirene espanso sinterizzato EPS 100	0,035	60	0,020
3	Pannelli di spaccato di legno e leganti inorganici	0,160	30	0,040
4	Pannello in polistirene espanso sinterizzato EPS S a conducibilità termica migliorata mediante riduzione della trasmissione radiativa del calore	0,033	60	0,070
5	CLS con aggregato naturale per pareti interne o esterne protette	1,484	100	0,120
6	CLS con aggregato naturale per pareti interne o esterne protette	1,484	100	0,030
7	Pannelli di spaccato di legno e leganti inorganici	0,160	30	0,040
8	Cartongesso in lastre	0,210	8	0,012
9	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,300	1000000	0,010

#### Nodo

	Materiale	Conduttività à [W/m K]	Fattore di resistenza al vapore
1,1	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
1,2	Pannello in polistirene espanso sinterizzato EPS 100	0,035	60
1,3	Pannelli di spaccato di legno e leganti inorganici	0,160	30
1,4	Pannello in polistirene espanso sinterizzato EPS 100	0,035	60
1,5	Pannello in polistirene espanso sinterizzato EPS 100	0,035	60
1,6	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
1,7	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
1,8	Cartongesso in lastre	0,210	8
1,9	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,300	1000000
1,11	Marmo	3,000	10000
2,1	Marmo	3,000	10000
2,2	Marmo	3,000	10000
2,3	Marmo	3,000	10000
2,4	Marmo	3,000	10000
2,5	Marmo	3,000	10000
2,6	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
2,7	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
2,8	Cartongesso in lastre	0,210	8
2,9	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,300	1000000
2,11	Marmo	3,000	10000
3,6	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60
3,7	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120	60

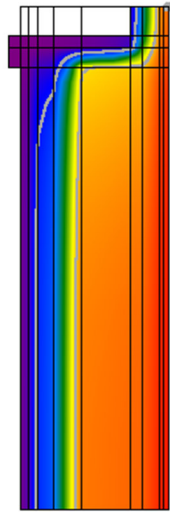
3,8	Cartongesso in lastre	0,210	8
3,9	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,300	1000000

#### **Condizioni al contorno**

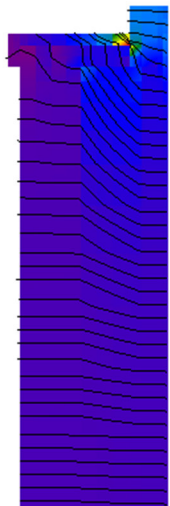
Temperatura esterna	13,3°C
Umidità relativa esterna	90%
Temperatura interna	20,0°C
Umidità relativa interna	71%

## Risultati

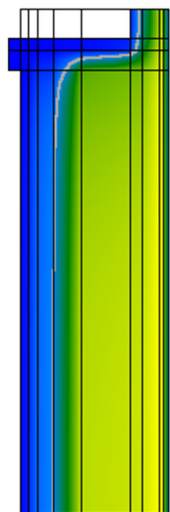
Temperatura



Flusso



Umidità relativa



**Verifica del rischio di condensazione superficiale e di formazione di muffe**

Temperatura superficiale minima di progetto	19,0°C	
Temperatura superficiale minima per non avere condensa	14,6°C	Verificato
Temperatura superficiale minima per non avere formazione di muffe	18,1°C	Verificato

**Calcolo delle trasmittanze termiche lineari**

	attraverso parete	attraverso serramento	totale
Flusso interno [W]	3,068	0,502	3,570
Flusso esterno [W]	2,934	0,636	
Coefficiente di accoppiamento $L_{2D}$ [W/m K]			0,533

	$\Psi$ totale
Trasmittanza lineare interna [W/m K]	0,132
Trasmittanza lineare esterna [W/m K]	0,132