



**COMUNE DI CARDITO**  
Città Metropolitana di Napoli



## PROGETTO ESECUTIVO

**Appalto integrato sulla base del progetto di fattibilità tecnica ed economica "Smart City Napoli Nord - Piani Urbani Integrati – M5C2 – I.2.2"**

**CIG 972663946C CUP I45I22000020006 - CUP I45I22000030006**

### RTI



**OPUS COSTRUZIONI S.P.A.**

**Capogruppo**

P.IVA 07201350639

Via Campana 233, Pozzuoli



**ARCHIVOLTO SRL**

**Mandante**

P.IVA 07162480631

Via O. P. Cafaro n.4, Napoli

### RTP

**SAG ARCHITETTURA SRLS**

P.IVA 09189081210

Sede legale: Via Posillipo 66, Napoli

**MASCOLO INGEGNERIA SRL**

P.IVA 08524811216

Sede legale: Via Gramsci 19, Cicciano

**ELECTA SRL**

P.IVA 04082971211

Sede legale: Via Principe di Piemonte 109, Roccarainola

### RUP

Arch. Pasquale Imbema

**GENERALE - (Cardito Via Biagio Loffredo)**  
**Relazione di conformità energetica, ex legge 10**

DATA EMISSIONE:	Aprile 2024	CODIFICA	CRD.PE.GEN.R	008_02
SCALA:	-			
FORMATO:	A4			

REVISIONE	DESCRIZIONE	DATA	APPROVATO DA
02	Integrazione rapporto validazione	Luglio 2024	
01	Integrazione rapporto validazione	Giugno 2024	
00	Prima emissione	Aprile 2024	



Italiadomani  
PRIMO NAZIONALE DI INFRASTRUTTURE E RESILIENZA

Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU

Appalto integrato sulla base del progetto di fattibilità tecnica ed economica "Smart City  
Napoli Nord - Piani Urbani Integrati – M5C2 – I.2.2"  
CIG 972663946C CUP I45I22000020006 - CUP I45I22000030006

## INDICE

1. PREMESSA .....	2
2. CALCOLO ENERGETICO .....	2



Italiadomani  
PRIMO NAZIONALE DI INFRASTRUTTURE E RESILIENZA

Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU

Appalto integrato sulla base del progetto di fattibilità tecnica ed economica "Smart City  
Napoli Nord - Piani Urbani Integrati – M5C2 – I.2.2"  
CIG 972663946C CUP I45I22000020006 - CUP I45I22000030006

## 1. PREMESSA

Il presente elaborato, redatto in conformità a quanto richiesto dal comma 1 dell'art. 8 del D.Lgs. 192/2005 e ss.mm.ii., attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici.

## 2. CALCOLO ENERGETICO

Di seguito si indicano i dettagli del calcolo energetico eseguito per il fabbricato in oggetto.

Comune di Cardito- (NA)

# RELAZIONE TECNICA

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

EDIFICIO	Via Biagio Loffredo - Cardito (NA)
PROGETTISTA	Architetto Giuseppe Natale
DATA	21/06/2024
	Firma: _____

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

## 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 Cardito Provincia NA

Progetto per la realizzazione di

Nuova costruzione

Edificio pubblico

Edificio ad uso pubblico

Sito in Via Biagio Loffredo

Unità	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno
Zona Palestra		3	1197	

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

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

Numero delle unità immobiliari 1

### Soggetti coinvolti

Committente	<u>Città Metropolitana di Napoli</u>
Progettista degli impianti termici	<u>Architetto Giuseppe Natale</u>
Progettista dell'isolamento termico dell'edificio	<u>Architetto Giuseppe Natale</u>
Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	<u>Architetto Giuseppe Natale</u>
Tecnico incaricato per la redazione dell'APE	<u>Architetto Giuseppe Natale</u>

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

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

## 3 PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)	1061 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.)	275,0 K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	305,4 K

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

### Climatizzazione invernale

Unità immobiliare	S [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	S/V	Su [m <sup>2</sup> ]
Zona Palestra	3.719,58	10.515,90	0,35	1.235,08

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 lordo o fattore di forma dell'edificio

Su superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	T <sub>inv</sub> [°C]	φ <sub>inv</sub> [%]
Zona Palestra	Palazzetto	18,0	50

T<sub>inv</sub> Valore di progetto della temperatura interna invernale

φ<sub>inv</sub> valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione invernale

Unità immobiliare	Metodo contabilizzazione
Zona Palestra	Non contabilizzato

### Climatizzazione estiva

Unità immobiliare	S [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	Su [m <sup>2</sup> ]
Zona Palestra	3.719,58	10.515,90	1.235,08

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

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

Su Superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	Test [°C]	φ <sub>est</sub> [%]
Zona Palestra	Palazzetto	24,0	50

Test Valore di progetto della temperatura interna estiva

φ<sub>est</sub> Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva

Unità immobiliare	Metodo
Zona Palestra	Non contabilizzato

### Informazioni generali e prescrizioni

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

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

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

B

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

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

Lastra in lega zinco-rame-titanio, aggraffata su sottostruttura costituita da lamiera grecata

Valore di riflettanza solare 0,65 > 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

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture  Si  No

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

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

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore  Si  No

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo  Si  No

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'ACS  Si  No

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

L'edificio è dotato di proprio sistema di riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria

Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento secondo i principi minimi di integrazione, le modalità e le decorrenze di cui all'allegato 3, del decreto legislativo 8 novembre 2021, n.199 e s.m.i..

### 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 100,0 %

Climatizzazione invernale, Acqua Calda Sanitaria, Climatizzazione estiva 100,0 %

### Produzione di energia elettrica

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S 1.400,00 m<sup>2</sup>

Potenza Elettrica 77,00 kW

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

L'impianto di climatizzazione è di tipo aerulico con UTA di portata 35000 mc/h abbinato a pompa di calore, la quale è collegata ad impianto fotovoltaico, analogamente allo scaldacqua a pompa di calore collegato sempre all'impianto fotovoltaico presente.

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

Si  No

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

Si  No

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

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

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

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

#### Valore di Massa superficiale

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

#### Valore del modulo della trasmittanza termica periodica YIE

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

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

## 5 DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

### 5.1 Impianti termici

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

#### a. Descrizione dell'impianto

Tipologia

Impianto termico centralizzato per la climatizzazione invernale ed estiva con controllo termoigrometrico degli ambienti climatizzati. Per il condizionamento dei vari ambienti si prevede di realizzare un impianto tipo "a tutt'aria miscelata", utilizzando una macchina tipo Roof-top per il trattamento dell'aria. Il roof-top ha le seguenti caratteristiche: Potenza termica 239 kW; Potenza rigorifera 243 kW; Sistema canalizzato con presenza di diffusori lineari ad alta induzione.



#### Sistemi di generazione

Roof-top per il trattamento dell'aria. Il roof-top ha le seguenti caratteristiche: Potenza termica 239 kW; Potenza rigorifera 243 kW.

---

#### Sistemi di termoregolazione

REGOLAZIONE SOLO AMBIENTE PER EDIFICIO Gruppo di termoregolazione in centrale termica, pilotato dalla temperatura media rilevata da sonde di temperatura poste nei diversi ambienti. Il gruppo è dotato di programmatore, che consente l'accensione e lo spegnimento automatico e la regolazione della temperatura media degli ambienti su due livelli nell'arco delle 24 ore.

---

#### Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Contabilizzazione diretta mediante contatore unico di energia termica.

---

#### Sistemi di distribuzione del vettore termico

impianto di distribuzione di aria con canalizzazione separata di mandata e di ripresa con diffusori lineari ad alta induzione e bocchette di mandata a parete e griglia

---

#### Sistemi di ventilazione forzata

ventilazione meccanica controllata dall'impianto di climatizzazione.

---

#### Sistemi di accumulo termico

Per la produzione di acs sono previsti diversi scaldacqua a pompa di calore con accumulo posizionati uno per ogni blocco bagni.

---

#### Sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria

nr. 6 scaldacqua a pompa di calore con accumulo (2 da 100 lt, 2 da 200 lt, 2 da 500 lt)

---

#### Sistemi di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

distribuzione dell'acqua calda sanitaria con tubazioni multistrato 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  Si  No

---

#### **POMPA DI CALORE**

roof-top 239-243 kW - - -

---

Pompa di calore  elettrica  a gas

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

---

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo, sonde orizzontali/suolo, sonde verticali/altro): \_\_\_\_\_

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

---

Potenza elettrica assorbita

3.500,00 W

### Potenza termica utile riscaldamento [kW]

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	20	-	-	-	-	-	-
-7,0	236,423	-	-	-	-	-	-
2,0	236,955	-	-	-	-	-	-
7,0	237,250	-	-	-	-	-	-
12,0	237,545	-	-	-	-	-	-

### Coefficiente di prestazione (COP)

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	20	-	-	-	-	-	-
-7,0	3,443	-	-	-	-	-	-
2,0	3,975	-	-	-	-	-	-
7,0	4,270	-	-	-	-	-	-
12,0	4,565	-	-	-	-	-	-

### POMPA DI CALORE

Scaldacqua in Pompa Di Calore con accumulo 200 lt

Pompa di calore

elettrica

a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno)

Aria esterna - Acqua

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

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro)

Acqua

Potenza elettrica assorbita

465,00 W

### Potenza termica utile riscaldamento [kW]

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	45	55	-	-	-	-	-
-7,0	11,100	10,600	-	-	-	-	-
2,0	10,800	10,600	-	-	-	-	-
7,0	12,500	12,500	-	-	-	-	-
12,0	13,500	13,500	-	-	-	-	-
20,0	15,500	15,500	-	-	-	-	-
35,0	19,380	18,080	-	-	-	-	-

### Coefficiente di prestazione (COP)

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	45	55	-	-	-	-	-
-7,0	1,960	1,710	-	-	-	-	-
2,0	2,120	1,710	-	-	-	-	-
7,0	3,060	2,320	-	-	-	-	-
12,0	3,350	2,510	-	-	-	-	-
20,0	3,990	3,020	-	-	-	-	-
35,0	4,990	3,500	-	-	-	-	-

## POMPA DI CALORE

Scaldacqua in Pompa Di Calore con accumulo 200 lt

Pompa di calore  elettrica  a gas

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

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo, sonde orizzontali/suolo, sonde verticali/altro): \_\_\_\_\_

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

Potenza elettrica assorbita 465,00 W

### Potenza termica utile riscaldamento [kW]

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	45	55	-	-	-	-	-
-7,0	11,100	10,600	-	-	-	-	-
2,0	10,800	10,600	-	-	-	-	-
7,0	12,500	12,500	-	-	-	-	-
12,0	13,500	13,500	-	-	-	-	-
20,0	15,500	15,500	-	-	-	-	-
35,0	19,380	18,080	-	-	-	-	-

### Coefficiente di prestazione (COP)

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	45	55	-	-	-	-	-
-7,0	1,960	1,710	-	-	-	-	-
2,0	2,120	1,710	-	-	-	-	-
7,0	3,060	2,320	-	-	-	-	-
12,0	3,350	2,510	-	-	-	-	-
20,0	3,990	3,020	-	-	-	-	-
35,0	4,990	3,500	-	-	-	-	-

## POMPA DI CALORE

Scaldacqua in Pompa Di Calore con accumulo 100 lt

Pompa di calore  elettrica  a gas  
 Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) Aria esterna - Acqua  
 Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo, sonde orizzontali/suolo, sonde verticali/altro): \_\_\_\_\_  
 Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro) Acqua  
 Potenza elettrica assorbita 365,00 W

**Potenza termica utile riscaldamento [kW]**

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	45	55	-	-	-	-	-
-7,0	11,100	10,600	-	-	-	-	-
2,0	10,800	10,600	-	-	-	-	-
7,0	12,500	12,500	-	-	-	-	-
12,0	13,500	13,500	-	-	-	-	-
20,0	15,500	15,500	-	-	-	-	-
35,0	19,380	18,080	-	-	-	-	-

**Coefficiente di prestazione (COP)**

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	45	55	-	-	-	-	-
-7,0	1,960	1,710	-	-	-	-	-
2,0	2,120	1,710	-	-	-	-	-
7,0	3,060	2,320	-	-	-	-	-
12,0	3,350	2,510	-	-	-	-	-
20,0	3,990	3,020	-	-	-	-	-
35,0	4,990	3,500	-	-	-	-	-

**POMPA DI CALORE**

Scaldacqua in Pompa Di Calore con accumulo 100 lt

Pompa di calore  elettrica  a gas  
 Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) Aria esterna - Acqua  
 Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo, sonde orizzontali/suolo, sonde verticali/altro): \_\_\_\_\_  
 Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro) Acqua  
 Potenza elettrica assorbita 365,00 W

### Potenza termica utile riscaldamento [kW]

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]							
	45	55	-	-	-	-	-	-
-7,0	11,100	10,600	-	-	-	-	-	-
2,0	10,800	10,600	-	-	-	-	-	-
7,0	12,500	12,500	-	-	-	-	-	-
12,0	13,500	13,500	-	-	-	-	-	-
20,0	15,500	15,500	-	-	-	-	-	-
35,0	19,380	18,080	-	-	-	-	-	-

### Coefficiente di prestazione (COP)

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]							
	45	55	-	-	-	-	-	-
-7,0	1,960	1,710	-	-	-	-	-	-
2,0	2,120	1,710	-	-	-	-	-	-
7,0	3,060	2,320	-	-	-	-	-	-
12,0	3,350	2,510	-	-	-	-	-	-
20,0	3,990	3,020	-	-	-	-	-	-
35,0	4,990	3,500	-	-	-	-	-	-

### POMPA DI CALORE

Scaldacqua in Pompa Di Calore con accumulo 500 lt

Pompa di calore

elettrica

a gas

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

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo, sonde orizzontali/suolo, sonde verticali/altro): \_\_\_\_\_

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

Potenza elettrica assorbita 565,00 W

### Potenza termica utile riscaldamento [kW]

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]							
	45	55	-	-	-	-	-	-
-7,0	11,100	10,600	-	-	-	-	-	-
2,0	10,800	10,600	-	-	-	-	-	-
7,0	12,500	12,500	-	-	-	-	-	-
12,0	13,500	13,500	-	-	-	-	-	-
20,0	15,500	15,500	-	-	-	-	-	-
35,0	19,380	18,080	-	-	-	-	-	-

### Coefficiente di prestazione (COP)

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	45	55	-	-	-	-	-
-7,0	1,960	1,710	-	-	-	-	-
2,0	2,120	1,710	-	-	-	-	-
7,0	3,060	2,320	-	-	-	-	-
12,0	3,350	2,510	-	-	-	-	-
20,0	3,990	3,020	-	-	-	-	-
35,0	4,990	3,500	-	-	-	-	-

### POMPA DI CALORE

Scaldacqua in Pompa Di Calore con accumulo 500 lt

Pompa di calore  elettrica  a gas

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

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo, sonde orizzontali/suolo, sonde verticali/altro): \_\_\_\_\_

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

Potenza elettrica assorbita 565,00 W

### Potenza termica utile riscaldamento [kW]

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	45	55	-	-	-	-	-
-7,0	11,100	10,600	-	-	-	-	-
2,0	10,800	10,600	-	-	-	-	-
7,0	12,500	12,500	-	-	-	-	-
12,0	13,500	13,500	-	-	-	-	-
20,0	15,500	15,500	-	-	-	-	-
35,0	19,380	18,080	-	-	-	-	-

### Coefficiente di prestazione (COP)

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	45	55	-	-	-	-	-
-7,0	1,960	1,710	-	-	-	-	-
2,0	2,120	1,710	-	-	-	-	-
7,0	3,060	2,320	-	-	-	-	-
12,0	3,350	2,510	-	-	-	-	-
20,0	3,990	3,020	-	-	-	-	-
35,0	4,990	3,500	-	-	-	-	-

## MACCHINA FRIGORIFERA

roof-top 239-243 kW C - - -

---

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

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

Temperatura bulbo secco dell'aria esterna:35,00

Funzionamento pompa Energia elettrica

Funzionamento pompa Raffrescamento

Potenza nominale 243,0 kW

Potenza elettrica assorbita 3.500,00 W

### PRESTAZIONI

Fattore di carico	EER
100 %	3,72
75 %	4,08
50 %	4,46
25 %	4,55

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

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

Tipo di conduzione invernale prevista:

Continua con attenuazione notturna

Intermittente

Tipo di conduzione estiva prevista:

Continua con attenuazione notturna

Intermittente

Sistema di gestione dell'impianto termico

regolazione di zona e di ambiente

---

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

Centralina climatica termoregolazione pilotata da sonda di temperatura posta nella zona riscaldata e da sonda climatica esterna. Sistema di programmazione per l'accensione e lo spegnimento automatico e la regolazione della temperatura media degli ambienti.

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
Zona Palestra-Palazzetto	Termostato di zona e sonda climatica	40		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 0

Descrizione sintetica dispositivo

---

Per Acqua Calda Sanitaria

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo

---

Per Climatizzazione estiva

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo

---

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

Elenco dei terminali di erogazione dell'unità immobiliare

Denominazione	N	Tipologia	P [W]
U.I.1-Palazzetto	40	Bocchette	83.967,9

*N Numero di apparecchi*

*P Potenza installata*

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

Descrizione e caratteristiche principali

non sono presenti generatori a combustione.

---

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

Descrizione e caratteristiche principali

Per quanto riguarda i predetti trattamenti si fa riferimento alla norma tecnica uni 8065.

---

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

Tipologia, conduttività termica, spessore (vedi allegati alla relazione tecnica)

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

In allegato sono inseriti schemi unifilari di impianto termico con specificato

Posizionamento e potenze dei terminali di erogazione – Allegato

Posizionamento e tipo dei generatori – Allegato



Posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione – Allegato

Posizionamento e tipo degli elementi di controllo – Allegato

Posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza – Allegato

## 5.2 Impianti fotovoltaici

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti fotovoltaici  Si  No

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

## 5.3 Impianti solari termici

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

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

## 5.4 Impianti di illuminazione

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

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

## 5.5 Altri impianti

Altri impianti dell'edificio  Si  No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali

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

# 6 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si dichiara che l'edificio oggetto della presente relazione può essere definito "edificio ad energia quasi zero" in quanto sono contemporaneamente rispettati - tutti i requisiti previsti dalla lettera b), del comma 2, del paragrafo 3.3 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, secondo i valori vigenti dal 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici e dal 1° gennaio 2021 per tutti gli altri edifici; - gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili nel rispetto dei principi minimi di cui all'allegato 3 del decreto legislativo 8 novembre 2021, n.199 e s.m.i.

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

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

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

Elemento edilizio	U	U <sub>lim</sub>	Verificato
-	- W/(m <sup>2</sup> K)	- W/(m <sup>2</sup> K)	-

Verifica termoigrometrica:

*vedi allegati alla relazione tecnica.*

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

*vedi allegati alla relazione tecnica.*

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

*vedi allegati alla relazione tecnica.*

Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso:  
vedi allegati alla relazione tecnica.

Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso:  
vedi allegati alla relazione tecnica.

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

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in kWh/m<sup>2</sup> anno, così come definite al comma 3.3 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica.

### **Verifica coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione:**

Unità immobiliare	H'T	H'T,lim	Verifica
H'T Zona Palestra	0,252	0,800	SI

H'T: Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente H'T (UNI EN ISO 13789)  
H'T,lim: Valore limite del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente

### **Verifica dell'area solare equivalente estiva dei componenti finestrati**

Unità immobiliare	$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ limite	Verifica
Asol,est/Asup utile Zona Palestra	0,031	0,040	SI

### **Verifica indice di prestazione termica utile**

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale EPH,nd 21,80 kWh/m<sup>2</sup>

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento EPH,nd 40,25 kWh/m<sup>2</sup>

Verifica: SI

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva EPC,nd 56,35 kWh/m<sup>2</sup>

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento EPC,nd 64,67 kWh/m<sup>2</sup>

Verifica: SI

### **Verifica indice di prestazione energetica globale dell'edificio**

Indice di prestazione energetica globale dell'edificio, espresso in energia primaria non rinnovabile EP<sub>gl,nr</sub> 0,00 kWh/m<sup>2</sup>

Indice di prestazione energetica globale dell'edificio EP<sub>gl,tot</sub> 101,06 kWh/m<sup>2</sup>

Indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento EP<sub>gl,tot,limite</sub> 167,88 kWh/m<sup>2</sup>

Verifica: SI

### **Verifica Efficienza media stagionale**

In caso di sola sostituzione del generatore di calore, le verifiche di efficienza media stagionale non sono richieste e si

intendono rispettate se l'efficienza dei nuovi generatori è superiore al limite normativo.

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento $\eta_H$	<u>1,000</u>
Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_H$ ,limite	<u>0,000</u>
	Verifica: <u>-</u>
Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS $\eta_W$ :	<u>0,897</u>
Efficienza media stagionale dell'impianto di ACS calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_W$ ,limite	<u>0,493</u>
	Verifica: <u>SI</u>
Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento $\eta_C$	<u>1,001</u>
Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_C$ ,limite	<u>0,846</u>
	Verifica: <u>SI</u>

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

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

### d. Impianti fotovoltaici

Connessione impianto:	<u>Storage</u>
Tipo moduli	<u>Silicio monocristallino</u>
Tipo installazione	<u>Altro</u>
Descrizione tipo installazione (se altro)	
Tipo supporto	<u>Metallico</u>
Descrizione tipo supporto (se altro)	
Inclinazione	<u>30°</u>

Orientamento 0 °

Potenza installata 192,60 kW

Percentuale copertura fabbisogno annuo 100,00 %

## e. Consuntivo energia

### Energia prodotta in sito

Vettore energetico	Udm	Qdel,insitu
Energia elettrica da solare fotovoltaico [H]	kWh	0,00
Energia elettrica da solare fotovoltaico [W]	kWh	1.072,91
Energia elettrica da solare fotovoltaico [C]	kWh	69.512,98
Energia elettrica da solare fotovoltaico [V]	kWh	52.560,00
Energia termica da solare termico [H]	kWh	0,00
Energia termica da solare termico [W]	kWh	0,00
Energia termica da solare termico [C]	kWh	0,00
Energia termica da solare termico [V]	kWh	0,00

### Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel,consegnata
--------------------	-----	-----------------

### Energia esportata

Vettore energetico	Udm	Qdel,esportata
Energia elettrica da rete [H]	kWh	0,00
Energia elettrica da rete [W]	kWh	1.028,10
Energia elettrica da rete [C]	kWh	60.034,82
Energia elettrica da rete [V]	kWh	49.757,99

### Energia primaria

#### Indice di prestazione rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPren [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Riscaldamento	0,00
Acqua calda sanitaria	2,22
Raffrescamento	56,28
Ventilazione	42,56

#### Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Riscaldamento	0,00
Acqua calda sanitaria	0,00
Raffrescamento	0,00
Ventilazione	0,00

#### Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	EPtot [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Riscaldamento	0,00

Acqua calda sanitaria	2,22
Raffrescamento	56,28
Ventilazione	42,56

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

Vedi allegati alla relazione tecnica

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

---

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

progetto conforme alle normative vigenti in materia di efficienza energetica, non sono presenti deroghe.

---

## 8 DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

---

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi.
- Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi.
- Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.
- Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogia voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali.
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria.
- Schede con indicazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza.
- Altri eventuali allegati non obbligatori:

## 9 DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

---

Il sottoscritto Architetto Giuseppe Natale, iscritto a Ordine degli Architetti di Napoli, n° 5297, 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 del decreto legislativo 8 novembre 2021, n.199 e s.m.i.;
- c) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali

Data

21/06/2024

---

Firma

---



## RIFERIMENTI NORMATIVI

Le norme di seguito elencate costituiscono i riferimenti principali sui quali si basa la metodologia di calcolo

### *Normativa nazionale*

<b>UNI/TS 11300-1</b>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
<b>UNI/TS 11300-2</b>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali
<b>UNI/TS 11300-3</b>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
<b>UNI/TS 11300-4</b>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
<b>UNI/TS 11300-5</b>	Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
<b>UNI/TS 11300-6</b>	Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili
<b>UNI 10349</b>	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici
<b>UNI EN ISO 13370</b>	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
<b>UNI EN ISO 13788</b>	Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo
<b>UNI EN 15193</b>	Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione
<b>Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28</b>	Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE
<b>Decreto legislativo 8 novembre 2021, n.199</b>	Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili. (21G00214)

### *Normative regionali*

<b>Lombardia</b>	Decreto dirigente unità organizzativa 18 dicembre 2019 - n. 18546 Decreto dirigente unità organizzativa 8 marzo 2017 - n. 2456 Decreto dirigente unità organizzativa 12 gennaio 2017 - n. 176 Decreto dirigente unità organizzativa 18 gennaio 2016 - n. 224 Decreto dirigente unità organizzativa 30 luglio 2015 n. 6480 Deliberazione della giunta regionale 17 luglio 2015 - n. 3868
<b>Emilia Romagna</b>	Deliberazione della giunta regionale 25 luglio 2022, n.1261 Deliberazione della giunta regionale 9 novembre 2020, n.1548 Deliberazione della giunta regionale 19 ottobre 2020, n. 1385 Deliberazione della giunta regionale 7 settembre 2015 - n. 1275 Deliberazione della giunta regionale 20 luglio 2015 - n. 967
<b>Valle d'Aosta</b>	Deliberazione della giunta regionale 30 dicembre 2016 - n. 1824 Deliberazione della giunta regionale 26 febbraio 2016 - n. 272
<b>Provincia autonoma di Trento</b>	Decreto del Presidente della Provincia 16 agosto 2022, n. 11-68/Leg Deliberazione della giunta regionale 3 febbraio 2017 - n. 163 Deliberazione della giunta regionale 12 febbraio 2016 - n. 162
<b>Piemonte</b>	Deliberazione della giunta regionale n. 46-11968



Comune di Cardito- (NA)

# ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA

Dettagli di involucro

# 1 CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

## ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA PROGETTUALE: L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO

### Caratteristiche e dettagli dell'involucro opaco e trasparente.

Di seguito si riportano gli elementi che costituiscono l'involucro dell'edificio e i rispettivi valori di trasmittanza. La trasmittanza termica corretta  $U'$  è valutata attribuendo i ponti termici associati agli elementi. La verifica è riportata e richiesta solo per interventi di riqualificazione di involucro o ristrutturazione importante di II livello.

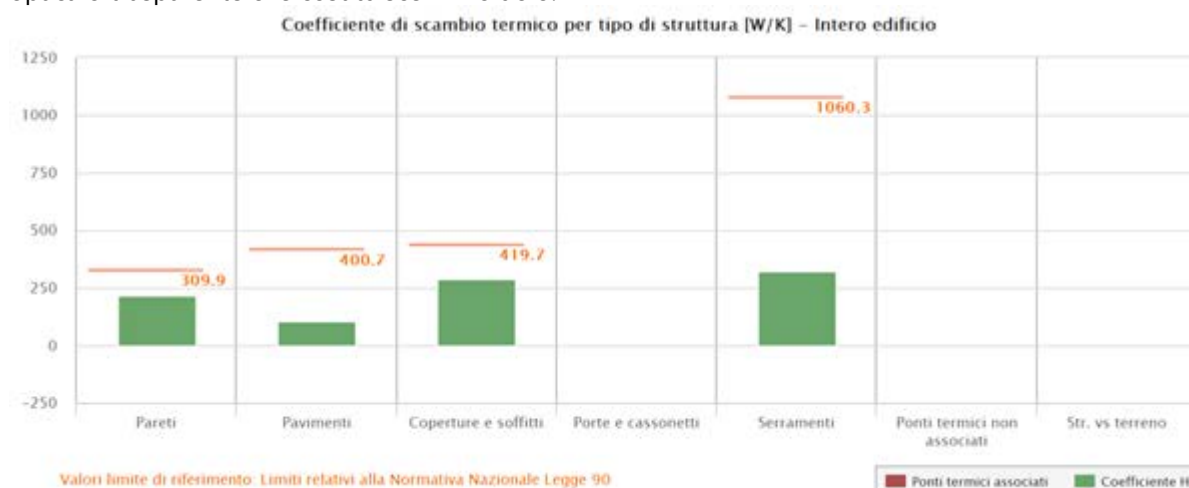
### Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

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

## 2 SCAMBI TERMICI PER CATEGORIA DI ELEMENTO

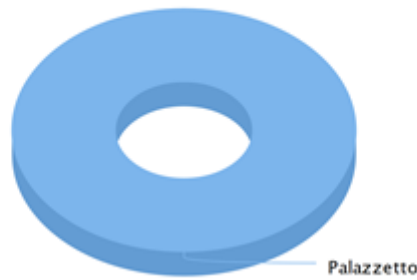
La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici, opportunamente moltiplicate per il fattore di correzione dello scambio termico dovuto agli ambienti non climatizzati o climatizzati adiacenti.

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



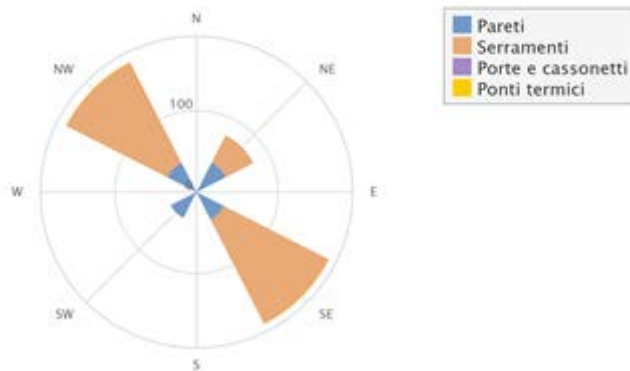
Il grafico mostra la suddivisione dello scambio termico per zona termica.

Coefficiente globale di scambio termico [W/K]



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

Coefficiente di scambio termico per orientamento [W/K]



### 3 ATTRIBUZIONE DEI PONTI TERMICI AGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

I ponti termici dell'edificio vengono attribuiti alle sole superfici di involucro alle quali sono associati. Il valore della trasmittanza corretta, molto utile per la progettazione, è determinata in funzione della relazione seguente:

$$U' = \frac{U \cdot A + \sum \Psi \cdot l}{A}$$

Nel calcolo energetico vengono considerati tutti i ponti termici, compresi gli elementi con trasmittanza lineica negativa.

Di seguito vengono elencati per locale, gli elementi disperdenti con ponti termici associati e la percentuale di influenza relativa.

#### Zona Palestra - Palazzetto - Palestra

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0002	Tamponatura a secco	163,2 m <sup>2</sup>	NW	0,233 W/(m <sup>2</sup> K)	0,236 W/(m <sup>2</sup> K)

	Ponte termico associato	$\psi$	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0001	Parete - pavimento su terreno	0,061 W/(mK)	18,6 m	1,129 W/K	1,5 %
pt0004	Parete copertura	-0,015 W/(mK)	18,6 m	-0,285 W/K	- %
pt0001	Angolo sporgente	-0,073 W/(mK)	4,6 m	-0,336 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0003	Tamponatura a secco	174,4 m <sup>2</sup>	NE	0,233 W/(m <sup>2</sup> K)	0,233 W/(m <sup>2</sup> K)
	Ponte termico associato	$\psi$	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0002	Parete - pavimento su terreno	0,061 W/(mK)	14,1 m	0,856 W/K	1,5 %
pt0005	Parete copertura	-0,015 W/(mK)	14,1 m	-0,216 W/K	- %
pt0001	Angolo sporgente	-0,073 W/(mK)	4,6 m	-0,336 W/K	- %
pt0002	Angolo sporgente	-0,073 W/(mK)	4,6 m	-0,336 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0004	Tamponatura a secco	152,5 m <sup>2</sup>	SE	0,233 W/(m <sup>2</sup> K)	0,237 W/(m <sup>2</sup> K)
	Ponte termico associato	$\psi$	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0003	Parete - pavimento su terreno	0,061 W/(mK)	18,6 m	1,129 W/K	1,5 %
pt0006	Parete copertura	-0,015 W/(mK)	18,6 m	-0,285 W/K	- %
pt0002	Angolo sporgente	-0,073 W/(mK)	4,6 m	-0,336 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
so0001	Solaio di Copertura	1.054,4 m <sup>2</sup>	-	0,270 W/(m <sup>2</sup> K)	0,269 W/(m <sup>2</sup> K)
	Ponte termico associato	$\psi$	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0004	Parete copertura	-0,015 W/(mK)	18,6 m	-0,285 W/K	- %
pt0005	Parete copertura	-0,015 W/(mK)	14,1 m	-0,216 W/K	- %
pt0006	Parete copertura	-0,015 W/(mK)	18,6 m	-0,285 W/K	- %

### Zona Palestra - Palazzetto - Spogliatoi

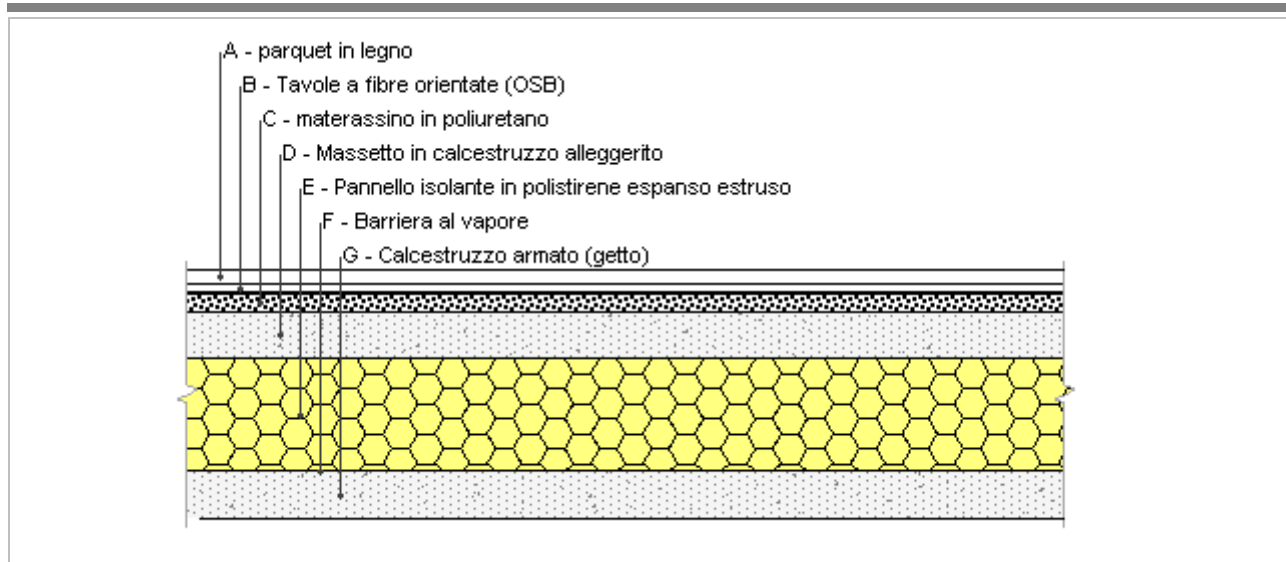
Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0008	Tamponatura a secco	9,7 m <sup>2</sup>	SE	0,233 W/(m <sup>2</sup> K)	0,231 W/(m <sup>2</sup> K)
	Ponte termico associato	$\psi$	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0012	Parete - solaio interpiano	0,061 W/(mK)	3,8 m	0,234 W/K	2,4 %
pt0013	Parete copertura	-0,015 W/(mK)	3,8 m	-0,059 W/K	- %
pt0005	Angolo sporgente	-0,073 W/(mK)	2,8 m	-0,202 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0009	Tamponatura a secco	152,2 m <sup>2</sup>	SW	0,233 W/(m <sup>2</sup> K)	0,235 W/(m <sup>2</sup> K)
	Ponte termico associato	$\psi$	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0011	Parete - solaio interpiano	0,061 W/(mK)	14,1 m	0,862 W/K	2,4 %
pt0014	Parete copertura	-0,015 W/(mK)	14,1 m	-0,216 W/K	- %
pt0005	Angolo sporgente	-0,073 W/(mK)	2,8 m	-0,202 W/K	- %
pt0006	Angolo sporgente	-0,073 W/(mK)	2,8 m	-0,202 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0010	Tamponatura a secco	9,7 m <sup>2</sup>	NW	0,233 W/(m <sup>2</sup> K)	0,231 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico associato		$\psi$	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0010	Parete - solaio interpiano	0,061 W/(mK)	3,8 m	0,234 W/K	2,4 %
pt0015	Parete copertura	-0,015 W/(mK)	3,8 m	-0,059 W/K	- %
pt0006	Angolo sporgente	-0,073 W/(mK)	2,8 m	-0,202 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
so0003	Solaio di Copertura	217,3 m <sup>2</sup>	-	0,270 W/(m <sup>2</sup> K)	0,269 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico associato		$\psi$	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0013	Parete copertura	-0,015 W/(mK)	3,8 m	-0,059 W/K	- %
pt0014	Parete copertura	-0,015 W/(mK)	14,1 m	-0,216 W/K	- %
pt0015	Parete copertura	-0,015 W/(mK)	3,8 m	-0,059 W/K	- %

## Pavimentazione sportiva

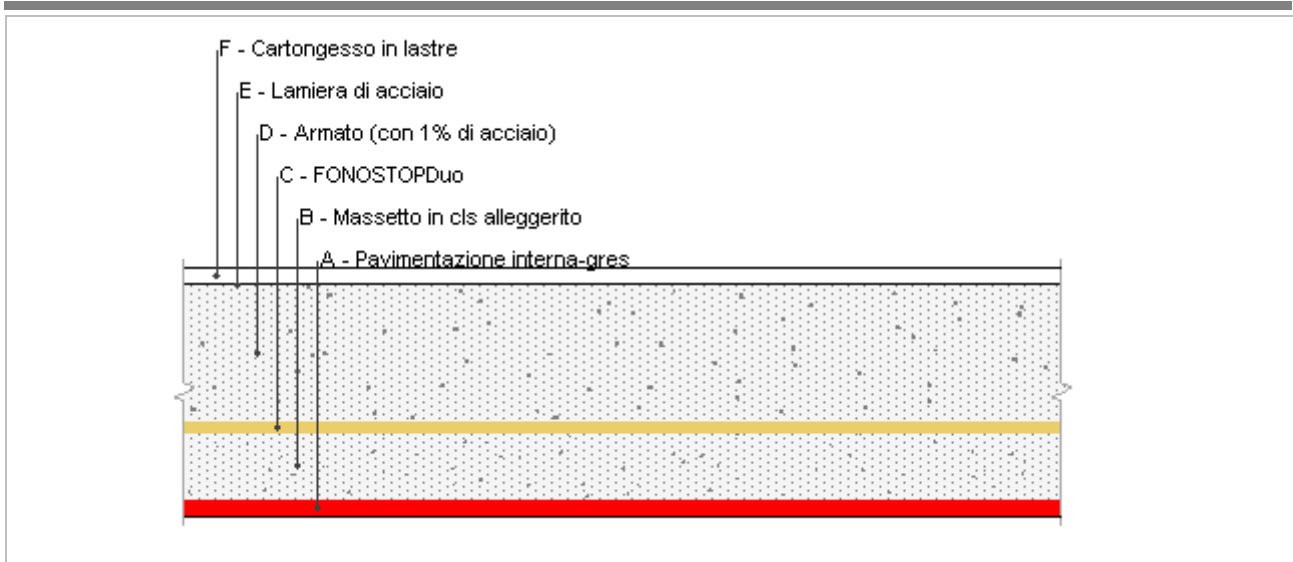


Spessore	264,3 mm	Trasmittanza	0,227 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	4,397 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	220 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

## Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m <sup>2</sup> K/W	Densità ρ Kg/m <sup>3</sup>	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	parquet in legno	14,0	0,170	0,082	600	1,61	50,0
B	Tavole a fibre orientate (OSB)	12,0	0,130	0,092	650	1,70	30,0
C	materassino in poliuretano	18,0	0,040	0,450	30	1,50	50,0
D	Massetto in calcestruzzo alleggerito	50,0	1,080	0,046	1.600	1,00	3,3
E	Pannello isolante in polistirene espanso estruso	120,0	0,034	3,529	30	1,34	999.999,0
F	Barriera al vapore	0,3	0,400	0,001	360	1,50	20.000,0
G	Calcestruzzo armato (getto)	50,0	1,910	0,026	2.400	1,00	999.999,0
	TOTALE	264,3		4,397			

## Soffitto interpiano

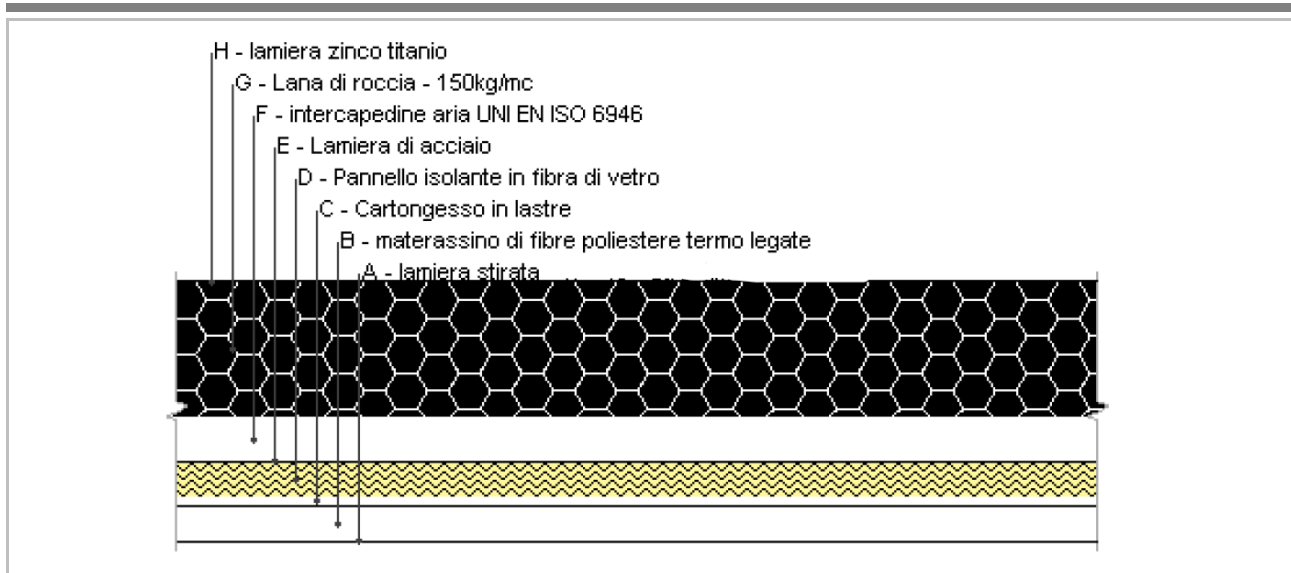


Spessore	208,0 mm	Trasmittanza	2,239 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	0,447 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	398 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Soffitto		
Descrizione			

### Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conducibilità λ W/(mK)	Resistenza R m <sup>2</sup> K/W	Densità ρ Kg/m <sup>3</sup>	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Pavimentazione interna-gres	15,0	1,470	0,010	1.700	1,00	999.999,0
B	Massetto in cls alleggerito	55,0	1,080	0,051	1.600	1,00	3,3
C	FONOSTOPDuo	10,0	0,135	0,074	320	0,31	100.000,0
D	Armato (con 1% di acciaio)	114,0	2,300	0,050	2.300	1,00	80,0
E	Lamiera di acciaio	1,0	80,000	0,000	7.870	0,46	999.999,0
F	Cartongesso in lastre	13,0	0,210	0,062	900	1,30	8,7
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
	TOTALE	208,0		0,447			

## Solaio di Copertura



Spessore	304,6 mm	Trasmittanza	0,155 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	6,440 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	54 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Soffitto		
Descrizione			

## Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m <sup>2</sup> K/W	Densità ρ Kg/m <sup>3</sup>	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	lamiera stirata	0,7	48,000	0,000	7.800	0,48	1,0
B	materassino di fibre poliestere termo legate	40,0	0,045	0,889	30	1,18	64,3
C	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
D	Pannello isolante in fibra di vetro	40,0	0,040	1,000	30	0,67	150,0
E	Lamiera di acciaio	0,7	80,000	0,000	7.870	0,46	999.999,0
F	intercapedine aria UNI EN ISO 6946	50,0	0,450	0,111	1	1,00	1,0
G	Lana di roccia - 150kg/mc	160,0	0,038	4,211	150	1,03	1,0
H	lamiera zinco titanio	0,7	110,000	0,000	7.200	0,48	1.500.000,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	304,6		6,440			

## CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

## Condizioni al contorno e dati climatici

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



Mese	$\theta_i$	$\varphi_i$	$\theta_e$	$\varphi_e$	n
gennaio	20,0 °C	- %	9,7 °C	79,9 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	8,7 °C	76,2 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	11,4 °C	70,3 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	14,5 °C	78,5 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	19,2 °C	64,0 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	22,9 °C	67,6 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	25,0 °C	63,7 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	25,5 °C	60,9 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	21,6 °C	71,0 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	17,9 °C	72,7 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	11,6 °C	72,1 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	9,8 °C	75,6 %	0,5 1/h

Condizione	$\theta_i$	$p_i$	$\theta_e$	$p_e$
INVERNALE	20,00 °C	1.519,00 Pa	8,70 °C	856,80 Pa
ESTIVA	20,00 °C	2.119,90 Pa	25,50 °C	1.987,70 Pa

$\theta_i$ : temperatura interna

$\varphi_i$ : umidità relativa interna

$\theta_e$ : temperatura esterna

$\varphi_e$ : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

$p_i$ : pressione interna

$p_e$ : pressione esterna

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 425,898 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m <sup>2</sup> (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 $\Delta P$ è pari a 425,898 Pa.

## Verifica di formazione di muffe superficiali

### Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	$\theta_e$	$P_e$	$\Delta P$	$P_i$	$\theta_i$	$\varphi_i$
novembre	11,6 °C	984,35 Pa	398,2 Pa	1382,55 Pa	20 °C	72 %
dicembre	9,8 °C	915,26 Pa	462,1 Pa	1377,36 Pa	20 °C	76 %
gennaio	9,7 °C	960,56 Pa	465,65 Pa	1426,21 Pa	20 °C	80 %
febbraio	8,7 °C	856,82 Pa	501,15 Pa	1357,97 Pa	20 °C	76 %
marzo	11,4 °C	947,39 Pa	405,3 Pa	1352,69 Pa	20 °C	70 %

### Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si}$ -critica	fRsi-amm
novembre	15,22°C	0,4304
dicembre	15,16°C	0,5252
gennaio	15,7°C	0,5825
febbraio	14,94°C	0,5519
marzo	14,88°C	0,4042

$\theta_e$ : temperatura esterna

$P_e$ : pressione esterna

$\Delta P$ : variazione di pressione

$P_i$ : pressione interna

$\theta_i$ : temperatura interna

$\varphi_i$ : umidità relativa interna

$\theta_{si}$  critica: temperatura superficiale critica

fRsi amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile



**Verifica di condensa interstiziale:**

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0000 kg/m<sup>2</sup>

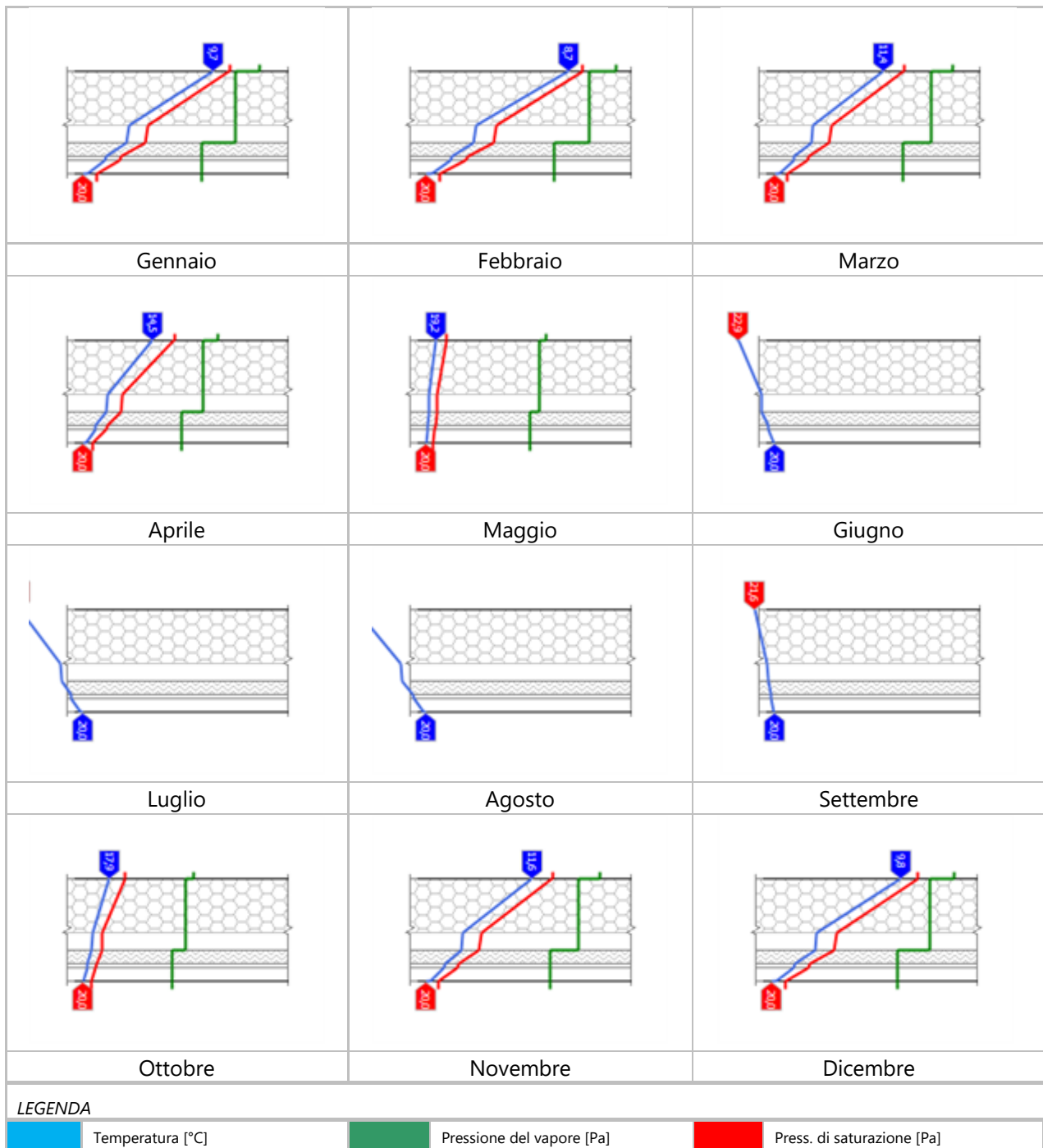
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m<sup>2</sup>

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 kg/m<sup>2</sup>

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

## DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



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

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	54 kg/m <sup>2</sup>
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m <sup>2</sup>
Esito della verifica di massa	OK

**Condizioni al contorno**

Comune	Cardito
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	25,0 °C
Temperatura massima estiva	36,3 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,6 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	299,77 W/m <sup>2</sup>

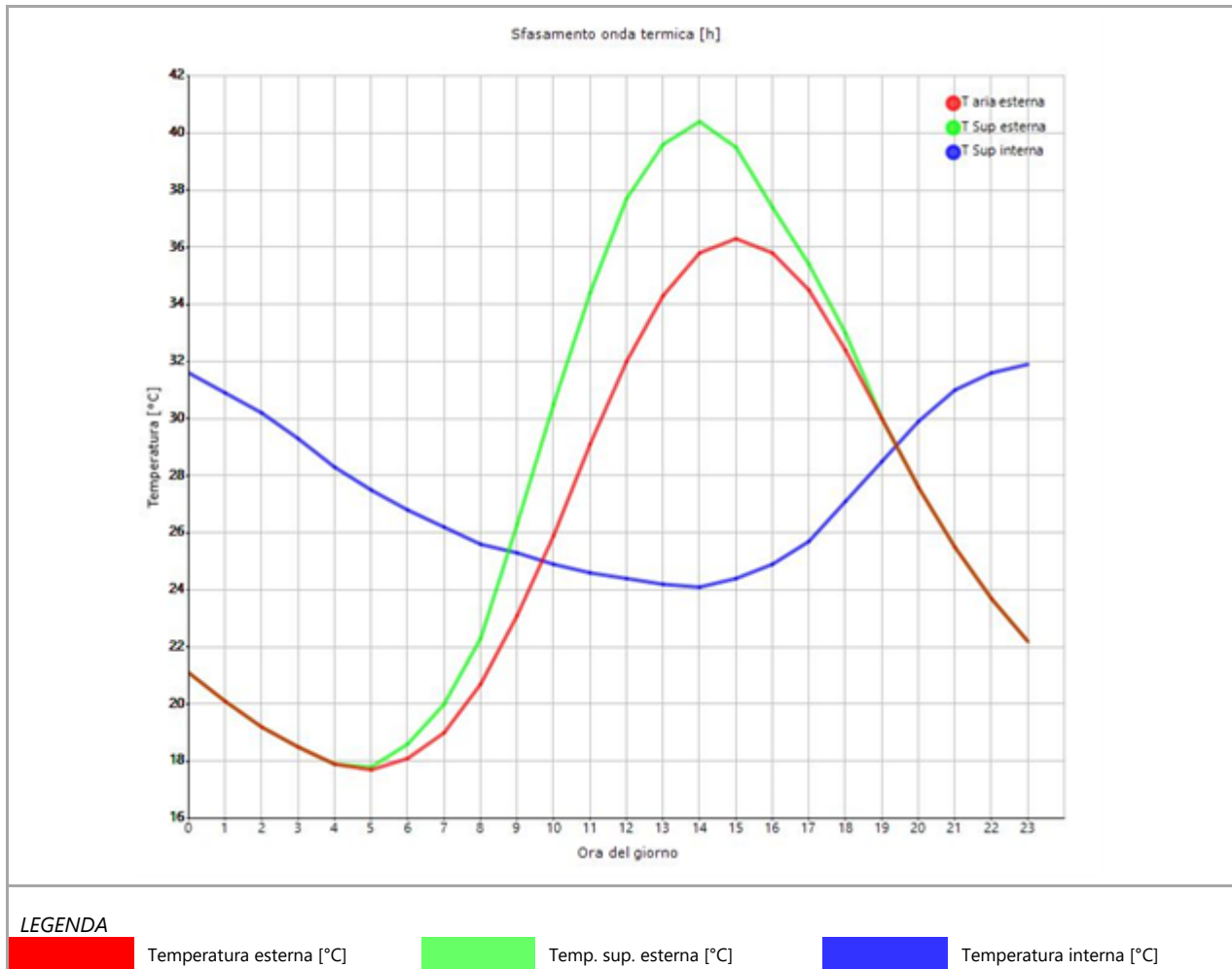
**Inerzia termica**

Sfasamento dell'onda termica	9h 30'
Fattore di attenuazione	0,3433
Capacità termica interna C1	12,4 kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica esterna C2	11,4 kJ/m <sup>2</sup> K
Ammettenza interna oraria	14,6 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza interna	0,8 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza esterna oraria	15,5 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza esterna	0,8 W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza periodica Y	0,053 W/m <sup>2</sup> K
Valore limite Ylim	0,180 W/m <sup>2</sup> K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

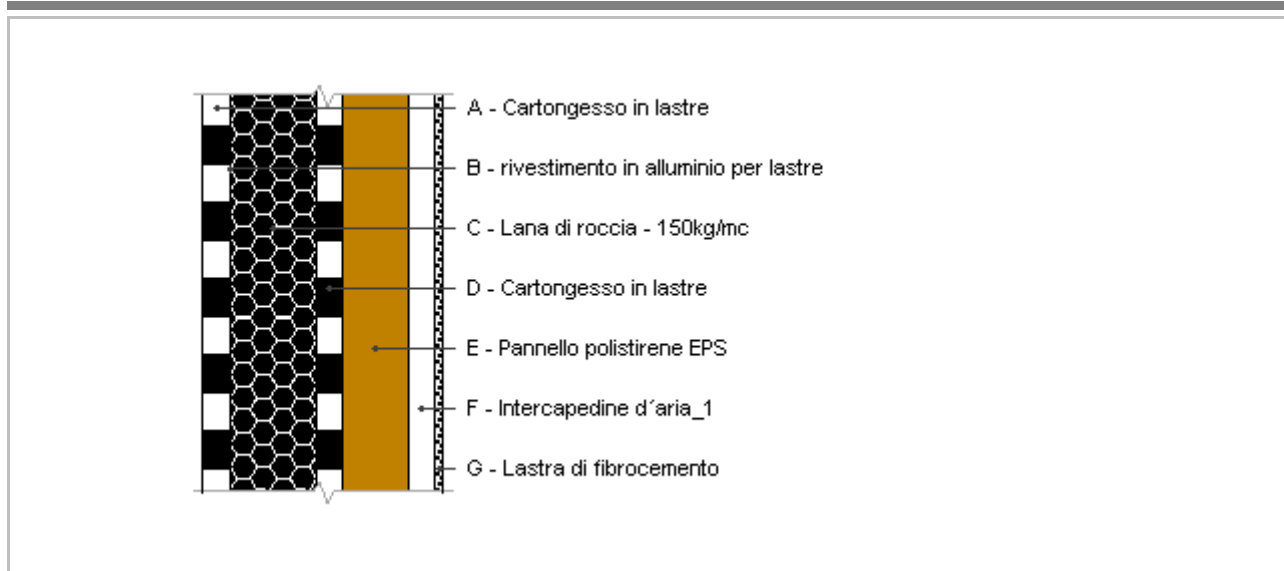
Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradianza solare giorno più caldo Ie W/m <sup>2</sup>	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	21,07	0,00	21,07	31,60
1:00	20,14	0,00	20,14	30,87
2:00	19,21	0,00	19,21	30,20
3:00	18,46	0,00	18,46	29,35
4:00	17,90	0,00	17,90	28,34
5:00	17,72	3,07	17,75	27,50
6:00	18,09	46,07	18,64	26,79
7:00	19,02	82,53	20,01	26,16
8:00	20,69	136,13	22,33	25,64
9:00	23,11	268,27	26,33	25,26
10:00	25,90	387,20	30,55	24,94
11:00	29,06	447,93	34,44	24,62
12:00	32,04	472,47	37,71	24,37
13:00	34,27	447,93	39,65	24,18
14:00	35,76	387,20	40,41	24,12
15:00	36,32	268,27	39,54	24,43
16:00	35,76	136,13	37,39	24,90
17:00	34,46	82,53	35,45	25,69
18:00	32,41	46,07	32,96	27,07
19:00	29,99	3,07	30,03	28,52
20:00	27,58	0,00	27,58	29,85

21:00	25,53	0,00	25,53	30,98
22:00	23,67	0,00	23,67	31,64
23:00	22,18	0,00	22,18	31,90

### DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



## Tamponatura a secco



Spessore	223,1 mm	Trasmittanza	0,226 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	4,421 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	76 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

### Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m <sup>2</sup> K/W	Densità ρ Kg/m <sup>3</sup>	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	25,0	0,210	0,119	900	1,30	8,7
B	rivestimento in alluminio per lastre	0,1	99,999,000	0,000	2.700	0,88	1.000.000,0
C	Lana di roccia - 150kg/mc	80,0	0,038	2,105	150	1,03	1,0
D	Cartongesso in lastre	25,0	0,210	0,119	900	1,30	8,7
E	Pannello polistirene EPS	60,0	0,035	1,714	35	1,45	50,0
F	Intercapedine d'aria_1	25,0	0,139	0,180	1	1,00	1,0
G	Lastra di fibrocemento	8,0	0,580	0,014	2.000	1,05	50,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	223,1		4,421			

### CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

#### Condizioni al contorno e dati climatici

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

Mese	$\theta_i$	$\varphi_i$	$\theta_e$	$\varphi_e$	n
gennaio	20,0 °C	- %	9,6 °C	79,9 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	8,6 °C	76,2 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	11,3 °C	70,3 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	14,4 °C	78,5 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	19,1 °C	64,0 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	22,8 °C	67,6 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	24,9 °C	63,7 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	25,4 °C	60,9 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	21,5 °C	71,0 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	17,8 °C	72,7 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	11,5 °C	72,1 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	9,7 °C	75,6 %	0,5 1/h

Condizione	$\theta_i$	$p_i$	$\theta_e$	$p_e$
INVERNALE	20,00 °C	1.519,00 Pa	8,60 °C	851,10 Pa
ESTIVA	20,00 °C	2.107,40 Pa	25,40 °C	1.975,90 Pa

$\theta_i$ : temperatura interna

$\varphi_i$ : umidità relativa interna

$\theta_e$ : temperatura esterna

$\varphi_e$ : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

$p_i$ : pressione interna

$p_e$ : pressione esterna

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 445,912 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m <sup>2</sup> (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 $\Delta P$ è pari a 445,912 Pa.

## Verifica di formazione di muffe superficiali

### Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	$\theta_e$	$P_e$	$\Delta P$	$P_i$	$\theta_i$	$\varphi_i$
novembre	11,5 °C	977,9 Pa	401,75 Pa	1379,65 Pa	20 °C	72 %
dicembre	9,7 °C	909,17 Pa	465,65 Pa	1374,82 Pa	20 °C	76 %
gennaio	9,6 °C	954,17 Pa	469,2 Pa	1423,37 Pa	20 °C	80 %
febbraio	8,6 °C	851,09 Pa	504,7 Pa	1355,79 Pa	20 °C	76 %
marzo	11,3 °C	941,17 Pa	408,85 Pa	1350,02 Pa	20 °C	70 %

### Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
novembre	15,18°C	0,4333
dicembre	15,13°C	0,527
gennaio	15,67°C	0,5836
febbraio	14,91°C	0,5536
marzo	14,85°C	0,4075

$\theta_e$ : temperatura esterna

$P_e$ : pressione esterna

$\Delta P$ : variazione di pressione

$P_i$ : pressione interna

$\theta_i$ : temperatura interna

$\varphi_i$ : umidità relativa interna

$\theta_{si-critica}$ : temperatura superficiale critica

fRsi amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile



## Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale fRsi: 0,5836 (mese di Gennaio)

### Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.423,4	1.355,8	1.350,0	1.585,4	1.546,2	1.875,3	1.930,3	1.884,2	1.867,1	1.658,4	1.379,6	1.374,8
	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	1.422,7	1.355,0	1.349,4	1.584,9	1.546,0	1.875,3	1.930,5	1.884,4	1.867,1	1.658,1	1.379,0	1.374,1
	2.217,5	2.206,3	2.236,6	2.271,9	2.326,4	2.370,1	2.395,2	2.401,2	2.354,6	2.311,2	2.238,9	2.218,6
A-B	966,3	864,1	951,7	1.294,3	1.417,7	1.874,7	2.002,4	1.973,6	1.821,6	1.484,9	988,3	921,2
	2.217,5	2.206,3	2.236,6	2.271,9	2.326,4	2.370,1	2.395,2	2.401,2	2.354,6	2.311,2	2.238,9	2.218,6
B-C	966,0	863,9	951,5	1.294,1	1.417,6	1.874,7	2.002,4	1.973,6	1.821,6	1.484,8	988,1	921,0
	1.632,7	1.576,0	1.733,1	1.930,4	2.267,0	2.567,0	2.752,2	2.798,0	2.457,8	2.169,1	1.745,3	1.638,4
C-D	965,3	863,1	950,9	1.293,7	1.417,4	1.874,7	2.002,5	1.973,7	1.821,5	1.484,5	987,5	920,2
	1.604,1	1.545,6	1.707,9	1.912,5	2.263,6	2.578,5	2.773,7	2.822,0	2.463,8	2.161,3	1.720,5	1.610,0
D-E	955,6	852,6	942,4	1.287,5	1.414,6	1.874,7	2.004,1	1.975,7	1.820,5	1.480,8	979,1	910,5
	1.238,5	1.162,0	1.378,7	1.670,5	2.216,3	2.749,9	3.100,1	3.189,0	2.550,9	2.051,6	1.396,0	1.246,4
E-F	955,5	852,5	942,3	1.287,4	1.414,6	1.874,7	2.004,1	1.975,7	1.820,5	1.480,8	979,0	910,5
	1.204,7	1.127,1	1.347,6	1.646,7	2.211,4	2.768,5	3.136,2	3.229,8	2.560,2	2.040,4	1.365,3	1.212,7
F-G	954,2	851,1	941,2	1.286,6	1.414,2	1.874,7	2.004,3	1.975,9	1.820,4	1.480,3	977,9	909,2
	1.202,2	1.124,4	1.345,2	1.644,9	2.211,0	2.769,9	3.139,0	3.233,0	2.560,9	2.039,5	1.363,0	1.210,2
G-Add	954,2	851,1	941,2	1.286,6	1.414,2	1.874,7	2.004,3	1.975,9	1.820,4	1.480,3	977,9	909,2
	1.194,8	1.116,8	1.338,4	1.639,7	2.209,9	2.774,0	3.147,1	3.242,1	2.562,9	2.037,0	1.356,3	1.202,9

### 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	19,4	19,4	19,5	19,7	20,0	20,2	20,3	20,3	20,1	19,9	19,5	19,4
A-B	19,2	19,1	19,3	19,5	19,9	20,2	20,4	20,4	20,1	19,8	19,3	19,2
B-C	19,2	19,1	19,3	19,5	19,9	20,2	20,4	20,4	20,1	19,8	19,3	19,2
C-D	14,3	13,8	15,3	16,9	19,5	21,5	22,7	22,9	20,8	18,8	15,4	14,4
D-E	14,1	13,5	15,0	16,8	19,5	21,6	22,8	23,1	20,9	18,7	15,1	14,1
E-F	10,1	9,2	11,7	14,7	19,1	22,7	24,6	25,1	21,4	17,9	11,9	10,2
F-G	9,7	8,7	11,4	14,5	19,1	22,8	24,8	25,3	21,5	17,8	11,6	9,8
G-Add	9,7	8,7	11,4	14,4	19,1	22,8	24,9	25,4	21,5	17,8	11,6	9,8
Add-Esterno	9,6	8,6	11,3	14,4	19,1	22,8	24,9	25,4	21,5	17,8	11,5	9,7

### Verifica formazione di condensa interstiziale

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

### Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0000 kg/m<sup>2</sup>

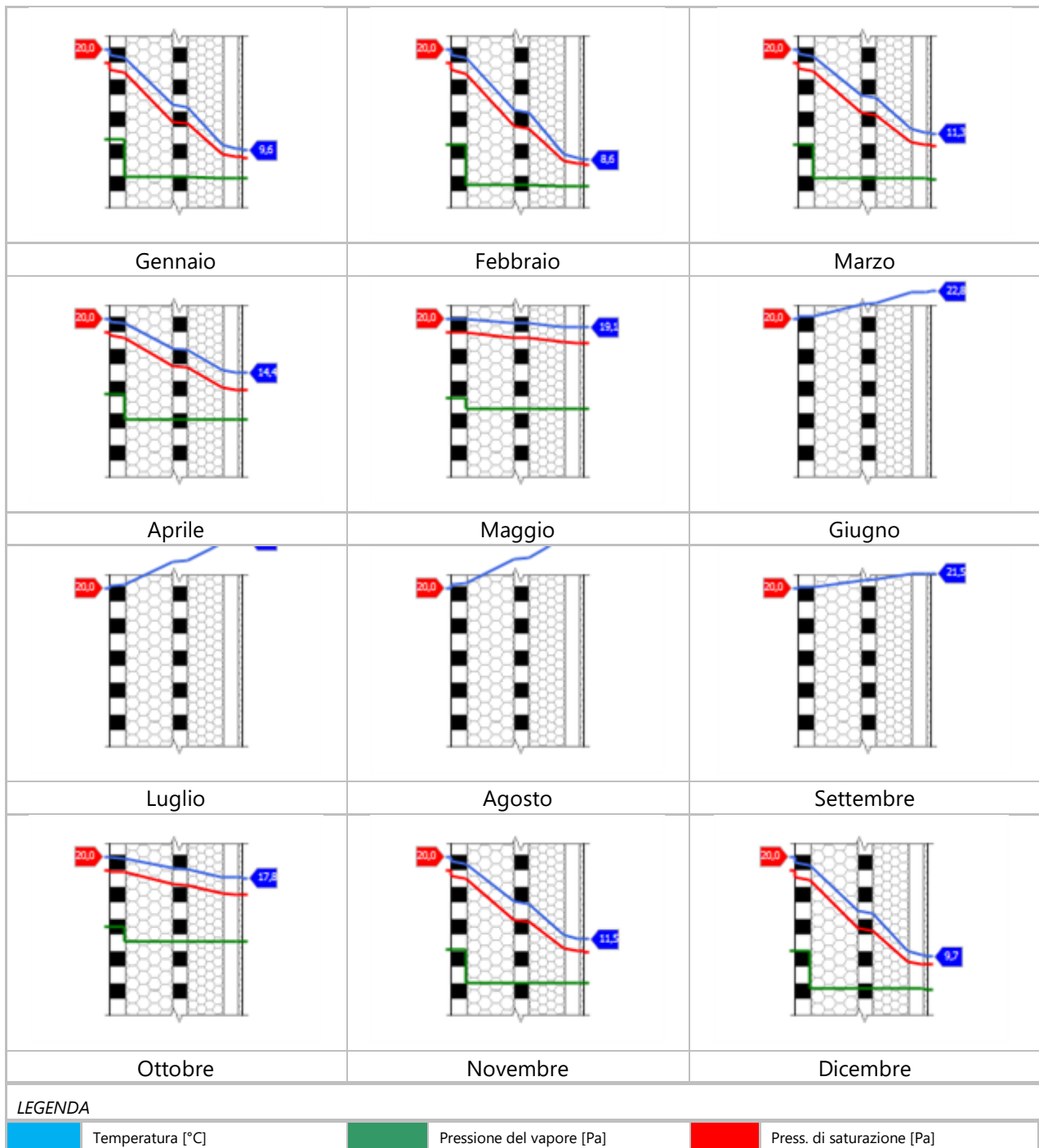
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m<sup>2</sup>

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 kg/m<sup>2</sup>

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

**DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA**



## CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

### Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	76 kg/m <sup>2</sup>
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m <sup>2</sup>
Esito della verifica di massa	OK

### Condizioni al contorno

Comune	Cardito
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	25,0 °C
Temperatura massima estiva	36,3 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,6 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	299,77 W/m <sup>2</sup>

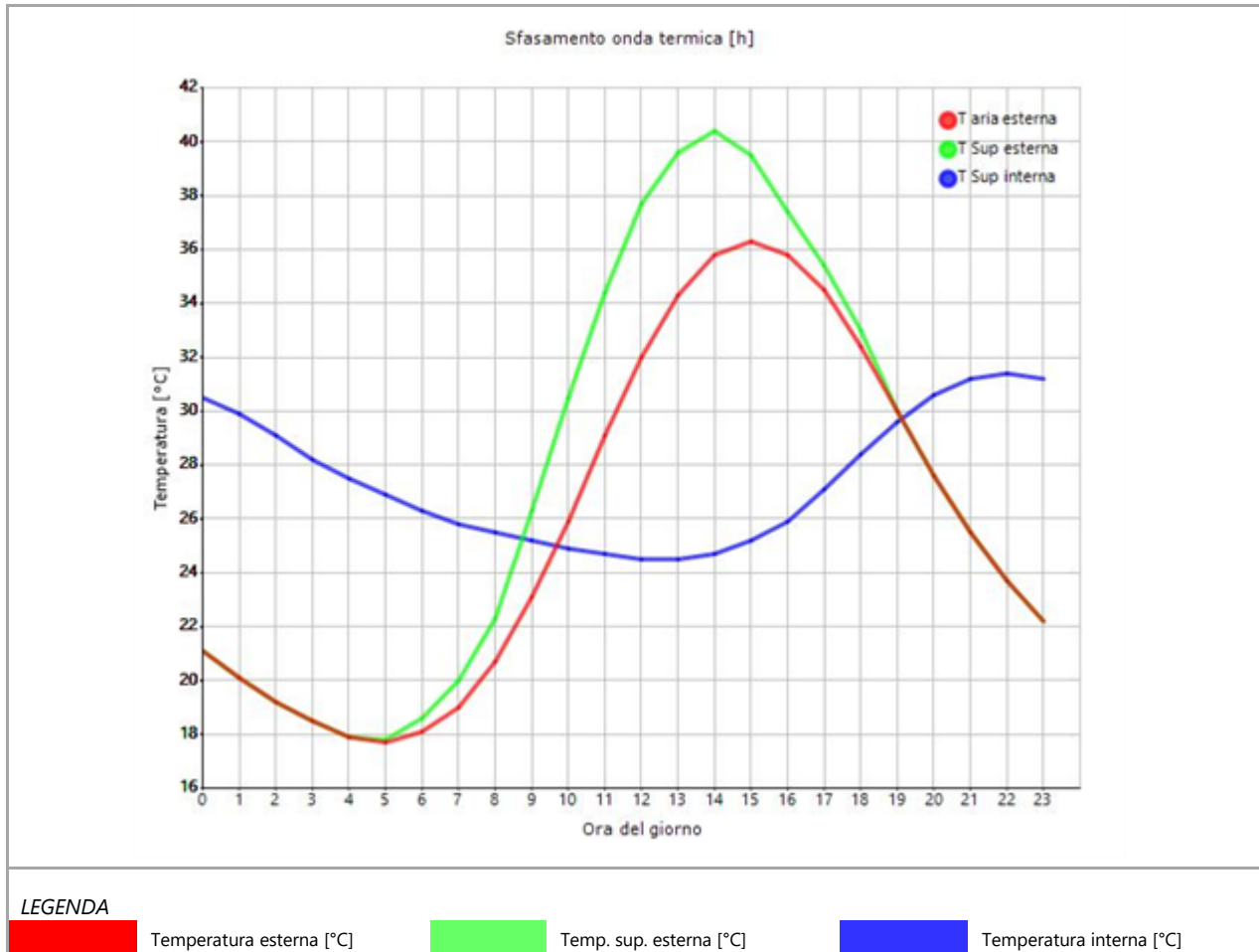
### Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	8h 06'
Fattore di attenuazione	0,3073
Capacità termica interna C1	30,4 kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica esterna C2	20,6 kJ/m <sup>2</sup> K
Ammettenza interna oraria	15,8 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza interna	1,4 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza esterna oraria	16,5 W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza esterna	1,4 W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza periodica Y	0,070 W/m <sup>2</sup> K
Valore limite Ylim	0,100 W/m <sup>2</sup> K
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

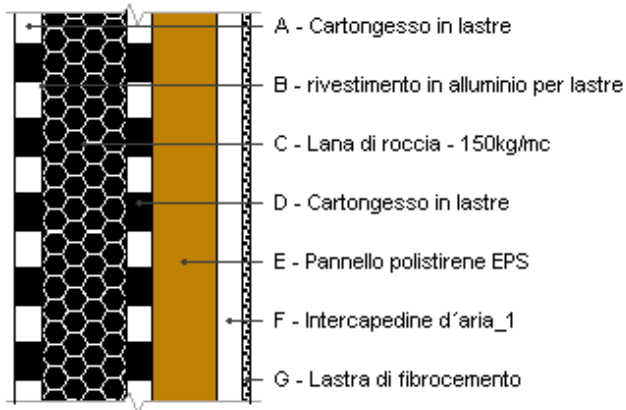
Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradiazione solare giorno più caldo le W/m <sup>2</sup>	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	21,07	0,00	21,07	30,51
1:00	20,14	0,00	20,14	29,91
2:00	19,21	0,00	19,21	29,15
3:00	18,46	0,00	18,46	28,25
4:00	17,90	0,00	17,90	27,49
5:00	17,72	3,07	17,75	26,86
6:00	18,09	46,07	18,64	26,29
7:00	19,02	82,53	20,01	25,83
8:00	20,69	136,13	22,33	25,49
9:00	23,11	268,27	26,33	25,21
10:00	25,90	387,20	30,55	24,92
11:00	29,06	447,93	34,44	24,69
12:00	32,04	472,47	37,71	24,52
13:00	34,27	447,93	39,65	24,47
14:00	35,76	387,20	40,41	24,75
15:00	36,32	268,27	39,54	25,17
16:00	35,76	136,13	37,39	25,88
17:00	34,46	82,53	35,45	27,11
18:00	32,41	46,07	32,96	28,41
19:00	29,99	3,07	30,03	29,60

20:00	27,58	0,00	27,58	30,61
21:00	25,53	0,00	25,53	31,20
22:00	23,67	0,00	23,67	31,43
23:00	22,18	0,00	22,18	31,17

### DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



## Tamponatura a secco ZNR

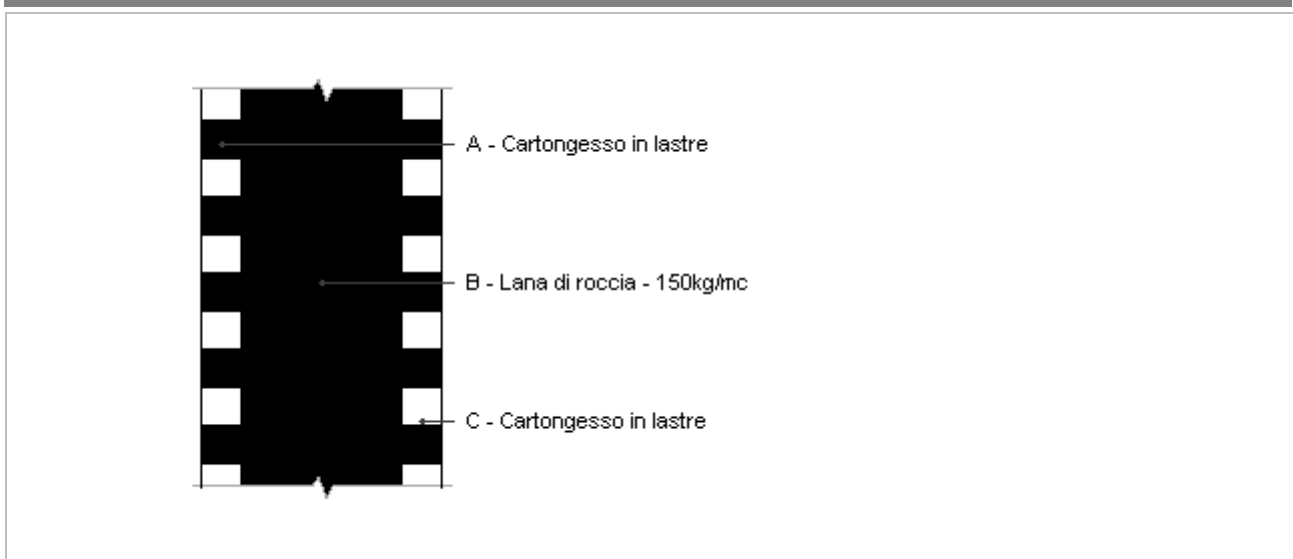


Spessore	223,1 mm	Trasmittanza	0,229 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	4,376 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	82 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

## Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conducibilità λ W/(mK)	Resistenza R m <sup>2</sup> K/W	Densità ρ Kg/m <sup>3</sup>	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	25,0	0,210	0,119	900	1,30	8,7
B	rivestimento in alluminio per lastre	0,1	99.999,000	0,000	2.700	0,88	1.000.000,0
C	Lana di roccia - 150kg/mc	80,0	0,038	2,105	150	1,03	1,0
D	Cartongesso in lastre	25,0	0,210	0,119	900	1,30	8,7
E	Pannello polistirene EPS	60,0	0,038	1,579	150	1,03	1,0
F	Intercapedine d'aria_1	25,0	0,139	0,180	1	1,00	1,0
G	Lastra di fibrocemento	8,0	0,580	0,014	2.000	1,05	50,0
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	223,1		4,376			

## Tramezzatura a secco ZNR

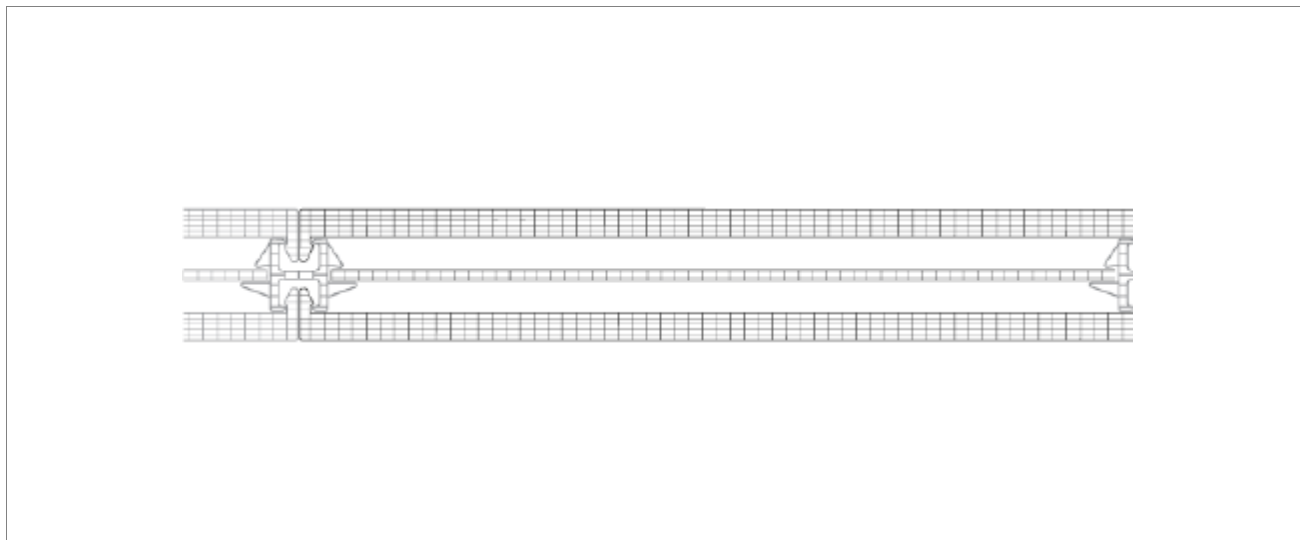


Spessore	150,0 mm	Trasmittanza	0,320 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	3,130 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	60 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione			

### Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conducibilità λ W/(mK)	Resistenza R m <sup>2</sup> K/W	Densità ρ Kg/m <sup>3</sup>	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	25,0	0,210	0,119	900	1,30	8,7
B	Lana di roccia - 150kg/mc	100,0	0,038	2,632	150	1,03	1,0
C	Cartongesso in lastre	25,0	0,210	0,119	900	1,30	8,7
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	150,0		3,130			

## CV 12 Policarbonato alveolare



Trasmittanza	Uw	0,740 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	0,760 W/(m <sup>2</sup> K)

Tipologia	tipo	Policarbonato alveolare
Trasmittanza	Ug	0,760 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

### Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Veneziane bianche - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,25

### Chiusura oscurante

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

### Permeabilità all'aria

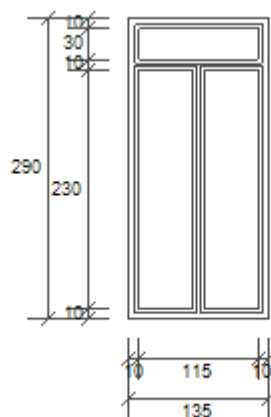
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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





## F1 (135X220)



Larghezza	L	135 cm
Altezza	H	250 cm
Area del vetro	Ag	2,760 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	1,155 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	3,915 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	14,200 m
Trasmittanza	Uw	0,700 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	0,700 W/(m <sup>2</sup> K)

### Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

### Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	75 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,100 W/(mK)

### Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Veneziane bianche - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,25

**Chiusura oscurante**

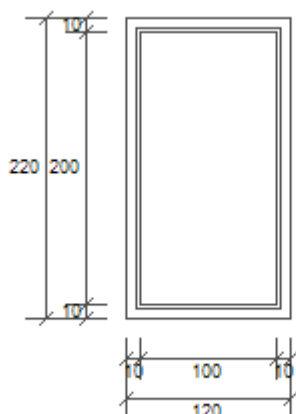
Tipo chiusura - \_\_\_\_\_  
Permeabilità - \_\_\_\_\_  
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

**Permeabilità all'aria**

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

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

## F2 (100X210)



Larghezza	L	120 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	2,000 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,640 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	2,640 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	6,000 m
Trasmittanza	Uw	0,700 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	0,700 W/(m <sup>2</sup> K)

### Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,500

### Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	75 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,100 W/(mK)

### Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Veneziane bianche - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,25

**Chiusura oscurante**

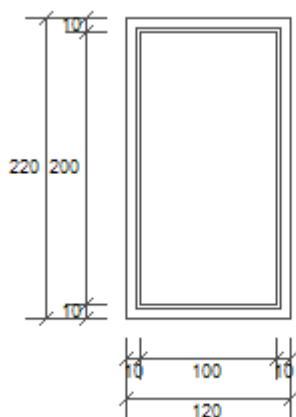
Tipo chiusura - \_\_\_\_\_  
Permeabilità - \_\_\_\_\_  
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

**Permeabilità all'aria**

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

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

## F6 (120X220)



Larghezza	L	120 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	2,000 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,640 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	2,640 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	6,000 m
Trasmittanza	Uw	0,700 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	0,700 W/(m <sup>2</sup> K)

### Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,500

### Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	75 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,100 W/(mK)

### Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Veneziane bianche - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,25

**Chiusura oscurante**

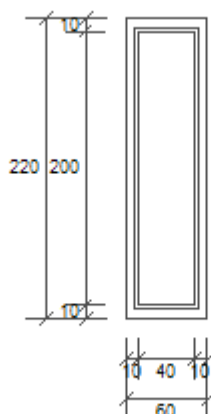
Tipo chiusura - \_\_\_\_\_  
Permeabilità - \_\_\_\_\_  
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

**Permeabilità all'aria**

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

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

## F6 (60X220)



Larghezza	L	60 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	0,800 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,520 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	1,320 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	4,800 m
Trasmittanza	Uw	0,700 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	0,700 W/(m <sup>2</sup> K)

### Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,500

### Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	75 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,100 W/(mK)

### Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Veneziane bianche - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,25



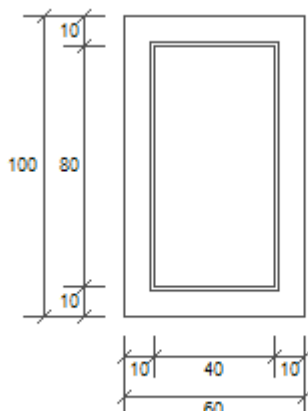
**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura - \_\_\_\_\_  
Permeabilità - \_\_\_\_\_  
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

**Permeabilità all'aria**

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

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

**F6 (60X100)**

Larghezza	L	60 cm
Altezza	H	100 cm
Area del vetro	Ag	0,320 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,280 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	0,600 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	2,400 m
Trasmittanza	Uw	0,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	0,500 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,700 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,500

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	75 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,100 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Veneziane bianche - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,25

**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

**Permeabilità all'aria**

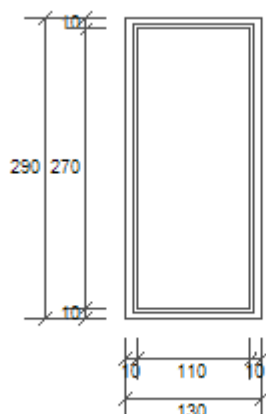
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

## F7 (130X290)



Larghezza	L	130 cm
Altezza	H	290 cm
Area del vetro	Ag	2,970 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,800 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	3,770 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	7,600 m
Trasmittanza	Uw	0,700 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	0,700 W/(m <sup>2</sup> K)

### Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

### Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	75 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,100 W/(mK)

### Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Veneziane bianche - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,25

**Chiusura oscurante**

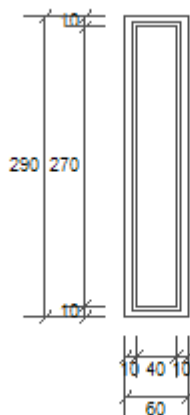
Tipo chiusura - \_\_\_\_\_  
Permeabilità - \_\_\_\_\_  
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

**Permeabilità all'aria**

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

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

## F7 (60X290)



Larghezza	L	60 cm
Altezza	H	290 cm
Area del vetro	Ag	1,080 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,660 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	1,740 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	6,200 m
Trasmittanza	Uw	0,700 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	0,700 W/(m <sup>2</sup> K)

### Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

### Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	75 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,100 W/(mK)

### Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Veneziane bianche - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,25

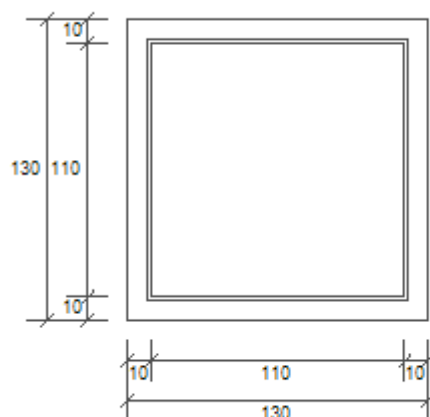
**Chiusura oscurante**

Tipo chiusura - \_\_\_\_\_  
Permeabilità - \_\_\_\_\_  
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

**Permeabilità all'aria**

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

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

**F13 (130x130) Lucernario**

Larghezza	L	130 cm
Altezza	H	130 cm
Area del vetro	Ag	1,210 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,480 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	1,690 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	4,400 m
Trasmittanza	Uw	0,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	0,500 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,700 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,670
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	57 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,500 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,100 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Veneziane bianche - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,25

**Chiusura oscurante**



Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

**Permeabilità all'aria**

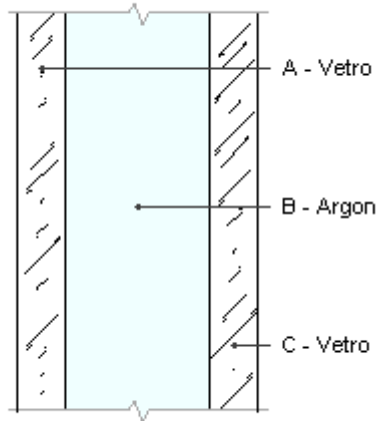
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

**Strutture associate al serramento**

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Assenti	-	-

## vetro doppio (4-12-4) argon BE



Numero lastre	2	Resistenza R	0,605 m <sup>2</sup> K/W
Trasmittanza	0.500 W/m <sup>2</sup> K	Spessore vetro	20,0 mm
Descrizione			

### Stratigrafia

	Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Emissività normale interna ε <sub>ni</sub> -	Emissività normale esterna ε <sub>ne</sub> -	Densità ρ Kg/m <sup>3</sup>	Viscosità dinamica μ 10 <sup>-5</sup> kg/ms	Capacità C kJ/(kgK)
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,000	0,000	-	-	-
A	Vetro	4,0	1,000	0,170	0,890	2.500	0,0	0,84
B	Argon	12,0	0,017	0,000	0,000	2	2,2	0,52
C	Vetro	4,0	1,000	0,170	0,890	2.500	0,0	0,84
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,000	0,000	-	-	-
	TOTALE	20,0						

### Resistenze

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

	Strato	Emissività normale interna ε <sub>i</sub> -	Emissività normale esterna ε <sub>ne</sub> -	Salto termico intercapedin e ΔT °C	Conduttanza radiativa hr W/m <sup>2</sup> K	Conduttanza lastra hs W/m <sup>2</sup> K	Resistenza termica R m <sup>2</sup> K/W
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	0,130
A	Vetro	-	-	-	-	-	0,004
B	Argon	0,837	0,837	15,00	0,939	2,342	0,427
C	Vetro	-	-	-	-	-	0,004
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	0,040

# RELAZIONE DI CALCOLO DEL PONTE TERMICO

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

EDIFICIO	<b>Via Biagio Loffredo - Cardito (NA)</b>
RELAZIONE a cura di	<b>Architetto Giuseppe Natale</b>
DATA	<b>21/06/2024</b>
	Firma: _____

## INDICE

---

1.     PREMESSA METODOLOGICA
2.     NORMATIVA DI RIFERIMENTO e METODO DI CALCOLO
3.     VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO
  
- 4.1    DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo sporgente
- 4.2    CONDIZIONI AL CONTORNO
- 4.3    DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 4.4    CURVE DI TEMPERATURA
- 4.5    RISULTATI DI CALCOLO
- 4.6    VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA
  
- 5.1    DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - pavimento su terreno
- 5.2    CONDIZIONI AL CONTORNO
- 5.3    DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 5.4    CURVE DI TEMPERATURA
- 5.5    RISULTATI DI CALCOLO
- 5.6    VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA
  
- 6.1    DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - solaio interpiano
- 6.2    CONDIZIONI AL CONTORNO
- 6.3    DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 6.4    CURVE DI TEMPERATURA
- 6.5    RISULTATI DI CALCOLO
- 6.6    VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA
  
- 7.1    DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete copertura
- 7.2    CONDIZIONI AL CONTORNO
- 7.3    DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 7.4    CURVE DI TEMPERATURA
- 7.5    RISULTATI DI CALCOLO
- 7.6    VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

## 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  $\psi$  del ponte termico tramite analisi ad elementi finiti, per ponti termico geometrico o strutturale.

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

## 2. NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

---

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

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

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

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

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

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

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

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

## 3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

---

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

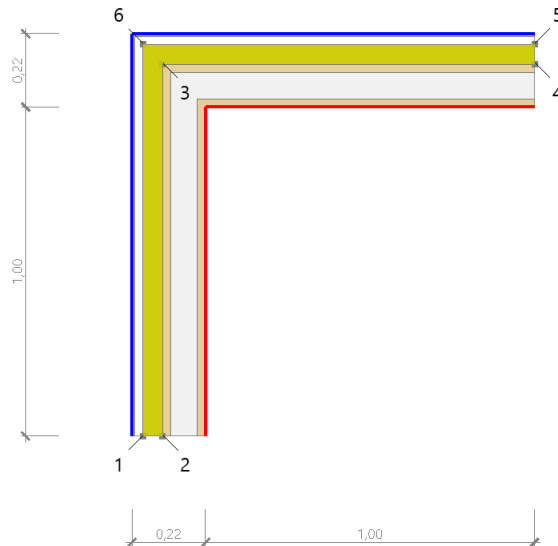
Il presente metodo numerico rispetta tutte le regole contenute nell'appendice A. In particolare:

- Fornisce le temperature e i flussi termici
- Consente di calcolare temperature e flussi termici anche in posizioni diverse da quelle indicate.
- Converge alla soluzione analitica (dove esiste) all'aumentare delle suddivisioni.

- Determina il numero di suddivisioni seguendo questa regola: esegue la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici che entrano nell'oggetto considerato, per  $n$  suddivisioni e per  $2n$  suddivisioni. La differenza tra i due risultati non deve essere maggiore del 2% o in alternativa si aumenta il numero di suddivisioni fino a che il criterio non è soddisfatto.
- Le iterazioni di calcolo proseguono finché la somma di tutti i flussi termici (positivi o negativi) entranti nell'oggetto, divisa per la metà della somma dei valori assoluti dei medesimi flussi termici è minore di 0.001

#### 4.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo sporgente

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



#### Dettaglio dei materiali

	Materiale	$\lambda$ [W/mK]
1	Lastra di fibrocemento	0,580
2	Intercapedine d'aria_1	0,139
3	Pannello polistirene EPS	0,035
4	Cartongesso in lastre	0,210
5	Lana di roccia - 150kg/mc	0,038
6	Cartongesso in lastre	0,210

#### 4.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Cardito - (NA).

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

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

### Dettaglio dei confini

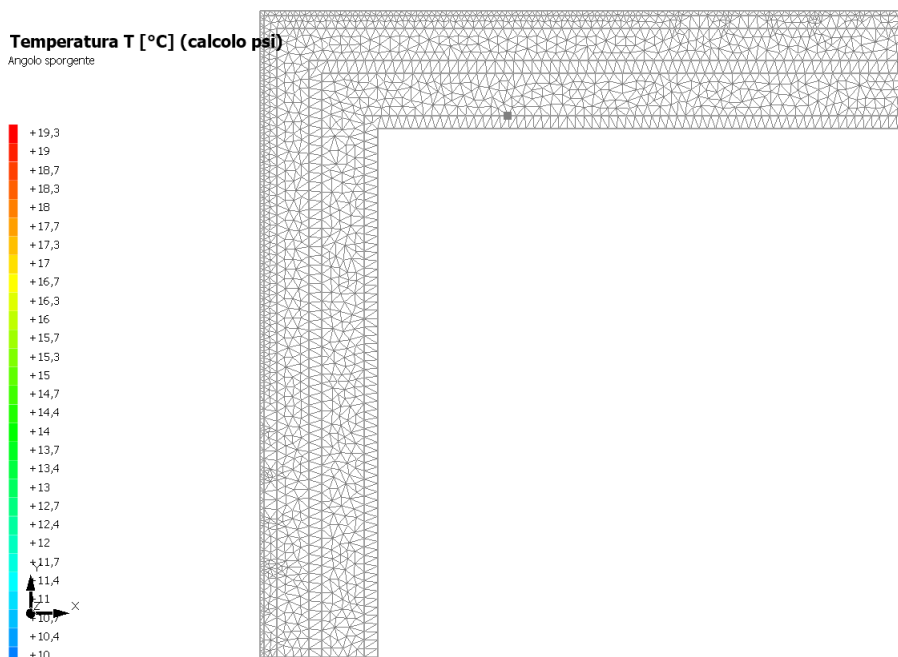
	Confine	T [°C]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	8,7	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	8,7	0,04
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

### 4.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 2.064

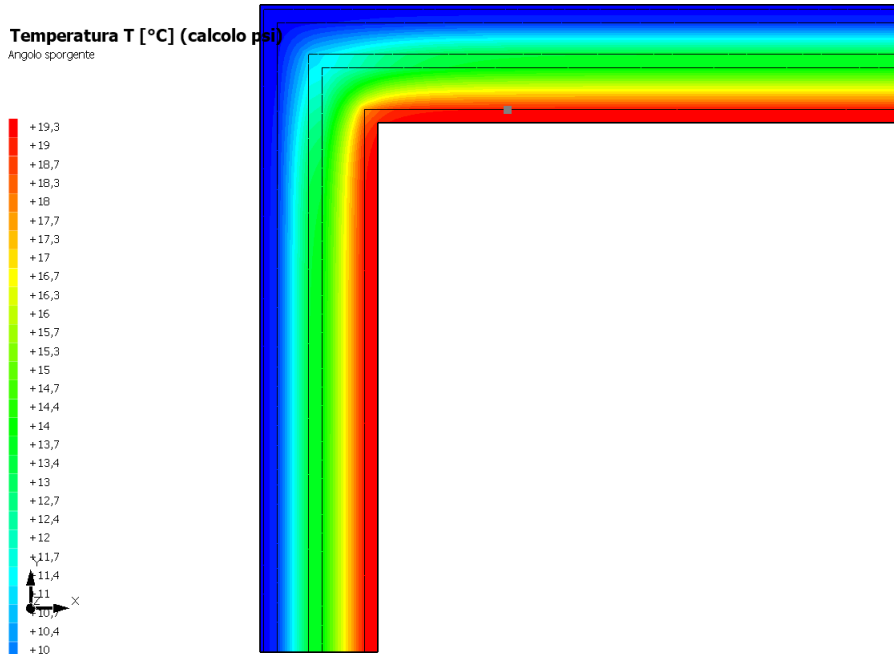
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



### 4.4 CURVE DI TEMPERATURA



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



#### 4.5 RISULTATI DI CALCOLO

---

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

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

Flusso $\Phi$	5,46	W/m
$\Psi$ interno	0,0308	W/mK
$\Psi$ esterno	-0,0701	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,48	W/mK
Temperatura minima	18,6	°C

#### 4.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

---

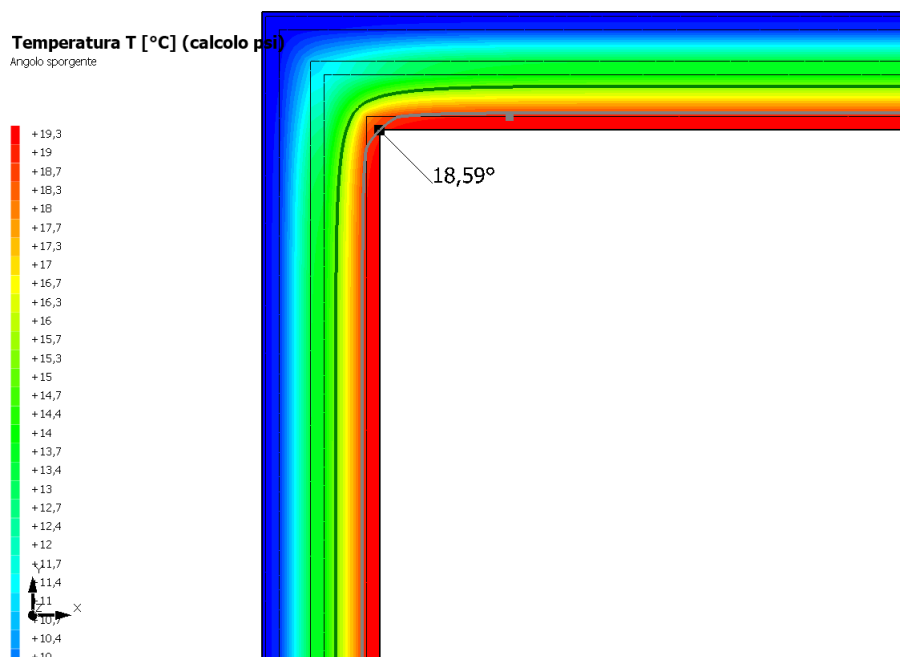
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale fRsi calcolato come segue

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

Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  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 Cardito, NA

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

Tipo di calcolo

Classi di concentrazione

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	$\varphi_e$ [%]	Pe [Pa]	$\Delta p$ [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
novembre	11,60	72,1	984,4	398,2	1.382,6	1.728,2	15,22	20,00	0,4304
dicembre	9,80	75,6	915,5	462,1	1.377,6	1.722,0	15,16	20,00	0,5254
gennaio	9,70	79,9	961,1	465,7	1.426,7	1.783,4	15,71	20,00	0,5831
febbraio	8,70	76,2	856,8	501,2	1.357,9	1.697,4	14,94	20,00	0,5519
marzo	11,40	70,3	947,2	405,3	1.352,5	1.690,6	14,87	20,00	0,4039

*Te temperatura esterna media mensile [°C]*  
*ϕe umidità relativa esterna [%]*  
*Pe pressione esterna [Pa]*  
*ΔP variazione di pressione [Pa]*  
*Pi pressione interna [Pa]*  
*Psi pressione di saturazione interna [Pa]*  
*Tsi Temperatura superficiale interna [°C]*  
*fRsi Fattore di resistenza superficiale*

**ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA**

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,875
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,583
Mese critico	Gennaio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	f <sub>rsi</sub> > f <sub>rsi,max</sub> : assenza di muffa

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

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



### Dettaglio dei materiali

	Materiale	$\lambda$ [W/mK]
1	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
2	Lastra di fibrocemento	0,580
3	Intercapedine d'aria_1	0,139
4	Pannello polistirene EPS	0,035
5	Cartongesso in lastre	0,210
6	Lana di roccia - 150kg/mc	0,038
7	Cartongesso in lastre	0,210
8	parquet in legno	0,170
9	Tavole a fibre orientate (OSB)	0,130
10	materassino in poliuretano	0,040
11	Massetto in calcestruzzo alleggerito	1,080
12	Pannello isolante in polistirene espanso estruso	0,034
13	Calcestruzzo armato (getto)	1,910
14	Aria	0,025

15	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
16	Arenaria (silice)	2,300
17	Arenaria (silice)	2,300

## 5.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

---

La valutazione è eseguita nel comune di Cardito - (NA).

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

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

### Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Temperatura terreno: direzione ascendente del flusso	12,6	0,00
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	8,7	0,04
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	8,7	0,17
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
5	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17

## 5.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

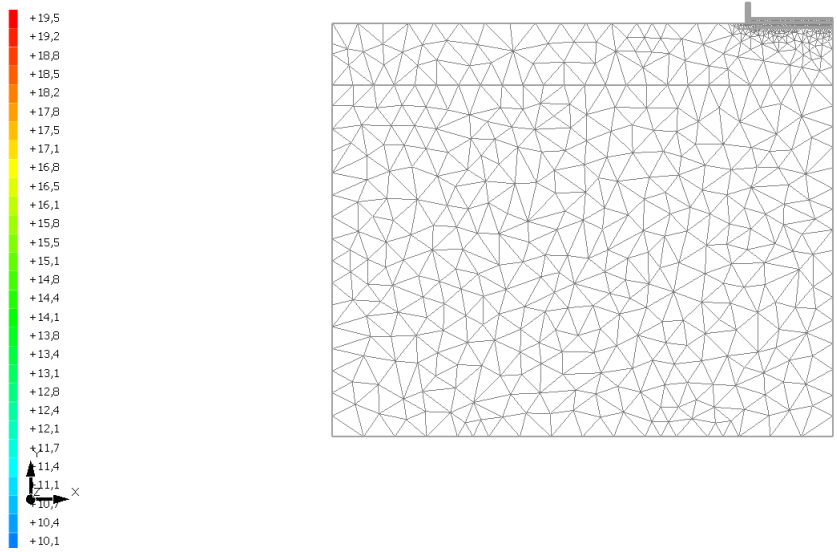
---

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

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 2.573

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

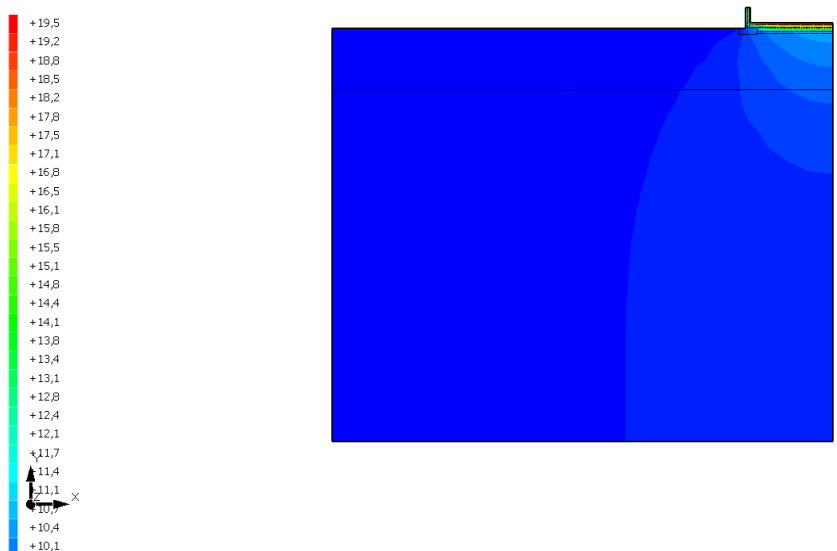
**Temperatura T [°C] (calcolo psi)**  
 Parete - pavimento su terreno



## 5.4 CURVE DI TEMPERATURA

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

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



## 5.5 RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso $\Phi$	7,07	W/m
$\Psi$ interno	0,0799	W/mK
$\Psi$ esterno	0,0621	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,63	W/mK
Temperatura minima	18,9	°C

## 5.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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

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

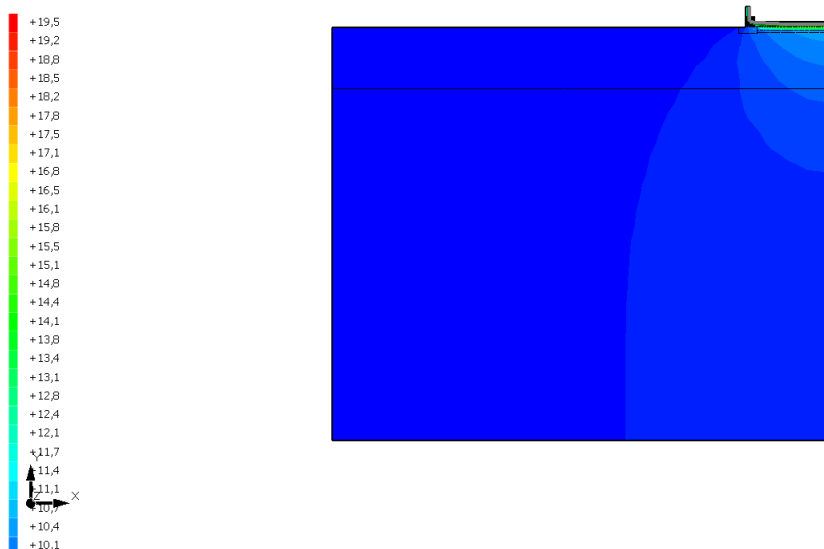
Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  temperatura dell'aria interna [°C]

### Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Parète - pavimento su terreno



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

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Cardito, NA

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

Tipo di calcolo  
Classe di edificio

Umidità relativa interna costante  
Edifici con indice di affollamento non noto

### Contorno interno - esterno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	$\varphi$ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
novembre	11,60	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7453
dicembre	9,80	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7903
gennaio	9,70	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7923
febbraio	8,70	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8107
marzo	11,40	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7512

### Contorno interno – altro contorno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	$\varphi$ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
novembre	17,19	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,2382
dicembre	14,04	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6410
gennaio	13,14	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6881
febbraio	13,09	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6903
marzo	12,59	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7112

*Te temperatura esterna media mensile [°C]*

*Ti temperatura interna media mensile [°C]*

*$\varphi$  umidità relativa interna [%]*

*Pi pressione interna [Pa]*

*Psi pressione di saturazione interna [Pa]*

*Tsi Temperatura superficiale interna [°C]*

*fRsi Fattore di resistenza superficiale*

### ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

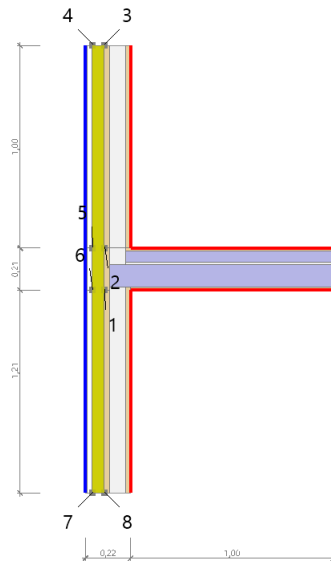
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi  
 Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm  
 Mese critico  
 ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

0,906  
 0,811  
 Febbraio  
 frsi > frsi,max: assenza di muffa



## 6.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - solaio interpiano

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	$\lambda$ [W/mK]
1	Lastra di fibrocemento	0,580
2	Intercapedine d'aria_1	0,139
3	Pannello polistirene EPS	0,035
4	Cartongesso in lastre	0,210
5	Lana di roccia - 150kg/mc	0,038
6	Cartongesso in lastre	0,210
7	Lastra di fibrocemento	0,580
8	Intercapedine d'aria_1	0,139
10	Cartongesso in lastre	0,210
11	Lana di roccia - 150kg/mc	0,038
13	Lastra di fibrocemento	0,580
14	Intercapedine d'aria_1	0,139
16	Cartongesso in lastre	0,210
17	Lana di roccia - 150kg/mc	0,038

18	Cartongesso in lastre	0,210
19	Pavimentazione interna-gres	1,470
20	Massetto in cls alleggerito	1,080
21	FONOSTOPDuo	0,135
22	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
23	Cartongesso in lastre	0,210

## 6.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

---

La valutazione è eseguita nel comune di Cardito - (NA).

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

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

### Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	8,7	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
5	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

## 6.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

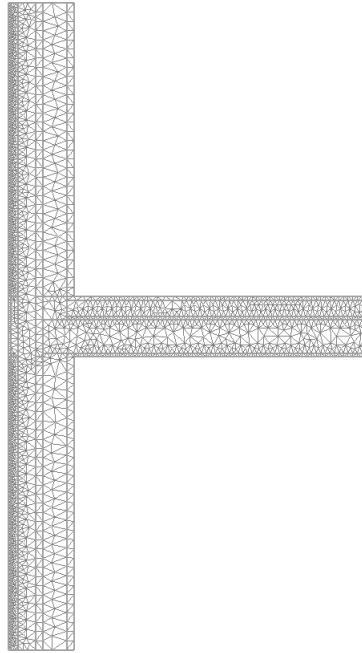
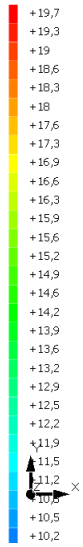
---

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

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 2.263

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

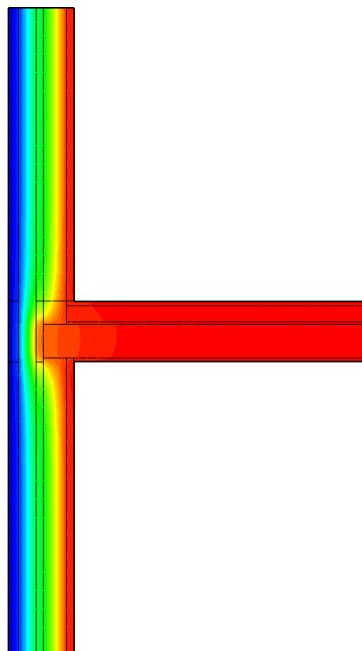
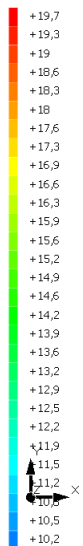
**Temperatura T [°C] (calcolo psi)**  
 Parete - solaio interpiano



## 6.4 CURVE DI TEMPERATURA

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

**Temperatura T [°C] (calcolo psi)**  
 Parete - solaio interpiano



## 6.5 RISULTATI DI CALCOLO

---

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

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

Flusso $\Phi$	6,28	W/m
$\Psi$ interno	0,1031	W/mK
$\Psi$ esterno	0,0562	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,56	W/mK
Temperatura minima	19,3	°C

## 6.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

---

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

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

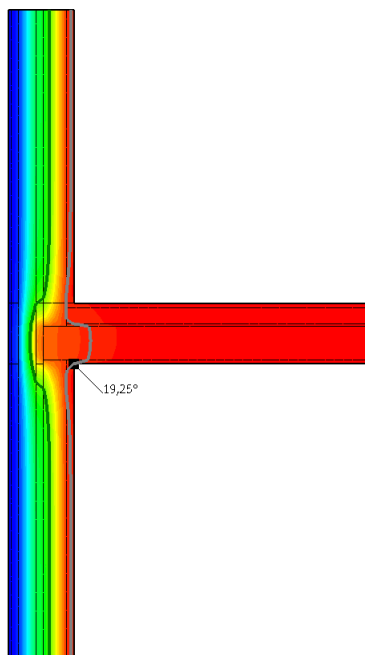
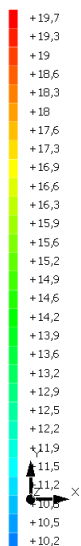
Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Parete - solaio interpiano



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 Cardito, NA

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

Tipo di calcolo

Classi di concentrazione

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
novembre	11,60	72,1	984,4	398,2	1.382,6	1.728,2	15,22	20,00	0,4304
dicembre	9,80	75,6	915,5	462,1	1.377,6	1.722,0	15,16	20,00	0,5254
gennaio	9,70	79,9	961,1	465,7	1.426,7	1.783,4	15,71	20,00	0,5831
febbraio	8,70	76,2	856,8	501,2	1.357,9	1.697,4	14,94	20,00	0,5519
marzo	11,40	70,3	947,2	405,3	1.352,5	1.690,6	14,87	20,00	0,4039

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φe umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

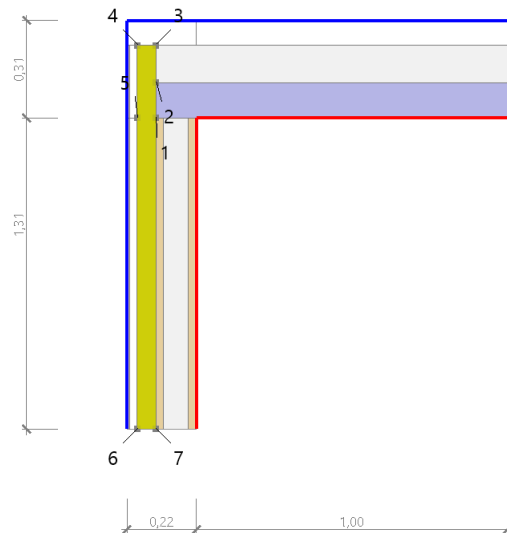
fRsi Fattore di resistenza superficiale

**ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA**

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico $f_{Rsi}$	0,934
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico $f_{RsiAmm}$	0,583
Mese critico	Gennaio
ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE	$f_{Rsi} > f_{Rsi,max}$ : assenza di muffa

## 7.1 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete copertura

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



### Dettaglio dei materiali

	Materiale	$\lambda$ [W/mK]
1	intercapedine aria UNI EN ISO 6946	0,450
2	Lastra di fibrocemento	0,580
3	Intercapedine d'aria_1	0,139
4	Pannello polistirene EPS	0,035
8	Lastra di fibrocemento	0,580
9	Intercapedine d'aria_1	0,139
11	Cartongesso in lastre	0,210
12	Lana di roccia - 150kg/mc	0,038
13	Cartongesso in lastre	0,210
14	intercapedine aria UNI EN ISO 6946	0,450
15	Lana di roccia - 150kg/mc	0,038
16	Armato (con 1% di acciaio)	2,300

## 7.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

---

La valutazione è eseguita nel comune di Cardito - (NA).

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

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

### Dettaglio dei confini

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

## 7.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

---

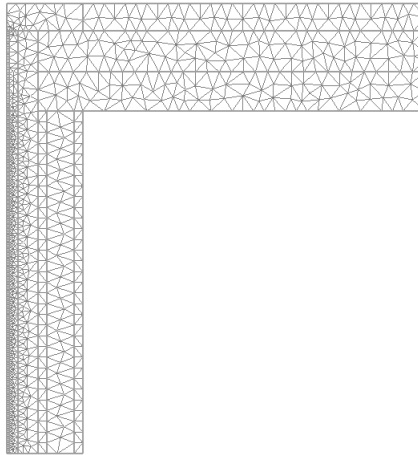
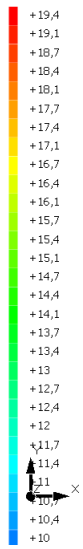
Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1.094

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



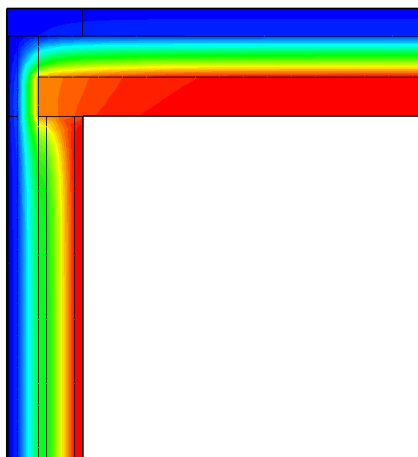
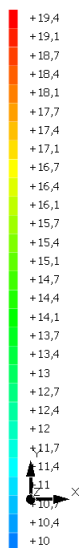
**Temperatura T [°C] (calcolo psi)**  
 Parete copertura



## 7.4 CURVE DI TEMPERATURA

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

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



## 7.5 RISULTATI DI CALCOLO

---

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

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

Flusso $\Phi$	7,07	W/m
$\Psi$ interno	0,1156	W/mK
$\Psi$ esterno	-0,0186	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,63	W/mK
Temperatura minima	18,2	°C

## 7.6 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

---

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

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

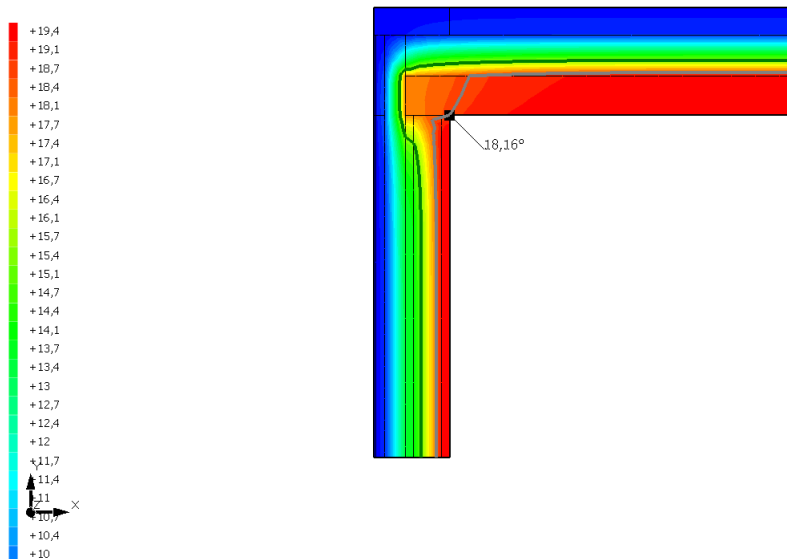
Con  $\theta_{si}$  temperatura superficiale interna [°C]

$\theta_e$  temperatura dell'aria esterna [°C]

$\theta_i$  temperatura dell'aria interna [°C]

**Temperatura T [°C] (calcolo psi)**

Parete copertura



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 Cardito, NA

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

Tipo di calcolo

Classi di concentrazione

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
novembre	11,60	72,1	984,4	398,2	1.382,6	1.728,2	15,22	20,00	0,4304
dicembre	9,80	75,6	915,5	462,1	1.377,6	1.722,0	15,16	20,00	0,5254
gennaio	9,70	79,9	961,1	465,7	1.426,7	1.783,4	15,71	20,00	0,5831
febbraio	8,70	76,2	856,8	501,2	1.357,9	1.697,4	14,94	20,00	0,5519
marzo	11,40	70,3	947,2	405,3	1.352,5	1.690,6	14,87	20,00	0,4039

*Te temperatura esterna media mensile [°C]*

*φe umidità relativa esterna [%]*

*Pe pressione esterna [Pa]*

*ΔP variazione di pressione [Pa]*

*Pi pressione interna [Pa]*

*Psi pressione di saturazione interna [Pa]*

*Tsi Temperatura superficiale interna [°C]*

*fRsi Fattore di resistenza superficiale*

**ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA**

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico $f_{Rsi}$	0,837
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico $f_{RsiAmm}$	0,583
Mese critico	Gennaio
ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE	$f_{Rsi} > f_{Rsi,max}$ : assenza di muffa