



COMUNE  
DI  
PETRIOLO



PROGETTO DEFINITIVO



LOCALITA': PETRIOLO

OGGETTO: SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO E SOFIA SAVINI"

AMPLIAMENTO E ADEGUAMENTO SISMICO CON EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

RELAZIONE TECNICA CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI (ex L.10/1991)

SCALA 1:100

DATA NOVEMBRE 2020

AGG.TI

TAV. N°

L10

ARCH. TOBIA ORESTI:

PROGETTISTA

VIA CASSIANO DA FABRIANO, 80 62100 MACERATA

Tel. 0733 30564

e-mail: tobias@orestiarchitetti.it

P.IVA 00675450431

CONSULENZE SPECIALISTICHE

ING. ILARIA TIBERI

STRUTTURE

ING. ROBERTO FIORETTI:

IMPIANTI

# 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.

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

### 1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di *Petriolo*

Provincia di *Macerata*

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

*Ampliamento Scuola Materna*

Edificio pubblico  sì  no

Edificio a uso pubblico  sì  no

Sito in (specificare l'ubicazione o, in alternativa indicare che è da edificare nel terreno di cui si riportano gli estremi del censimento al Nuovo Catasto Urbano)  
*Via del Pino 20, 62014 Petriolo (MC)*

Richiesta Permesso di Costruire \_\_\_\_\_ n del \_\_\_\_\_

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

Zona termica	Classificazione
Ampliamento	E.7-Edificio adibito ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
Esistente	E.7-Edificio adibito ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili
Demolito e ricostruito	E.7-Edificio adibito ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili

Numero delle unità immobiliari: *1*

Committente(i): Comune di Petriolo

### 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)	1995 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti)	-1,7 °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	31,5 °C

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

##### Climatizzazione invernale

Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	3.147,08 m <sup>3</sup>
Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato (S)	2.134,04 m <sup>2</sup>
Rapporto S/V	0,68 m <sup>-1</sup>
Superficie utile climatizzata dell'edificio	649,16 m <sup>2</sup>

Valore di progetto della temperatura interna invernale	
Ampliamento	20,0 °C
Esistente	20,0 °C
Demolito e ricostruito	20,0 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale	50,0 %
Presenza sistema di contabilizzazione del calore	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no

##### Climatizzazione estiva

Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	0,00 m <sup>3</sup>
Superficie disperdente che delimita il volume condizionato (S)	0,00 m <sup>2</sup>
Superficie utile climatizzata dell'edificio	0,00 m <sup>2</sup>

Valore di progetto della temperatura interna estiva	
Ampliamento	26,0 °C
Esistente	26,0 °C
Demolito e ricostruito	26,0 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva	50 %
Presenza sistema di contabilizzazione del freddo	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no

##### Informazioni generali e prescrizioni

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

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

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture  sì  no  
Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo dei materiali riflettenti:

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture  sì  no  
Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:

Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter)  sì  no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore  sì  no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo  sì  no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'A.C.S.  sì  no

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

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 3 marzo 2011, n. 28.

### *Produzione di energia termica*

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

- acqua calda sanitaria (%): *86,99*
- acqua calda sanitaria, climatizzazione invernale, climatizzazione estiva (%): *77,29*

### *Produzione di energia elettrica*

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

- superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S (mq): *282,00*
- potenza elettrica (kW): *17,68*

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Pompe di calore aria-acqua 2 x 26,94 kWt nominale  
*Impianto fotovoltaico esistente da 17,68*

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

Valutazione sull'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate sia esterni che interni presenti:  
*Tende oscuranti posizionate sul lato esterno.*

## **5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI**

### **5.1 Impianti termici**

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

#### **a) Descrizione impianto**

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065)  sì  no  
Filtro di sicurezza  sì  no

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

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria  sì  no  
Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto  sì  no

#### **RDZ WALL 18T [1]**

**Pompa di calore :**  elettrica  a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno): *aria/acqua*

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

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

Potenza termica utile riscaldamento: *26,94 kW*

Potenza elettrica assorbita: *6,85 kW*

Coefficiente di prestazione (COP): *3,930*

Coefficiente di prestazione (SPF): *3,435*

#### **RDZ WALL 18T [2]**

**Pompa di calore :**  elettrica  a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno): *aria/acqua*

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

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

Potenza termica utile riscaldamento: *26,94 kW*

Potenza elettrica assorbita: *6,85 kW*

Coefficiente di prestazione (COP): *3,930*

Coefficiente di prestazione (SPF): *3,435*

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

Tipo di conduzione invernale prevista: *Continua 24 ore*

Tipo di conduzione estiva prevista: *Assente*

Sistema di gestione dell'impianto termico: *Centralina di controllo centrale termica e ambienti*

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

Centralina climatica, numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: *Centralina collegata con sonda climatica e regolazione temperatura a 2 livelli*

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

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

*Non previsti*

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

*Pannelli radianti a pavimento*

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

*Non previsti*

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

*Addolcitore + Dosatore di polifosfati*

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

*Come da progetto e specifiche di legge DPR412/93*

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

In allegato inserire schema unifilare degli impianti termici con specificato:

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

## 5.2 Impianti fotovoltaici

Impianto fotovoltaico installato nel 2020 sulla copertura del corpo centrale del complesso avente una potenza elettrica di picco di 17,68 kWh composto da moduli fotovoltaici monocristallini e un inverter per la conversione di energia da DC a AC.

## 5.3 Impianti solari termici

Non previsti

## 5.4 Impianti di illuminazione

Corpi illuminanti con sorgente luminosa a LED e sistema di controllo DALI illuminamento presenza.

## 5.5 Altri impianti

4 impianti VMC per il rinnovo d'aria primaria e l'estrazione d'aria nei servizi.

## 6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

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

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

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

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

- pareti verticali: 0,19 W/m<sup>2</sup>K
- solai: 0,20 W/m<sup>2</sup>K

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

Verifica termoigrometrica

(vedi allegati alla presente relazione )

### AMPLIAMENTO

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore)	3,27	h <sup>-1</sup>
Portata d'aria di ricambio (G)	1.020,91	m <sup>3</sup> /h
Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto)	918,82	m <sup>3</sup> /h
Efficienza delle apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto)	90,00	%

### esistente

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore)	1,74	h <sup>-1</sup>
---	------	-----------------

### ristrutturata

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore)	1,57	h <sup>-1</sup>
Portata d'aria di ricambio (G)	678,34	m <sup>3</sup> /h

Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto)	610,51	m <sup>3</sup> /h
Efficienza delle apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto)	90,00	%

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

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

- $H'_T$ : coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789): **0,31 W/m<sup>2</sup>K**;  
 $H'_{T,L}$ : coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (Tabella 10 appendice A all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005): **0,68 W/m<sup>2</sup>K**;  
Verifica  $H'_T < H'_{T,L}$  **POSITIVA**  
 $A_{sol,est} / A_{sup\ utile} = 0,032 < (A_{sol,est} / A_{sup\ utile})_{limite} = 0,040$  (Tabella 11 appendice A all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005)
- $EP_{H,nd}$ : indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio: **78,10 kWh/m<sup>2</sup>anno**;  
 $EP_{H,nd,limite}$ : indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento: **83,36 kWh/m<sup>2</sup>anno**;
- $EP_{C,nd}$ : indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **6,57 kWh/m<sup>2</sup>anno**;  
 $EP_{C,nd,limite}$ : indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **7,57 kWh/m<sup>2</sup>anno**;
- $EP_{gl} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T$ : indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria); questo indice può essere espresso in energia primaria totale ( $EP_{gl,tot}$ ) e in energia primaria non rinnovabile ( $EP_{gl,nren}$ )  
 $EP_{gl,tot}$ : indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria totale): **97,66 kWh/m<sup>2</sup>anno**;  
 $EP_{gl,tot,limite}$ : indice della prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento (Energia primaria totale): **127,86 kWh/m<sup>2</sup>anno**;
- $\eta_H$ : efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento: **1,7545**;  
 $\eta_{H,limite}$ : efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento: **1,3568**;
- $\eta_C$ : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): ---;  
 $\eta_{C,limite}$ : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): ---;
- $\eta_W$ : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria: **0,7480**;  
 $\eta_{W,limite}$ : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria calcolato nell'edificio di riferimento: **0,6110**;

## c) Impianti fotovoltaici

- connessione impianto: *grid connected*
- tipo moduli: *silicio monocristallino*
- tipo installazione: *parzialmente integrati*
- tipo supporto: *supporto metallico*
- inclinazione (°) e orientamento: *10° SUD*
- potenza installata: *17,68 kW*

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: **38,87 %**

#### **d) Consuntivo energia**

- energia consegnata o fornita ( $E_{p,del}$ ): 25.478 kWh
- energia rinnovabile ( $E_{p,gl,ren}$ ): 37.916 kWh
- energia esportata ( $E_{p,exp}$ ): 13.076 kWh
- energia rinnovabile in situ: 31.775 kWh
- fabbisogno annuale globale di energia primaria ( $E_{p,gl,tot}$ ): 63.394 kWh
- 

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

Schede in allegato

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

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

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

- 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'analoga voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i)' e dei punti 5.2, 0, 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 valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza

## 9. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto *Ing. Roberto Fioretti*, iscritto a *Ordine degli Ingegneri* provincia di *Macerata* n° iscrizione *1159* essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo 192/2005

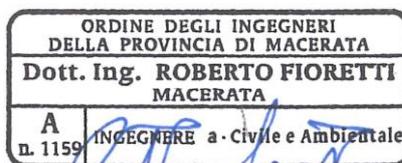
Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto legislativo 192/2005 nonché nel decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

La presente relazione tecnica è resa, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'articolo 47 del D.P.R. 445/2000 e dell'articolo 15, comma 1 del D.Lgs 192/2005 così come modificato dall'articolo 12 del D.L 63/2013

Data 12/11/2020

Ing. Roberto Fioretti



## A. CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

### P1 - PARETE ESTERNA X-LAM

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Rasatura cappotto STO	0,6	0,700		1.700	2	0,009
2	Thermowall	10,0	0,040		160	48	2,500
3	X-LAM	12,0	0,130		500	4	0,923
4	Multitherm 140	6,0	0,040		140	48	1,500
5	Pregu Ladura Plus	1,3	0,250		1.025	19	0,052
Spessore totale		29,9					

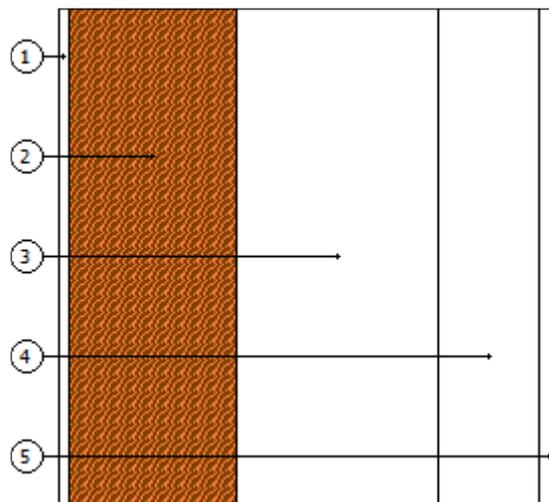
Resistenza superficiale interna	0,130
---------------------------------	-------

Resistenza superficiale esterna	0,040
---------------------------------	-------

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,194	Resistenza termica totale	5,154
---	-------	---------------------------	-------

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0,194
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,013
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,100
Sfasamento [h]	15,538
Smorzamento	0,066
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	19,520

**Massa superficiale:** 97,73 kg/m<sup>2</sup>



### PARETE ESTERNA POROTON art.1870

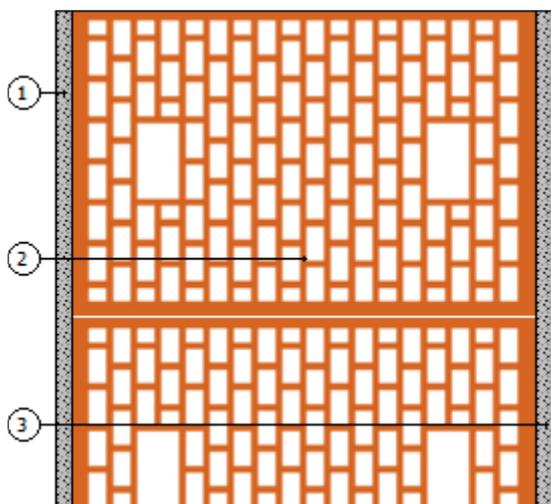
N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	1,5	0,700		1.400	19	0,021
2	POROTON PLAN 42,5X24,5X23,5 - ART. 1870	42,5		0,219	770	19	4,566
3	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9	0,022
Spessore totale		46,0					

Resistenza superficiale interna	0,130
Resistenza superficiale esterna	0,040

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,209	Resistenza termica totale	4,780
---	-------	---------------------------	-------

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0,209
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m <sup>2</sup> K]	0,160
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,002
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,100
Sfasamento [h]	27,332
Smorzamento	0,009
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	36,784

**Massa superficiale:** 327,25 kg/m<sup>2</sup>



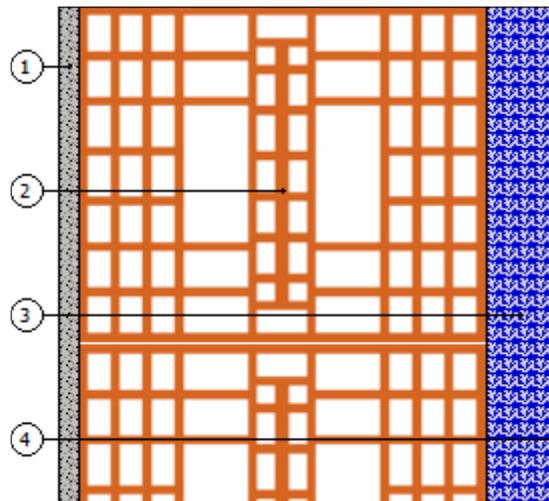
**parete esistente**

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	1,5	0,700		1.400	19	0,021
2	Blocco forato di laterizio (300*250*250) spessore 300 (Foratura V 54%)	30,0		1,060	693	21	0,943
3	Polistirene espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi (20 kg/m <sup>3</sup> )	5,0	0,044		20	3	1,136
4	Rasatura cappotto	0,5	0,700		1.700	2	0,007
Spessore totale		37,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,439	Resistenza termica totale	2,278

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0,439
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m <sup>2</sup> K]	0,344
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{ie}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,064
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,100
Sfasamento [h]	11,542
Smorzamento	0,146
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	46,470

**Massa superficiale:** 208,90 kg/m<sup>2</sup>



## S1 - Solaio di copertura in X-LAM

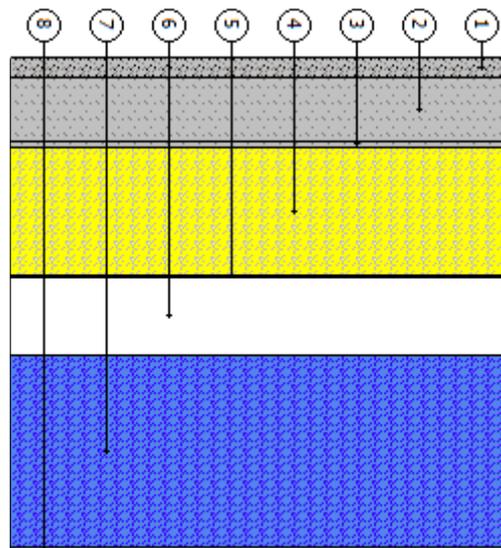
N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pietra lavorata	3,0	1,300		1.750	4	0,023
2	Calcestruzzo (2400 kg/m <sup>3</sup> ) - Alta densità	10,0	2,000		2.400	1	0,050
3	Cartone catramato	1,0	0,500		1.600	0	0,020
4	Polistirene espanso sinterizzato in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7891 (30 kg/m <sup>3</sup> )	20,0	0,040		30	3	5,000
5	Fogli di materiale sintetico	0,5	0,230		1.100	0	0,022
6	X-LAM	12,0	0,130		500	4	0,923
7	Aria intercapedine flusso ascendente 300 mm	30,0		6,123	1	193	0,163
8	Pannello a base di silicato di calcio	1,3	0,250		1.025	19	0,052
Spessore totale		77,8					

Resistenza superficiale interna	0,100
Resistenza superficiale esterna	0,040
Resistenza termica totale	6,393

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,156
---	-------

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0,156
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,015
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,180
Sfasamento [h]	15,454
Smorzamento	0,096
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	27,413

**Massa superficiale:** 393,69 kg/m<sup>2</sup>



## Basamento ESISTENTE

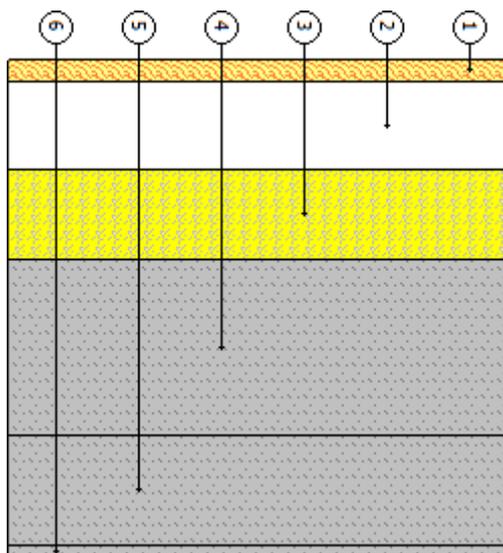
N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Linoleum	1,0	0,170		1.200	0	0,059
2	massetto pannello radiante	4,0	1,410		1.500	2	0,028
3	Polistirene espanso sinterizzato in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7891 (30 kg/m <sup>3</sup> )	4,0	0,040		30	3	1,000
4	Massetto in calcestruzzo alleggerito (900 kg/m <sup>3</sup> )	8,0	0,580		900	2	0,138
5	Calcestruzzo (2400 kg/m <sup>3</sup> ) - Alta densità	5,0	2,000		2.400	1	0,025
6	Fogli di materiale sintetico	0,5	0,230		1.100	0	0,022
Spessore totale		22,5					

Resistenza superficiale interna	0,170
Resistenza superficiale esterna	0,040

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,675	Resistenza termica totale	1,482
---	-------	---------------------------	-------

Basamento	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0,675
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m <sup>2</sup> K]	0,226
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,312
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,180
Sfasamento [h]	7,588
Smorzamento	0,463
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	48,743

**Massa superficiale: 270,70 kg/m<sup>2</sup>**



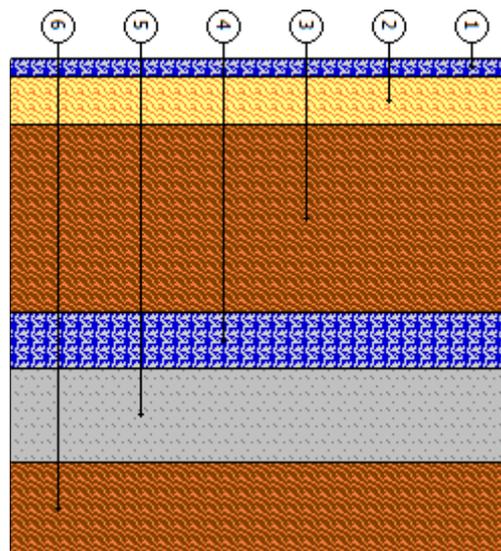
## COPERTURA ESISTENTE

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Policloruro di vinile (PVC) (UNI 10351)	1,0	0,160		1.400	0	0,063
2	Tavole a fibre orientate (OSB)	2,5	0,130		650	4	0,192
3	ThermoSAFE	10,0	0,037		160	48	2,703
4	Polistirene espanso estruso, con pelle (35 kg/m <sup>3</sup> )	3,0	0,033		35	3	0,909
5	Massetto in calcestruzzo ordinario (1700 kg/m <sup>3</sup> )	5,0	1,060		1.700	2	0,047
6	Pino (flusso perpendicolare alle fibre)	5,0	0,140		550	5	0,357
Spessore totale		26,5					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,227	Resistenza termica totale	4,411

Copertura	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0,227
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m <sup>2</sup> K]	0,197
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,034
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,180
Sfasamento [h]	13,504
Smorzamento	0,149
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	36,498

**Massa superficiale:** 159,80 kg/m<sup>2</sup>



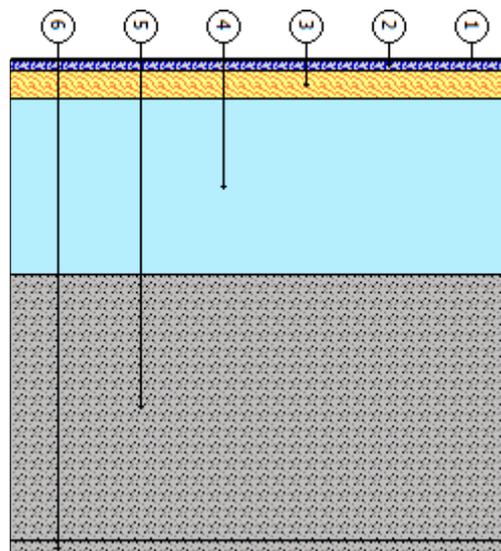
## COPERTURA RISTRUTTURAZIONE

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Alluminio	0,1	220,000		2.700	0	0,000
2	Policloruro di vinile (PVC) (UNI 10351)	1,0	0,160		1.400	0	0,063
3	Tavole a fibre orientate (OSB)	2,5	0,130		650	4	0,192
4	Styrodur 2500	16,0	0,040		28	2	4,000
5	Solaio tipo predalles spessore 240 (soffitto)	24,0		3,333	1.479	21	0,300
6	Intonaco di calce e gesso	1,5	0,700		1.400	19	0,021
Spessore totale		45,1					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,212	Resistenza termica totale	4,716

Copertura	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0,212
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m <sup>2</sup> K]	0,197
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,028
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,180
Sfasamento [h]	12,417
Smorzamento	0,132
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	70,998

**Massa superficiale:** 392,39 kg/m<sup>2</sup>



## BASAMENTO RISTRUTTURAZIONE

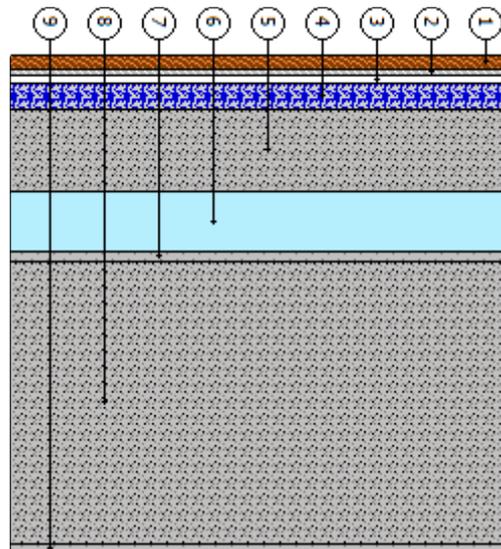
N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Quercia (flusso perpendicolare alle fibre)	1,4	0,220		850	5	0,064
2	Membrana anticalpestio [1]	0,5	0,130		910	0	0,038
3	RIPARTITORE DI CARICO IN CALCIO SILICATO	0,9	0,170		950	193	0,053
4	Polistirene espanso, in lastre stampate per termocompressione (30 kg/m <sup>3</sup> )	2,6	0,039		30	3	0,667
5	lecacem classic	8,0	0,136		600	32	0,588
6	Styrodur 2500	6,0	0,040		28	2	1,500
7	Calcestruzzo (2400 kg/m <sup>3</sup> ) - Alta densità	1,0	2,000		2.400	1	0,005
8	Solaio con blocchi di polistirene (2 elementi) spessore 280 (331 kg/m <sup>2</sup> )	28,0		1,724	1.182	21	0,580
9	Calcestruzzo (2400 kg/m <sup>3</sup> ) - Alta densità	1,0	2,000		2.400	1	0,005
Spessore totale		49,4					

Resistenza superficiale interna	0,170
Resistenza superficiale esterna	0,040

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,270	Resistenza termica totale	3,710
---	-------	---------------------------	-------

Basamento	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0,270
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m <sup>2</sup> K]	0,185
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,010
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,180
Sfasamento [h]	18,934
Smorzamento	0,038
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	28,588

Massa superficiale: 454,42 kg/m<sup>2</sup>



## SOLAIO VERSO GARAGE RICOSTRUITO

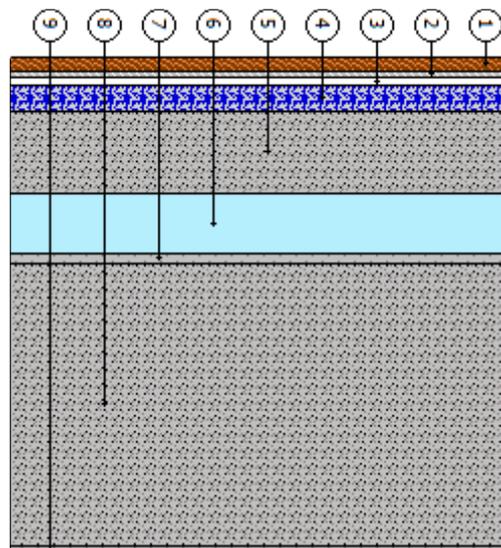
N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Quercia (flusso perpendicolare alle fibre)	1,4	0,220		850	5	0,064
2	Membrana anticalpestio [1]	0,5	0,130		910	0	0,038
3	RIPARTITORE DI CARICO IN CALCIO SILICATO	0,9	0,170		950	193	0,053
4	Polistirene espanso, in lastre stampate per termocompressione (30 kg/m <sup>3</sup> )	2,6	0,039		30	3	0,667
5	lecacem classic	8,0	0,136		600	32	0,588
6	Styrodur 2500	6,0	0,040		28	2	1,500
7	Calcestruzzo (2400 kg/m <sup>3</sup> ) - Alta densità	1,0	2,000		2.400	1	0,005
8	Solaio con blocchi di polistirene (2 elementi) spessore 280 (331 kg/m <sup>2</sup> )	28,0		1,724	1.182	21	0,580
9	Calcestruzzo (2400 kg/m <sup>3</sup> ) - Alta densità	1,0	2,000		2.400	1	0,005
Spessore totale		49,4					

Resistenza superficiale interna	0,170
Resistenza superficiale esterna	0,170

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,260	Resistenza termica totale	3,840
---	-------	---------------------------	-------

Struttura orizzontale interna	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0,260
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m <sup>2</sup> K]	0,185
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,006
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Sfasamento [h]	20,161
Smorzamento	0,023
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	28,628

**Massa superficiale:** 454,42 kg/m<sup>2</sup>



## Basamento ampliamento

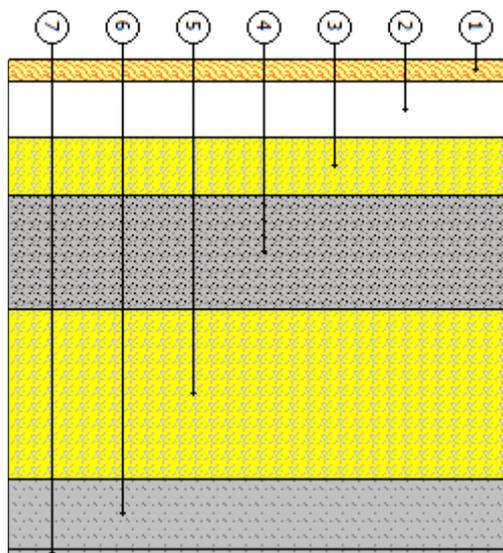
N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,5	1,300		2.300	0	0,012
2	massetto pannello radiante	4,0	1,410		1.500	2	0,028
3	Polistirene espanso sinterizzato in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7891 (30 kg/m <sup>3</sup> )	4,0	0,040		30	3	1,000
4	lecacem classic	8,0	0,136		600	32	0,588
5	Polistirene espanso sinterizzato in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7891 (30 kg/m <sup>3</sup> )	12,0	0,040		30	3	3,000
6	Calcestruzzo (2400 kg/m <sup>3</sup> ) - Alta densità	5,0	2,000		2.400	1	0,025
7	Fogli di materiale sintetico	0,5	0,230		1.100	0	0,022
Spessore totale		35,0					

Resistenza superficiale interna	0,170
Resistenza superficiale esterna	0,040

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,205	Resistenza termica totale	4,885
---	-------	---------------------------	-------

Basamento	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0,205
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m <sup>2</sup> K]	0,185
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,032
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,180
Sfasamento [h]	12,360
Smorzamento	0,157
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	55,503

Massa superficiale: 272,80 kg/m<sup>2</sup>



## B. CHIUSURE TECNICHE

### B.1. Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti

Descrizione	A <sub>g</sub> m <sup>2</sup>	A <sub>f</sub> m <sup>2</sup>	l <sub>g</sub> m	U <sub>g</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> K	Ψ W/mK	U <sub>w</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>ws</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>lim</sub> W/m <sup>2</sup> K	Classe perm.
F5 - 350x220	5,38	2,32	32,20	1,00	1,60	0,04	1,35	1,35	1,80	4
F3 - 530x180	6,77	2,77	36,08	1,00	1,60	0,04	1,33	1,33	1,80	4
F4 - 120x180	1,62	0,54	7,28	1,00	1,60	0,04	1,28	1,28	1,80	4
F2 - 320x93	2,09	0,88	10,06	1,00	1,60	0,04	1,31	1,31	1,80	4
PF1 - 120x270	2,56	0,68	9,08	1,00	1,60	0,04	1,24	1,24	1,80	4
P6 - 240x220	4,24	1,04	12,32	1,00	1,60	0,04	1,21	1,21	1,80	4
PF1 - 120x220	2,12	0,52	6,16	1,00	1,60	0,04	1,21	1,21	1,80	4
F1 - 150x150	1,69	0,56	7,88	1,00	1,60	0,04	1,29	1,29	1,80	4
ES1 - 175x145	1,85	0,69	8,02	1,00	1,60	0,04	1,29	1,29	1,80	4
RS2 - 250x350	6,93	1,82	25,80	1,00	1,60	0,04	1,24	1,24	1,80	4
RS3 - 150x195	2,40	0,53	6,26	1,00	1,60	0,04	1,19	1,19	1,80	4
RS5 - 300x195	5,08	0,77	9,26	1,00	1,60	0,04	1,14	1,14	1,80	4
RS6 - 165x195	2,67	0,55	6,56	1,00	1,60	0,04	1,18	1,18	1,80	4
RS4 - 120x220	2,12	0,52	6,16	1,00	1,60	0,04	1,21	1,21	1,80	4
RS4 - 130x240	2,55	0,57	6,76	1,00	1,60	0,04	1,20	1,20	1,80	4
RS1 - 60x65	0,22	0,17	1,86	1,00	1,60	0,04	1,46	1,46	1,80	4
RS3 - 85x90	0,51	0,25	2,86	1,00	1,60	0,04	1,35	1,35	1,80	4
ES1 - 175x125	1,56	0,63	7,22	1,00	1,60	0,04	1,30	1,30	1,80	4
ES2 - 135x125	1,12	0,57	6,42	1,00	1,60	0,04	1,35	1,35	1,80	4
ES3-120x220	2,04	0,60	8,08	1,00	1,60	0,04	1,26	1,26	1,80	4
ES3-135x210	1,92	0,92	11,56	1,00	1,60	0,04	1,36	1,36	1,80	4

### B.2. Fattore di trasmissione solare totale

Descrizione	Orientamento	g <sub>gl+sh</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	g <sub>gl+sh,lim</sub> [W/m <sup>2</sup> K]
F5 - 350x220	Verticale	0,21	0,35
F3 - 530x180	Verticale	0,21	0,35
F4 - 120x180	Verticale	0,22	0,35
F2 - 320x93	Verticale	0,21	0,35
PF1 - 120x270	Verticale	0,32	0,35
ES1 - 175x145	Verticale	0,13	0,35
RS2 - 250x350	Verticale	0,17	0,35
RS3 - 150x195	Verticale	0,32	0,35
RS4 - 120x220	Verticale	0,32	0,35
RS1 - 60x65	Verticale	0,32	0,35
RS3 - 85x90	Verticale	0,17	0,35
ES1 - 175x125	Verticale	0,13	0,35
ES2 - 135x125	Verticale	0,13	0,35
ES3-120x220	Verticale	0,32	0,35
ES3-135x210	Verticale	0,13	0,35

#### Legenda

A <sub>g</sub>	Area del vetro
A <sub>f</sub>	Area del telaio
l <sub>g</sub>	Perimetro della superficie vetrata
U <sub>g</sub>	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
U <sub>f</sub>	Trasmittanza termica del telaio
Ψ	Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)
U <sub>w</sub>	Trasmittanza termica totale del serramento
U <sub>ws</sub>	Trasmittanza termica del serramento comprensiva delle chiusure opache
U <sub>lim</sub>	Trasmittanza limite
g <sub>gl+sh</sub>	Fattore di trasmissione solare totale
g <sub>gl+sh,lim</sub>	Fattore di trasmissione solare totale limite

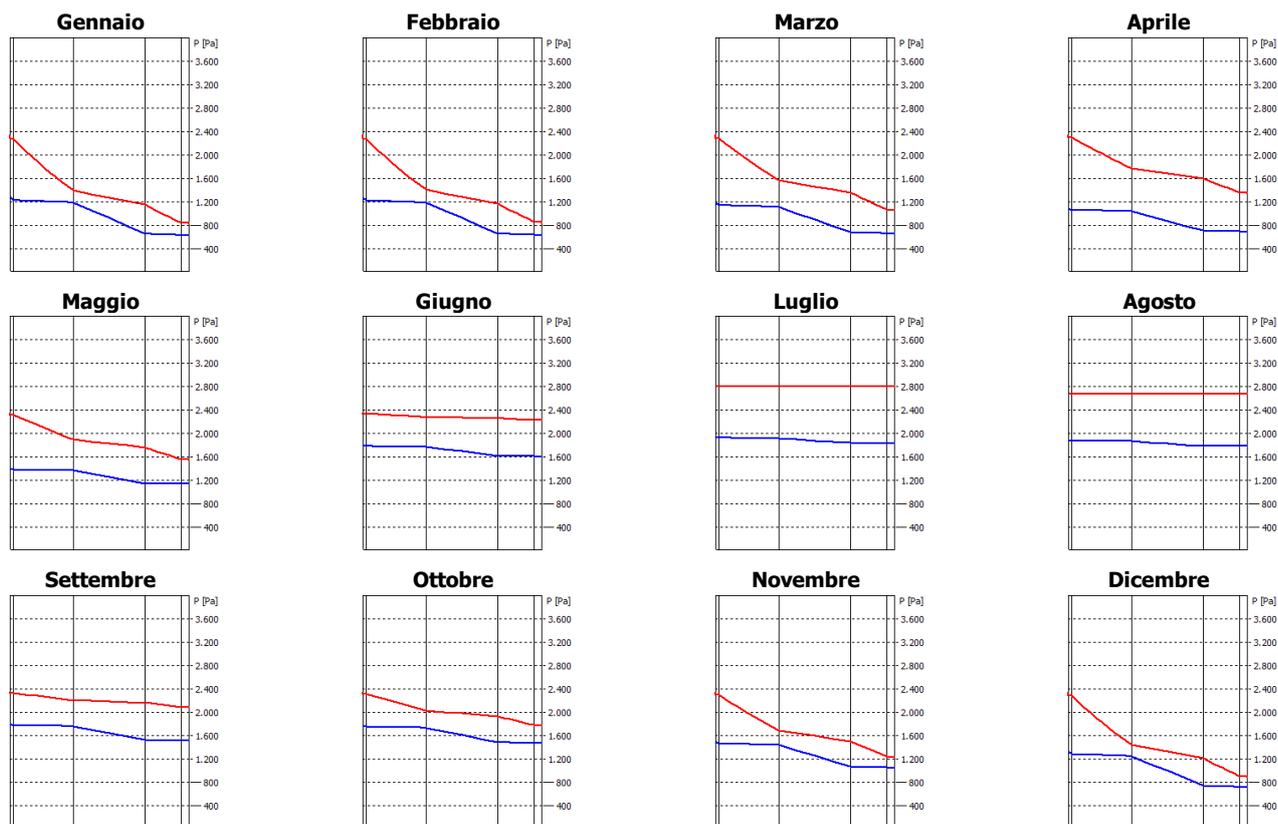
## C. VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il calcolo delle pressioni parziali di vapore è effettuato secondo il criterio delle classi di concentrazione

### P1 - PARETE ESTERNA X-LAM

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	$\mu$	Spessore [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Rasatura cappotto STO	95,0	0,6	0,009
2	Thermowall	4,0	10,0	2,500
3	X-LAM	50,0	12,0	0,923
4	Multitherm 140	4,0	6,0	1,500
5	Pregu Ladura Plus	10,0	1,3	0,052
Resistenza superficiale interna				0,130
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				29,9

Mese	T <sub>i</sub> [°C]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [°C]	P <sub>e</sub> [Pa]	T <sub>si</sub> [°C]	T <sub>si,min</sub> [°C]	f <sub>Rs,min</sub>	g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>a</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	20,0	1.279	4,3	621	19,3	14,0	0,6188	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.272	4,6	625	19,3	13,9	0,6060	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.185	7,8	652	19,4	12,8	0,4139	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.093	11,4	687	19,6	11,6	0,0253	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.236	13,5	1.136	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	19,2	1.707	19,2	1.607	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	23,0	1.931	23,0	1.831	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	22,2	1.880	22,2	1.780	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,2	1.608	18,2	1.508	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	18,0	1.567	15,6	1.467	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.498	10,0	1.043	19,5	16,5	0,6473	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.330	5,3	708	19,3	14,6	0,6338	0,0000	0,0000



f<sub>Rs</sub> Struttura: 0,9526

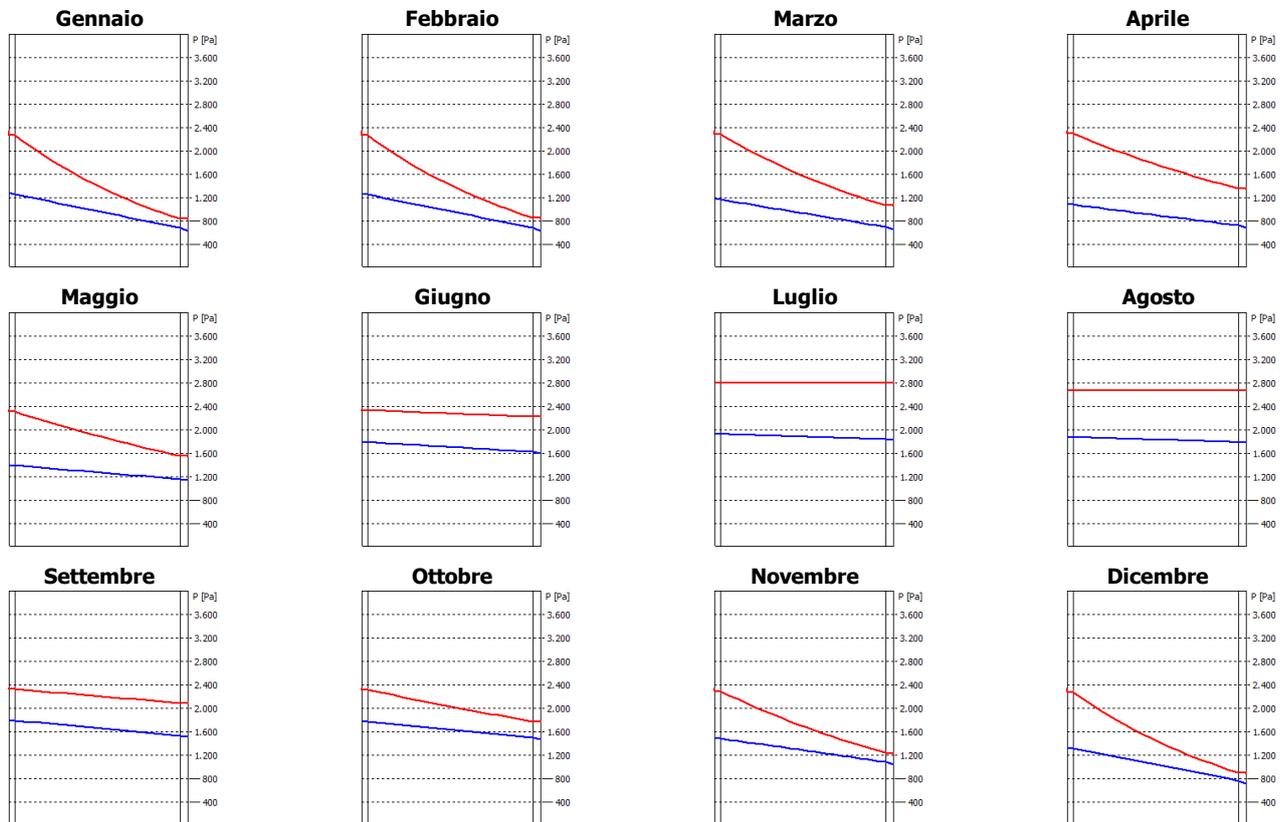
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

**PARETE ESTERNA POROTON art.1870**

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	$\mu$	Spessore [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	10,0	1,5	0,021
2	POROTON PLAN 42,5X24,5X23,5 - ART. 1870	10,0	42,5	4,566
3	Malta di calce o di calce e cemento	22,0	2,0	0,022
Resistenza superficiale interna				0,130
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				4,780

Mese	T <sub>i</sub> [°C]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [°C]	P <sub>e</sub> [Pa]	T <sub>si</sub> [°C]	T <sub>si,min</sub> [°C]	f <sub>Rsi,min</sub>	g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>a</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	20,0	1.279	4,3	621	19,2	14,0	0,6188	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.272	4,6	625	19,2	13,9	0,6060	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.185	7,8	652	19,4	12,8	0,4139	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.093	11,4	687	19,6	11,6	0,0253	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.236	13,5	1.136	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	19,2	1.707	19,2	1.607	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	23,0	1.931	23,0	1.831	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	22,2	1.880	22,2	1.780	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,2	1.608	18,2	1.508	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	18,0	1.567	15,6	1.467	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.498	10,0	1.043	19,5	16,5	0,6473	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.330	5,3	708	19,2	14,6	0,6338	0,0000	0,0000



**f<sub>Rsi</sub> Struttura: 0,9490**

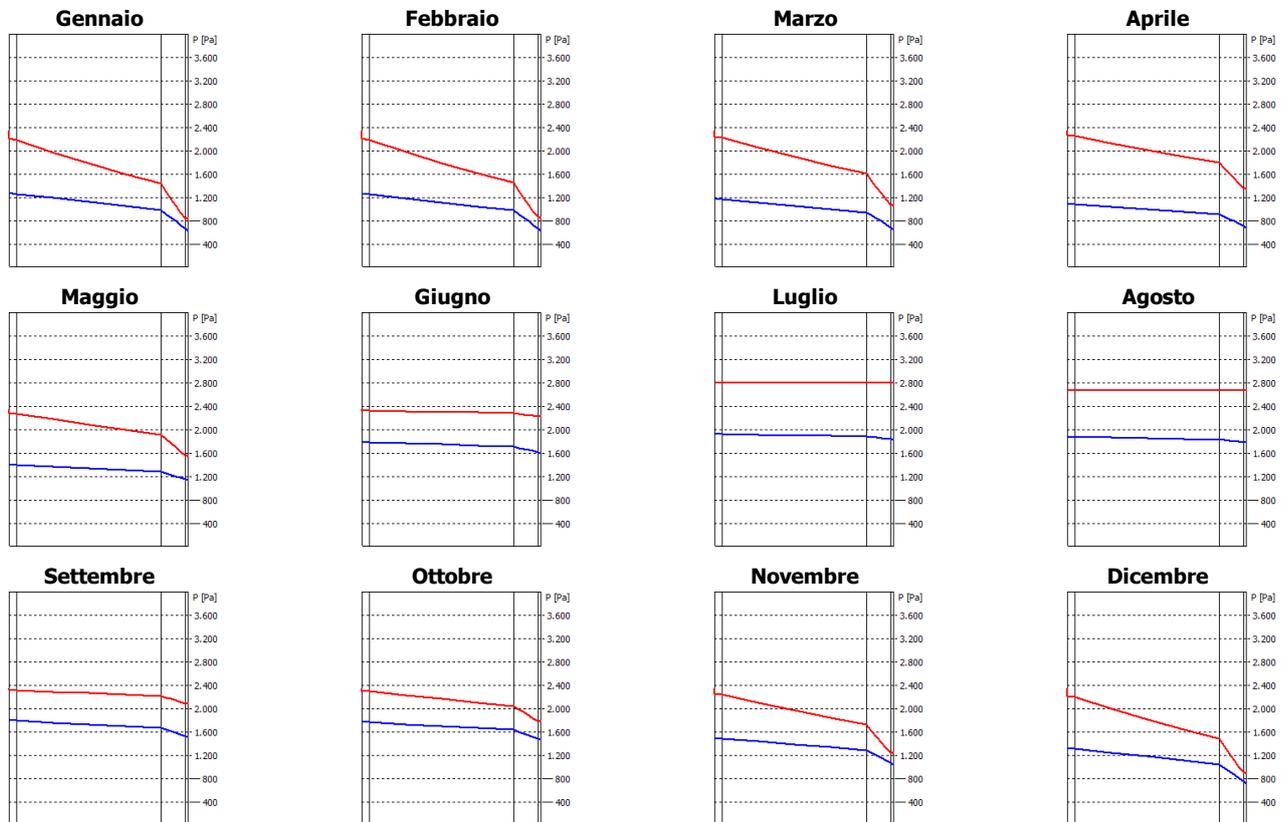
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

**parete esistente**

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	$\mu$	Spessore [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	10,0	1,5	0,021
2	Blocco forato di laterizio (300*250*250) spessore 300 (Foratura V 54%)	9,0	30,0	0,943
3	Polistirene espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi (20 kg/m <sup>3</sup> )	60,0	5,0	1,136
4	Rasatura cappotto	95,0	0,5	0,007
Resistenza superficiale interna				0,130
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				2,278

Mese	T <sub>i</sub> [°C]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [°C]	P <sub>e</sub> [Pa]	T <sub>si</sub> [°C]	T <sub>si,min</sub> [°C]	f <sub>Rsi,min</sub>	g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>a</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	20,0	1.279	4,3	621	18,4	14,0	0,6188	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.272	4,6	625	18,4	13,9	0,6060	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.185	7,8	652	18,7	12,8	0,4139	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.093	11,4	687	19,1	11,6	0,0253	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.236	13,5	1.136	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	19,2	1.707	19,2	1.607	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	23,0	1.931	23,0	1.831	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	22,2	1.880	22,2	1.780	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,2	1.608	18,2	1.508	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	18,0	1.567	15,6	1.467	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.498	10,0	1.043	19,0	16,5	0,6473	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.330	5,3	708	18,5	14,6	0,6338	0,0000	0,0000



**f<sub>Rsi</sub> Struttura: 0,8958**

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

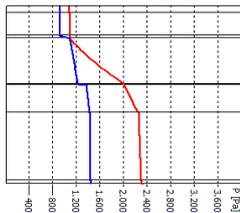
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

## S1 - Solaio di copertura in X-LAM

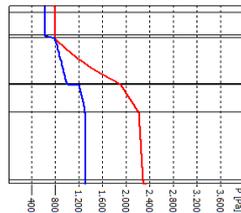
N	Descrizione dall'alto verso il basso	$\mu$	Spessore [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pietra lavorata	50,0	3,0	0,023
2	Calcestruzzo (2400 kg/m <sup>3</sup> ) - Alta densità	130,0	10,0	0,050
3	Cartone catramato	50.000,0	1,0	0,020
4	Polistirene espanso sinterizzato in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7891 (30 kg/m <sup>3</sup> )	60,0	20,0	5,000
5	Fogli di materiale sintetico	2.500,0	0,5	0,022
6	X-LAM	50,0	12,0	0,923
7	Aria intercapedine flusso ascendente 300 mm	1,0	30,0	0,163
8	Pannello a base di silicato di calcio	10,0	1,3	0,052
Resistenza superficiale interna				0,100
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				77,8

Mese	T <sub>i</sub> [°C]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [°C]	P <sub>e</sub> [Pa]	T <sub>si</sub> [°C]	T <sub>si,min</sub> [°C]	f <sub>rsi,min</sub>	g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>a</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Novembre	20,0	1.437	8,0	911	19,5	15,8	0,6519	0,0057	0,0057
Dicembre	20,0	1.308	3,3	615	19,4	14,4	0,6623	0,0088	0,0145
Gennaio	20,0	1.268	2,3	539	19,3	13,9	0,6543	0,0090	0,0236
Febbraio	20,0	1.261	2,6	543	19,3	13,8	0,6433	0,0078	0,0314
Marzo	20,0	1.173	5,8	568	19,5	12,7	0,4848	0,0037	0,0350
Aprile	20,0	1.078	9,4	601	19,6	11,4	0,1894	-0,0026	0,0324
Maggio	18,0	1.096	11,5	996	0,0	0,0	0,0000	-0,0051	0,0273
Giugno	18,0	1.517	17,2	1.417	0,0	0,0	0,0000	-0,0081	0,0192
Luglio	21,0	1.721	21,0	1.621	0,0	0,0	0,0000	-0,0142	0,0050
Agosto	20,2	1.675	20,2	1.575	0,0	0,0	0,0000	-0,0050	0,0000
Settembre	18,0	1.429	16,2	1.329	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	18,0	1.389	13,6	1.289	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000

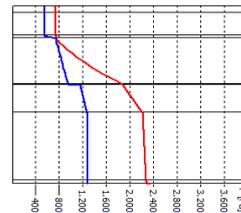
Novembre



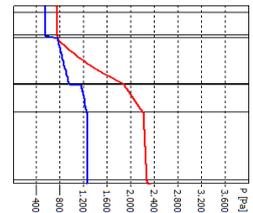
Dicembre



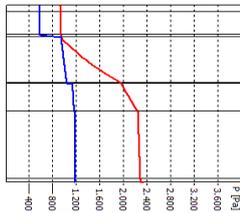
Gennaio



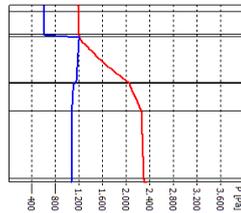
Febbraio



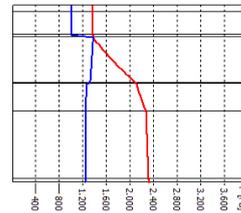
Marzo



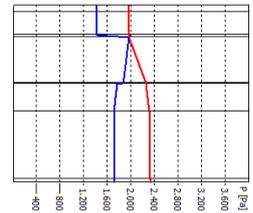
Aprile



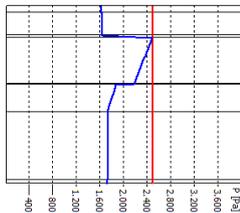
Maggio



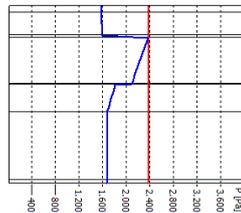
Giugno



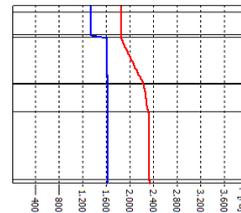
Luglio



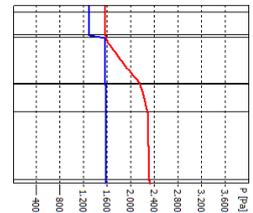
Agosto



Settembre



Ottobre



f<sub>rsi</sub> Struttura: 0,9618

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale (inizia a novembre).

La quantità di condensa massima (a marzo) è di 0,03503 kg/m<sup>2</sup>.

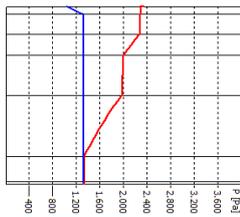
La condensa evapora completamente nei mesi successivi.

## Basamento ESISTENTE

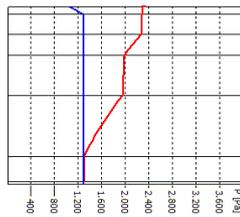
N	Descrizione dall'alto verso il basso	$\mu$	Spessore [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Piastrelle in ceramica / porcellana	1.000.000,0	1,5	0,012
2	massetto pannello radiante	110,0	4,0	0,028
3	Polistirene espanso sinterizzato in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7891 (30 kg/m <sup>3</sup> )	60,0	4,0	1,000
4	Massetto in calcestruzzo alleggerito (900 kg/m <sup>3</sup> )	100,0	8,0	0,138
5	Polistirene espanso sinterizzato in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7891 (30 kg/m <sup>3</sup> )	60,0	12,0	3,000
6	Calcestruzzo (2400 kg/m <sup>3</sup> ) - Alta densità	130,0	5,0	0,025
7	Fogli di materiale sintetico	2.500,0	0,5	0,022
Resistenza superficiale interna				0,170
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				35,0

Mese	T <sub>i</sub> [°C]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [°C]	P <sub>e</sub> [Pa]	T <sub>si</sub> [°C]	T <sub>si,min</sub> [°C]	f <sub>Rsi,min</sub>	g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>a</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	20,0	1.039	11,1	1.317	19,5	10,8	0,0000	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.057	10,7	1.282	19,5	11,1	0,0487	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.080	10,8	1.292	19,5	11,4	0,0703	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.068	12,1	1.410	19,6	11,3	0,0000	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.236	13,2	1.518	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	19,2	1.707	14,3	1.628	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	23,0	1.931	17,3	1.975	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	22,2	1.880	18,7	2.159	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,2	1.608	17,7	2.023	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	18,0	1.567	16,0	1.818	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.310	15,3	1.737	19,7	14,4	0,0000	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.056	13,0	1.496	19,6	11,1	0,0000	0,0000	0,0000

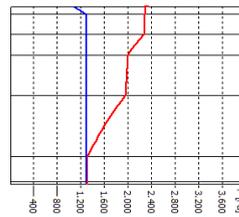
**Gennaio**



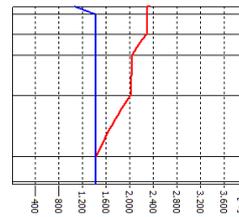
**Febbraio**



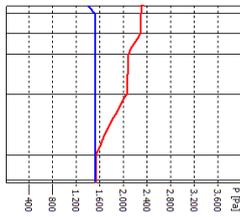
**Marzo**



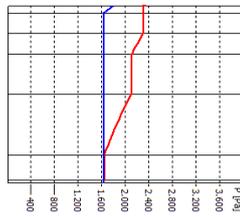
**Aprile**



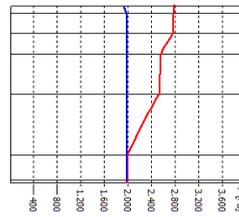
**Maggio**



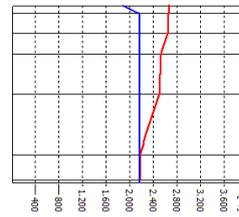
**Giugno**



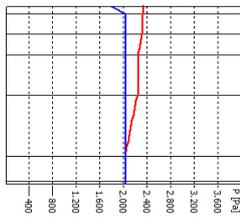
**Luglio**



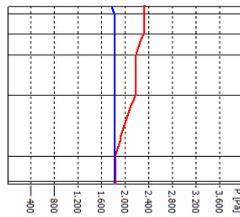
**Agosto**



**Settembre**



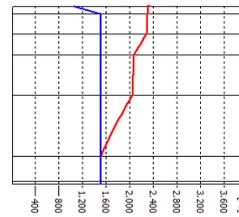
**Ottobre**



**Novembre**



**Dicembre**



f<sub>Rsi</sub> Struttura: 0,9446

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

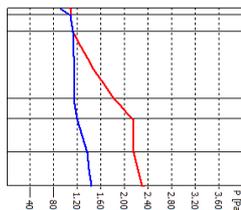
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

### COPERTURA ESISTENTE

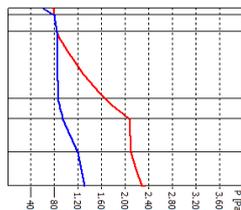
N	Descrizione dall'alto verso il basso	$\mu$	Spessore [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Policloruro di vinile (PVC) (UNI 10351)	50.000,0	1,0	0,063
2	Tavole a fibre orientate (OSB)	50,0	2,5	0,192
3	ThermoSAFE	4,0	10,0	2,703
4	Polistirene espanso estruso, con pelle (35 kg/m <sup>3</sup> )	60,0	3,0	0,909
5	Massetto in calcestruzzo ordinario (1700 kg/m <sup>3</sup> )	100,0	5,0	0,047
6	Pino (flusso perpendicolare alle fibre)	42,0	5,0	0,357
Resistenza superficiale interna				0,100
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				26,5

Mese	T <sub>i</sub> [°C]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [°C]	P <sub>e</sub> [Pa]	T <sub>si</sub> [°C]	T <sub>si,min</sub> [°C]	f <sub>Rsi,min</sub>	g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>s</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Novembre	20,0	1.437	8,0	911	19,3	15,8	0,6519	0,0169	0,0169
Dicembre	20,0	1.308	3,3	615	19,1	14,4	0,6623	0,0270	0,0438
Gennaio	20,0	1.268	2,3	539	19,0	13,9	0,6543	0,0277	0,0715
Febbraio	20,0	1.261	2,6	543	19,0	13,8	0,6433	0,0238	0,0954
Marzo	20,0	1.173	5,8	568	19,2	12,7	0,4848	0,0105	0,1059
Aprile	20,0	1.078	9,4	601	19,4	11,4	0,1894	-0,0061	0,0998
Maggio	18,0	1.096	11,5	996	0,0	0,0	0,0000	-0,0143	0,0855
Giugno	18,0	1.517	17,2	1.417	0,0	0,0	0,0000	-0,0224	0,0631
Luglio	21,0	1.721	21,0	1.621	0,0	0,0	0,0000	-0,0397	0,0234
Agosto	20,2	1.675	20,2	1.575	0,0	0,0	0,0000	-0,0234	0,0000
Settembre	18,0	1.429	16,2	1.329	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	18,0	1.389	13,6	1.289	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000

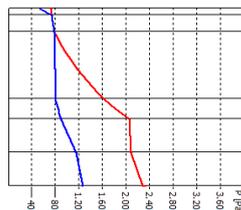
**Novembre**



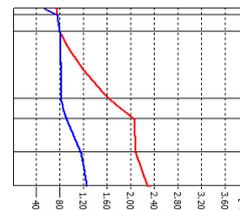
**Dicembre**



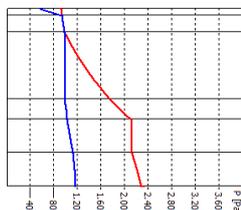
**Gennaio**



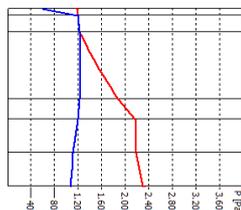
**Febbraio**



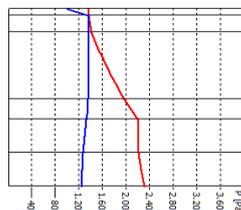
**Marzo**



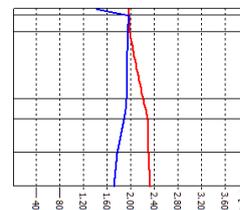
**Aprile**



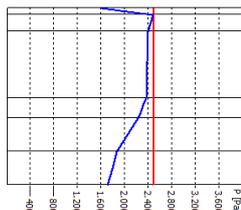
**Maggio**



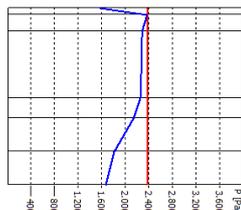
**Giugno**



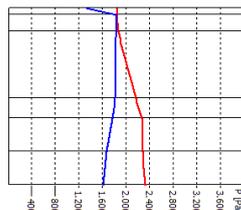
**Luglio**



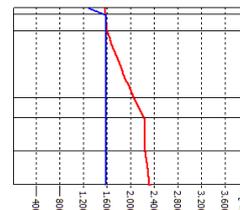
**Agosto**



**Settembre**



**Ottobre**



f<sub>Rsi</sub> Struttura: 0,9452

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale (inizia a novembre).

La quantità di condensa massima (a marzo) è di 0,10586 kg/m<sup>2</sup>.

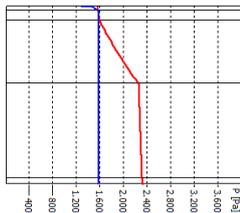
La condensa evapora completamente nei mesi successivi.

## COPERTURA RISTRUTTURAZIONE

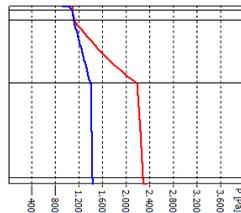
N	Descrizione dall'alto verso il basso	$\mu$	Spessore [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Alluminio	1.000.000,0	0,1	0,000
2	Policloruro di vinile (PVC) (UNI 10351)	50.000,0	1,0	0,063
3	Tavole a fibre orientate (OSB)	50,0	2,5	0,192
4	Styrodur 2500	100,0	16,0	4,000
5	Solaio tipo predalles spessore 240 (soffitto)	9,0	24,0	0,300
6	Intonaco di calce e gesso	10,0	1,5	0,021
Resistenza superficiale interna				0,100
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				45,1

Mese	T <sub>i</sub> [°C]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [°C]	P <sub>e</sub> [Pa]	T <sub>si</sub> [°C]	T <sub>si,min</sub> [°C]	f <sub>rsi,min</sub>	g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>s</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Ottobre	18,0	1.389	13,6	1.289	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.437	8,0	911	19,4	15,8	0,6519	0,0091	0,0091
Dicembre	20,0	1.308	3,3	615	19,1	14,4	0,6623	0,0140	0,0232
Gennaio	20,0	1.268	2,3	539	19,1	13,9	0,6543	0,0144	0,0375
Febbraio	20,0	1.261	2,6	543	19,1	13,8	0,6433	0,0124	0,0500
Marzo	20,0	1.173	5,8	568	19,3	12,7	0,4848	0,0062	0,0562
Aprile	20,0	1.078	9,4	601	19,5	11,4	0,1894	-0,0034	0,0528
Maggio	18,0	1.096	11,5	996	0,0	0,0	0,0000	-0,0076	0,0453
Giugno	18,0	1.517	17,2	1.417	0,0	0,0	0,0000	-0,0120	0,0333
Luglio	21,0	1.721	21,0	1.621	0,0	0,0	0,0000	-0,0212	0,0120
Agosto	20,2	1.675	20,2	1.575	0,0	0,0	0,0000	-0,0120	0,0000
Settembre	18,0	1.429	16,2	1.329	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000

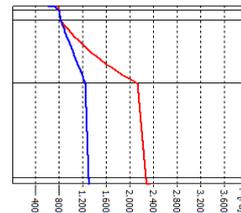
Ottobre



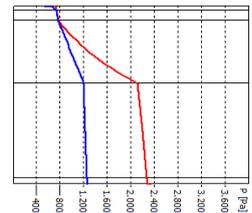
Novembre



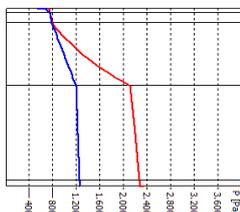
Dicembre



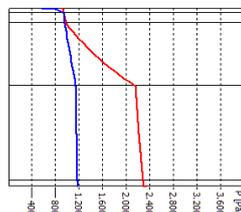
Gennaio



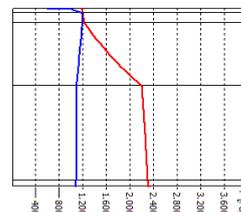
Febbraio



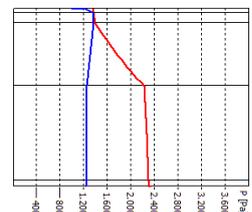
Marzo



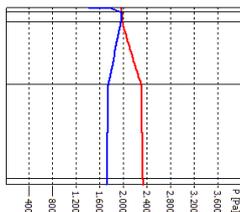
Aprile



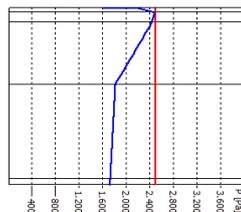
Maggio



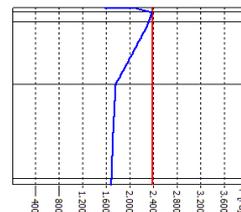
Giugno



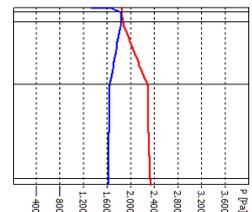
Luglio



Agosto



Settembre



f<sub>rsi</sub> Struttura: 0,9486

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale (inizia a novembre).

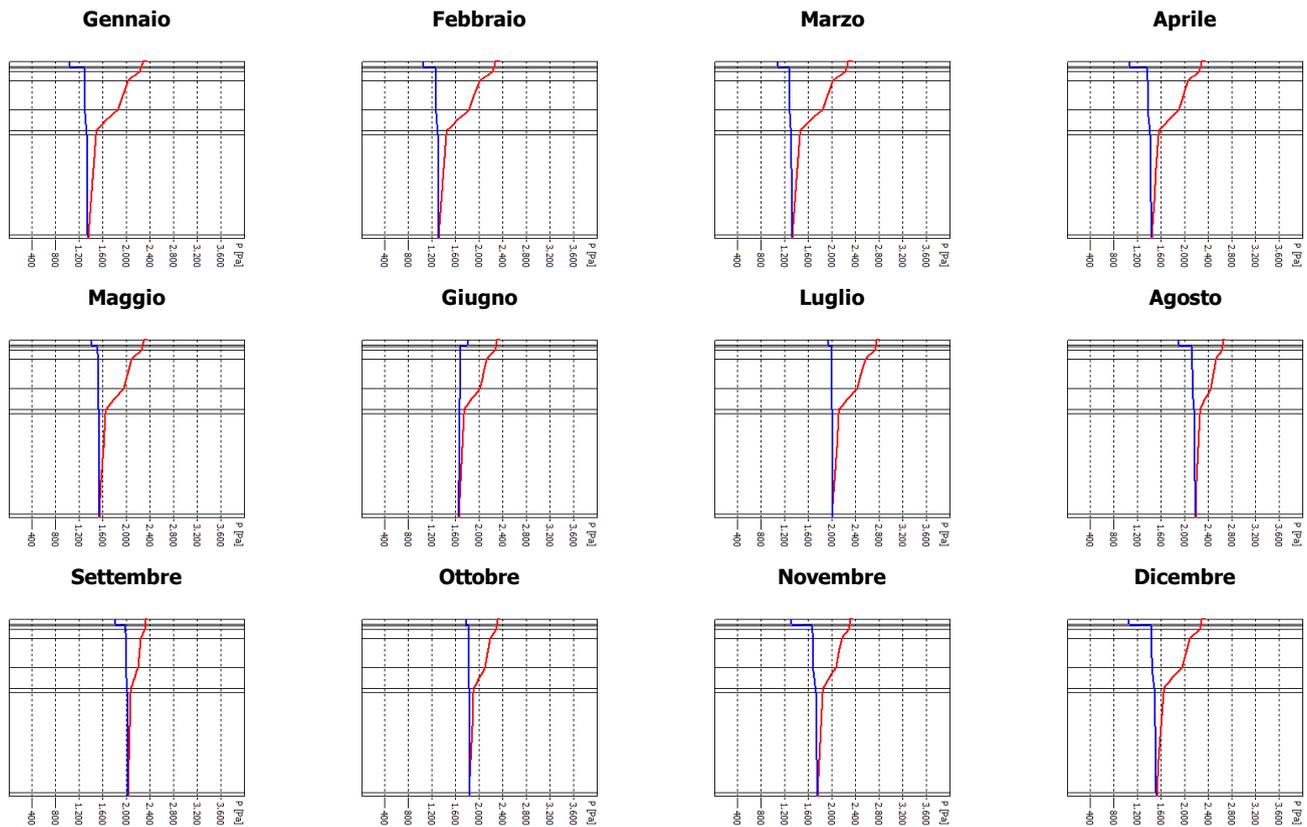
La quantità di condensa massima (a marzo) è di 0,05618 kg/m<sup>2</sup>.

La condensa evapora completamente nei mesi successivi.

## basamento RISTRUTTURAZIONE

N	Descrizione dall'alto verso il basso	$\mu$	Spessore [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Quercia (flusso perpendicolare alle fibre)	42,0	1,4	0,064
2	Membrana anticalpestio [1]	10.000,0	0,5	0,038
3	RIPARTITORE DI CARICO IN CALCIO SILICATO	1,0	0,9	0,053
4	Polistirene espanso, in lastre stampate per termocompressione (30 kg/m <sup>3</sup> )	60,0	2,6	0,667
5	Iecacem classic	6,0	8,0	0,588
6	Styrodur 2500	100,0	6,0	1,500
7	Calcestruzzo (2400 kg/m <sup>3</sup> ) - Alta densità	130,0	1,0	0,005
8	Solaio con blocchi di polistirene (2 elementi) spessore 280 (331 kg/m <sup>2</sup> )	9,0	28,0	0,580
9	Calcestruzzo (2400 kg/m <sup>3</sup> ) - Alta densità	130,0	1,0	0,005
Resistenza superficiale interna				0,170
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				49,4

Mese	T <sub>i</sub> [°C]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [°C]	P <sub>e</sub> [Pa]	T <sub>si</sub> [°C]	T <sub>si,min</sub> [°C]	f <sub>rsi,min</sub>	g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>a</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	20,0	1.028	11,4	1.344	19,4	10,7	0,0000	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.046	11,0	1.309	19,4	10,9	0,0000	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.069	11,1	1.319	19,4	11,3	0,0207	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.059	12,4	1.435	19,5	11,1	0,0000	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.236	13,4	1.534	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	19,2	1.707	14,5	1.645	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	23,0	1.931	17,5	1.999	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	22,2	1.880	18,8	2.175	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,2	1.608	17,7	2.025	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	18,0	1.567	16,1	1.826	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.304	15,5	1.755	19,7	14,3	0,0000	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.048	13,2	1.520	19,6	11,0	0,0000	0,0000	0,0000



f<sub>rsi</sub> Struttura: 0,9340

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

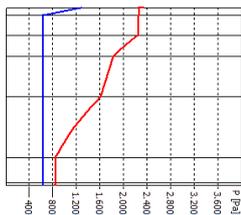
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

## Basamento

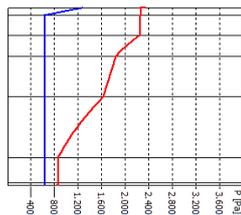
N	Descrizione dall'alto verso il basso	$\mu$	Spessore [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Piastrelle in ceramica / porcellana	1.000.000,0	1,5	0,012
2	massetto pannello radiante	110,0	4,0	0,028
3	Polistirene espanso sinterizzato in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7891 (30 kg/m <sup>3</sup> )	60,0	4,0	1,000
4	lecacem classic	6,0	8,0	0,588
5	Polistirene espanso sinterizzato in lastre ricavate da blocchi, conforme a UNI 7891 (30 kg/m <sup>3</sup> )	60,0	12,0	3,000
6	Calcestruzzo (2400 kg/m <sup>3</sup> ) - Alta densità	130,0	5,0	0,025
7	Fogli di materiale sintetico	2.500,0	0,5	0,022
			Resistenza superficiale interna	0,170
			Resistenza superficiale esterna	0,040
			Totale	35,0
				4,885

Mese	T <sub>i</sub> [°C]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [°C]	P <sub>e</sub> [Pa]	T <sub>si</sub> [°C]	T <sub>si,min</sub> [°C]	f <sub>rsi,min</sub>	g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>a</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	20,0	1.279	4,3	621	19,2	14,0	0,6188	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.272	4,6	625	19,2	13,9	0,6060	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.185	7,8	652	19,4	12,8	0,4139	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.093	11,4	687	19,6	11,6	0,0253	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.236	13,5	1.136	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	19,2	1.707	19,2	1.607	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	23,0	1.931	23,0	1.831	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	22,2	1.880	22,2	1.780	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,2	1.608	18,2	1.508	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	18,0	1.567	15,6	1.467	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.498	10,0	1.043	19,5	16,5	0,6473	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.330	5,3	708	19,3	14,6	0,6338	0,0000	0,0000

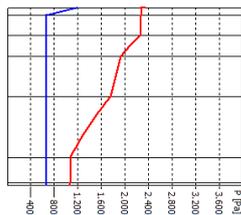
**Gennaio**



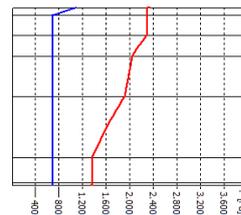
**Febbraio**



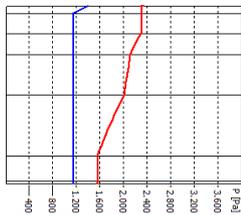
**Marzo**



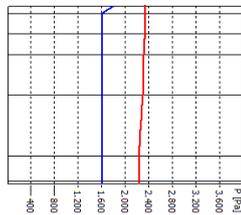
**Aprile**



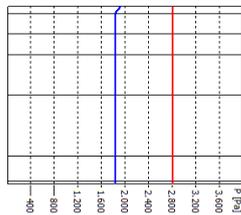
**Maggio**



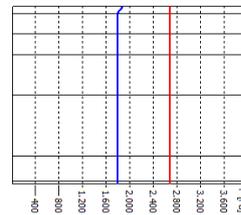
**Giugno**



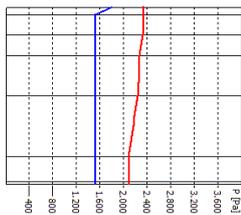
**Luglio**



**Agosto**



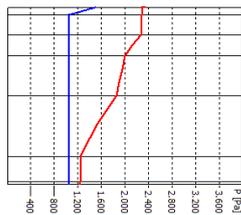
**Settembre**



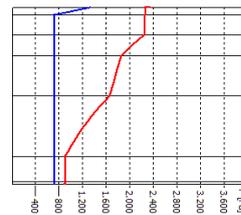
**Ottobre**



**Novembre**



**Dicembre**

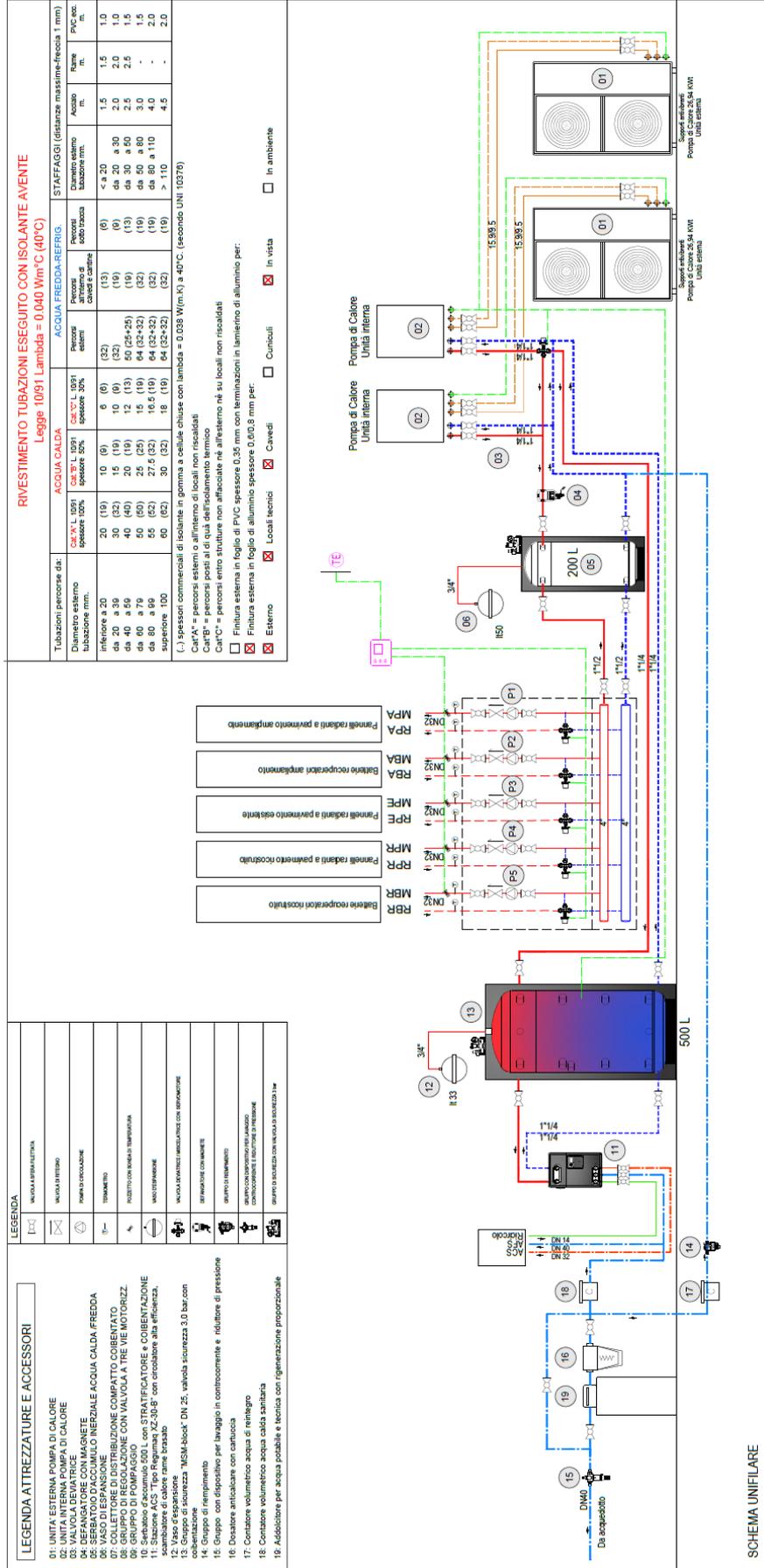


**fRsi Struttura: 0,9496**

**La struttura non presenta rischi di formazione muffe.**

**La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.**

# SCHEMA FUNZIONALE IMPIANTO



## ELABORATI GRAFICI

Vedere tavole di progetto.