

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

# COMUNE DI ORISTANO

PROVINCIA DI ORISTANO

## REALIZZAZIONE DI UN FABBRICATO DA DESTINARE AD ALLOGGI ERP PRESSO EX LABORATORIO I.S.O.L.A. NELL'AMBITO DEL PROGRAMMA PER LA RIQUALIFICAZIONE URBANA E LA SICUREZZA ORISTANO EST

marzo 2022

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE REQUISITI ENERGETICI

art. 8 D. Lgs. 192/2005 e D.M. 26/06/2015 (ex Legge 10)

# C

Ing. Giuseppe Pinna

Dirigente Settore sviluppo del territorio

Arch. Stefania Melis

Responsabile unico del Procedimento

Gruppo di lavoro

Arch. Francesco Deriu

Progettista incaricato

Ing. Christian Cambignu

Arch. Luigi Mereu

Consulenze

Ing. Gerolamo Sulis

Impianti tecnologici e risparmio energetico

Ing. Manuela Melis

Acustica



## RELAZIONE TECNICA

ai sensi dell'Art. 8 del D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 e  
D.M. 26 Giugno 2015 (ex Legge 10)

Area geografica

Regione **Sardegna**  
Provincia di **Oristano**  
Comune di **ORISTANO**

Ubicazione intervento

,

Proprietà  
Comune di Oristano

Progettista  
Arch. Francesco Deriu

Costruttore

Tecnico  
Ing. Gerolamo Sulis

Revisione n° 0



Data elaborazione: 04/01/2022



# RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005 E DM 26 GIUGNO 2015, ATTESTANTE LA RISPONDEZZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NUOVA COSTRUZIONE</b>	Edifici di nuova costruzione o oggetto di demolizione e ricostruzione
-------------------------------------	--------------------------	---

## 1.0 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'unità immobiliare residenziale in progetto è composta da due piani fuori terra. La struttura portante è in c.a. e il tamponamento perimetrale è realizzato in muratura tipo Thermotek Terra sarda 30, come verrà precisato più avanti.

Il solaio di copertura a due falde inclinate è in laterocemento con sovrapposto un pannello isolante, di tipo Coverpiù, in EPS sormontato da una lastra in acciaio con protezione multistrato e dotata di canali di ventilazione. L'isolamento verso terra è ottenuto mediante un massetto realizzato con un impasto cementizio termoisolante con EPS additivato (tipo Politerm).

Nella presente relazione si definiscono gli impianti di climatizzazione invernale ed estiva, della produzione di acqua calda sanitaria a servizio dell'edificio in questione, insieme alle pareti orizzontali e verticali e chiusure costituenti l'involucro esterno, affinché sia verificato quanto richiesto dal D.M. requisiti minimi.

L'unità immobiliare è climatizzata estate e inverno mediante l'utilizzo di una pompa di calore aria-acqua, alimentante due ventilconvettori, uno per piano, con distribuzione a canali d'aria e due calda salviette, uno per ciascun bagno.

A supporto della ventilazione naturale degli ambienti sono previste due unità di ventilazione meccanica puntuale (con recupero di calore) a parete, una per ciascun piano.

Agli effetti del calcolo dei parametri tecnici relativi alla climatizzazione, le zone termiche coincidono con i due piani dell'immobile che, data la superficie ridotta degli stessi e l'utilizzo di una sola unità per piano (con distribuzione a canali d'aria in tutta la zona termica), sono stati considerati ad ambiente unico.

La produzione di acqua calda sanitaria viene fornita mediante uno scaldacqua a pompa di calore della capacità di 120 l..

### Dati catastali:

Sezione:	
Foglio:	<b>22</b>
Particella/Mappale:	<b>2813</b>
Subalterno:	

## 1.1 TITOLO ABILITATIVO

Titolo abilitativo: da ottenere

Classificazione dell'edificio (o complesso di edifici) in base alla categoria di cui all'articolo 3 del DPR 26 agosto 1993, n. 412 ed alla definizione di "edificio" del presente provvedimento:

Numero delle unità immobiliari:	<b>1</b>	Destinazione d'uso prevalente:	<b>E.1.1</b>
---------------------------------	----------	--------------------------------	--------------

Dettaglio delle destinazioni d'uso previste per nel progetto corrente:

DENOMINAZIONE ZONA TERMICA	DESTINAZIONE D'USO DPR 419/93	VOLUME m <sup>3</sup>
Piano terra	<b>E.1.1</b>	<b>193,24</b>
Piano primo	<b>E.1.1</b>	<b>192,13</b>

## 1.2 SOGGETTI COINVOLTI

[ X ] Committente/i :

Tipologia	Persona giuridica
Cognome e Nome / Denominazione	<b>Comune di Oristano</b>
Indirizzo	Piazza E. d'Arborea 44

Cap	09170
Città	ORISTANO
Provincia	OR
Partita IVA	00052090958
Telefono	0783 7911
Fax	0783 791229
Email	istituzionale@pec.comune.oristano.it

[ X ] Progettista/i :

Denominazione	<b>Arch. Francesco Deriu</b>
Indirizzo	via G. Mazzini 94
Cap	09170
Città	ORISTANO
Provincia	OR
Codice fiscale	DREFNC76H19B3540
Partita IVA	01071890956
Iscrizione	Ordine Architetti
Numero di iscrizione	99
Provincia di iscrizione	OR
Email	francescoderiu.posta@gmail.com

[ X ] Tecnico/i :

Denominazione	<b>Ing. Gerolamo Sulis</b>
Indirizzo	Via XX Settembre 43
Cap	09170
Città	ORISTANO
Provincia	OR
Codice fiscale	SLSGLM75P30A192W
Partita IVA	02319100901
Telefono	3388465732
Iscrizione	Ordine Ingegneri Oristano
Numero di iscrizione	691
Provincia di iscrizione	OR
Email	studioingsulis@gmail.com
AMBITI	

- Tecnico degli impianti termici
- Tecnico lavori isolamento termico
- Tecnico lavori sistemi di ricambio d'aria

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

Gli elementi tipologici sono indicati al punto 8. della presente relazione tecnica.

### 2.1 EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO (NZEB)

Le caratteristiche del sistema edificio/impianti sono tali da poter classificare l'edificio come edificio ad energia quasi zero:

- [ X ] Sì  
[ ] No

### 3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

Gradi giorno della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93	<b>1059</b>	GG
Temperatura minima di progetto dell'aria esterna	<b>276,2</b>	°K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna	<b>306,1</b>	°K
Zona Climatica	<b>C</b>	-
Velocità del vento	<b>4,300</b>	m/s
Zona di vento	<b>4</b>	-
Temperatura media	<b>16,3</b>	°C
Irradiazione solare massima estiva su superficie orizzontale	<b>27,600</b>	MJ/m <sup>2</sup>

#### Dati invernali

Temperatura minima di progetto dell'aria esterna	<b>3,0</b>	°C
Periodo di riscaldamento	<b>137,000</b>	giorni

#### TEMPERATURE MEDIE MENSILI (°C) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>θ</b>	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80

#### IRRADIAZIONI SOLARI (MJ/m<sup>2</sup>) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>N</b>	2,08	3,07	4,08	5,39	8,70	10,54	9,96	7,32	5,04	3,60	2,51	1,92
<b>NE/NO</b>	2,26	3,83	5,93	8,11	12,29	14,30	14,22	11,33	8,12	4,97	2,83	2,12
<b>E/O</b>	3,86	6,66	9,25	10,92	15,04	16,76	17,18	14,88	12,21	8,65	4,77	4,41
<b>S</b>	7,15	10,73	11,37	9,71	10,44	10,09	10,52	11,48	12,88	12,76	8,35	9,53
<b>SE/SO</b>	5,85	9,24	11,08	11,17	13,53	13,98	14,62	14,27	13,66	11,45	6,95	7,50
<b>Oriz.</b>	5,30	9,20	13,30	16,50	23,50	26,60	27,00	22,70	17,80	12,00	6,60	5,70

#### UMIDITÀ RELATIVE MEDIE MENSILI (%) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>UR</b>	81,11	78,67	82,00	80,32	62,14	61,54	58,74	55,80	63,36	67,81	77,08	82,08

## 4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO

Climatizzazione	invernale	estiva	u.m.
Volume lordo climatizzato dell'edificio (V)	<b>385,37</b>	<b>385,37</b>	m <sup>3</sup>
Superficie esterna che delimita il volume climatizzato (S)	<b>260,53</b>	<b>260,53</b>	m <sup>2</sup>
Rapporto S/V	<b>0,68</b>		
Superficie utile energetica dell'edificio	<b>89,23</b>	<b>89,23</b>	m <sup>2</sup>
Valore di progetto della temperatura interna	<b>20,0</b>	<b>26,0</b>	°C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna	<b>50,0</b>	<b>50,0</b>	%

### 4.1 INFORMAZIONI GENERALI E PRESCRIZIONI

- Presenza di reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento a meno di 1000 m **No**
- Livello di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS) -
- Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture **No**
- Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) **No**
- Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore, del freddo e dell'A.C.S. **No**  
*Non necessari*
- Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare: la regolazione della temperatura avviene per singola zona termica mediante un termostato di zona comunicante con l'unità interna
- Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, 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.

Verifica (D. Lgs. 28/2011)	Percentuale di copertura del fabbisogno [%]
Verifica della copertura di almeno il 50,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria	<b>69,8 %</b>
Verifica della copertura di almeno il 50,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento	<b>55,1 %</b>
Potenza di picco installata sull'edificio	<b>1,5</b>
Potenza minima di legge $[(1/K) * S = (1/50) * 54,12]$	<b>1,0824</b>
Verifica della potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili	<b>VERIFICATO</b>

Denominazione	Tipologia	SCOP	SPF	Limite inferiore SPF	Eres* [kWh/anno]
POMPA DI CALORE UI1	Elettricità	5,0	2,15	2,88	0,00
Scaldacqua PdC - UI1	Elettricità	2,6	2,50	2,88	0,00

Tipologia impianto	Pompa di calore "POMPA DI CALORE UI1"		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	0,000	0,000	0,000
Fabbisogno totale di energia primaria (kWh anno)	1129,195	0,000	0,000

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	0,000 %	0,000 %	0,000 %
---	---------	---------	---------

Tipologia impianto	Fotovoltaico		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	385,524	474,757	629,781

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	39,519 %	71,759 %	100,000 %
---	----------	----------	-----------

- Adozione di sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale **Si**
- Adozione di sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale **No**

*Ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:*

- Verifiche della massa superficiale e della trasmittanza termica periodica dei componenti opachi (*Rif. Lettera b) del punto 3.3.4 del decreto di cui all'art.4*):

#### Componenti opachi verticali

Codice	Descrizione	Ms [kg/m <sup>2</sup> ]	Ms minimo [kg/m <sup>2</sup> ]	Yie [W/m <sup>2</sup> K]	Yie limite [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
MUR01- EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	240,00	230,00	0,022	0,10	Positiva

#### Componenti opachi orizzontali o inclinati

Codice	Descrizione	Yie [W/m <sup>2</sup> K]	Yie limite [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
COP-LATCEM- COVERPIU'	Copertura inclinata (soffitto laterocemento) - Coverpiù	0,038	0,18	Positiva

## 5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

### 5.1 Impianti termici

#### a) Descrizione impianto

##### Tipologia

L'impianto di climatizzazione invernale ed estiva, viene realizzato con n. 1 pompa di calore reversibile, del tipo a compressione di vapore con motore elettrico, del tipo aria-acqua, marca AERMEC mod. HMI060, la cui unità esterna è ubicata all'esterno.

La produzione di acqua calda sanitaria avviene tramite n. 1 scaldacqua a pompa di calore della capacità di 120l. Il terminali di erogazione sono 2 ventilconvettori, uno per per piano, del tipo AERMEC FCZP con distribuzione a canali d'aria nei singoli ambienti.

L'installazione degli stessi è prevista a incasso totale a controsoffitto. Nei bagni verranno installati radiatori a parete, alimentati dalla stessa pompa di calore, tipo scalda-salviette, dotati di valvola termostatica.

##### Sistema di termoregolazione

Il sistema prevede la regolazione per singola zona termica (piano) con regolazione modulante (1° C); questa viene comandata da un pannello di controllo comunicante con l'unità interna di zona dotato di termostato

##### Sistema di contabilizzazione dell'energia termica

Non necessario

##### Sistema di distribuzione del vettore termico

Il vettore termico, nel nostro caso acqua, viene distribuito a circuito chiuso, in tutti i terminali di erogazione, tramite una rete di tubi isolati in materiale multistrato del tipo PEX-AL-PEX.

##### Sistemi di ventilazione forzata

Sono presenti una unità per piano di VMC puntuale con recupero di calore ad integrazione della ventilazione naturale. Tipo INNOVA HRC05 portata 50mc/h

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

La produzione di acqua calda sanitaria avviene, come detto, tramite scaldacqua a pompa di calore, della capacità nominale di 120 l. (Tipo THE/HP 120 ACS); la distribuzione avviene attraverso pressione della rete cittadina o con elettropompa autoclave e serbatoio di accumulo.

#### b) Specifiche dei generatori

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	POMPA DI CALORE UI1
Uso	Riscaldamento
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria esterna/Acqua impianto
Potenza termica utile	6,0
Potenza elettrica assorbita	1,2
Coefficiente di prestazione (COP)	5,0

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	Scaldacqua PdC - UI1

Uso	ACS
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria esterna/Acqua impianto
Potenza termica utile	0,9
Potenza elettrica assorbita	0,3
Coefficiente di prestazione (COP)	2,6

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	PDC raffrescam. UI1
Uso	Raffrescamento
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria_Acqua
Potenza termica utile	5,8
Indice di efficienza energetica (EER)	4,4

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

#### Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali

Le zone termiche sono dotate dei seguenti sistemi di regolazione:

Zona Termica	Tipo di regolazione	Caratteristiche della regolazione
Unità 1 tipologia B - Piano terra	Solo di zona	P banda prop. 1 °C
Unità 1 tipologia B - Piano primo	Solo di zona	P banda prop. 1 °C

### d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari

non necessari.

### e) Terminali di erogazione dell'energia

Dettaglio dei sottosistemi di emissione delle singole zone termiche:

Zona Termica	Tipologia locali	Terminali di erogazione	Potenza termica nominale [W]
Piano terra	Fino a 4 metri	Ventilconvettori	1460,547
Piano primo	Fino a 4 metri	Ventilconvettori	1380,741

### f) Schemi funzionali degli impianti termici

Alla presente relazione è allegato lo schema unifilare degli impianti termici con specificato:

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

## 5.2 Impianti fotovoltaici

Descrizione:	FTV UI1
Orientamento rispetto al SUD (Y) - Azimut:	0,000 °
Inclinazione orizzontale dei pannelli ( $\beta$ ):	0,000 °
Tipo riflessione ambientale:	Coefficiente di riflessione standard (albedo)
Coefficiente di riflessione:	0,200
Anno di installazione:	

Ostruzioni: Assente

### Energia irraggiata sul piano dei moduli [kWh/m<sup>2</sup>]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E	45,66	72,16	115,37	137,64	202,03	221,53	233,04	197,04	151,44	106,46	56,39	49,44

**Totale Irradiazione: 1588,200 kWh/m<sup>2</sup>**

### Caratteristiche dei pannelli fotovoltaici

Tipo di modulo fotovoltaico:	Silicio mono cristallino
Grado di ventilazione dei moduli:	Moduli molto ventilati o con ventilazione forzata
Superficie di captazione:	6,800 m <sup>2</sup>
Kpv:	0,220
Fpv:	0,800
Potenza di picco Wpv:	1,5 kW

### Energia elettrica prodotta (E<sub>el,pv,out</sub>) [kWh]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E <sub>el,pv</sub>	81,00	109,00	169,00	215,00	267,00	287,00	298,00	262,00	197,00	146,00	91,00	74,00

**Totale Energia prodotta: 2196,000 kWh**

## 5.3 Impianti solari termici

*Nessun impianto solare termico presente*

## 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, 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

In attuazione della faq MiSE 3.16 del dicembre 2018, la verifica dei componenti è stata condotta per le strutture dello stesso tipo, raggruppate per tipologie di strutture corrispondenti alle tabelle dell'appendice B del D.M. Requisiti Minimi e ponderando le stesse sui corrispondenti ponti termici al fine di ottenere un'unica trasmittanza media ponderata. Di seguito è disponibile la tabella delle trasmittanze medie ponderate confrontate con i valori limite previsti dalla normativa cogente:

Tipologia:		Componenti opachi di separazione tra edifici o unità confinanti			
Confine	Dettaglio	U,pond [W/m <sup>2</sup> K]	U,lim [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica	
Altri ambienti climatizzati	Involucro edilizio (Sup,tot:138,40)	0,667	0,800	Verificato	
Dettaglio componenti interessati					
Codice	Descrizione	Superficie [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]		
MUR03-EXISOLA-ader	Muratura in THERMOTEK cm. 31,5	30,16	0,287		
INTERPIANO-EXISOLA-I	soffitto interpianto laterocemento 32,5 cm.	54,13	0,765		
PavINTERP-ExIsol-I	pav interpianto laterocemento 32,5 cm.	54,12	0,782		

Di seguito è riportato il dettaglio dei componenti:

### **STRUTTURE OPACHE VERTICALI, VERSO ESTERNO, AMBIENTI NON CLIMATIZZATI O CONTRO TERRA**

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
MUR01-EXISOLA	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	0,442
MUR01-EXISOLA	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	0,348
MUR02-EXISOLA-001	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 44	0,359
MUR02-EXISOLA-001	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 44	0,280
MUR01-EXISOLA	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	0,416
MUR01-EXISOLA	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	0,423
MUR02-EXISOLA-001	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 44	0,489
MUR02-EXISOLA-001	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 44	0,334

## STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI O INCLINATE, VERSO ESTERNO O AMBIENTI NON CLIMATIZZATI

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
COP-LATCEM-COVERPIU'	SolaioEsterno	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	0,256

## STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI DI PAVIMENTO, VERSO ESTERNO, AMBIENTI NON CLIMATIZZATI O CONTRO TERRA

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
PAV-VS-TERRA-EXISOLA	PavimentoEsterno	Pavimento su terreno cm. 70	0,373

## STRUTTURE OPACHE VERTICALI E ORIZZONTALI DI SEPARAZIONE TRA EDIFICI O UNITA' CONFINATI

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
MUR03-EXISOLA-ader	Partizione	Muratura in THERMOTEK cm. 31,5	0,287
INTERPIANO-EXISOLA-I	Partizione	solaio interpiano laterocemento 32,5 cm.	0,765
PavINTERP-ExIsol-I	Partizione	pav interpiano laterocemento 32,5 cm.	0,782

## STRUTTURE TECNICHE TRASPARENTI E OPACHE

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
CASS-don	Cassonetto	Cassonetto isolato 1,3	1,300
PP.01	Porta	Portoncino ingresso 1 anta vetrocamera opalino basso emissivo antieffrazione	1,090
PB.02	Infisso singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 120x210	1,200
F.01	Infisso singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 80x80	1,140
PB.01	Infisso singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 130x210	1,180
PF.01	Infisso singolo	Portafinestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 120x200	1,190

## RICAMBI D'ARIA

### Zona Termica "Piano terra"

#### Ambiente PT

Tipologia di ventilazione		Ibrida
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	24,000
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	0,016
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	0,016

### Zona Termica "Piano primo"

#### Ambiente P1

Tipologia di ventilazione		Ibrida
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	24,000
Portata d'aria di progetto : Immissione	$m^3/s$	0,019
Portata d'aria di progetto : Estrazione	$m^3/s$	0,019

## b) Indici di prestazione energetica

### Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie $H'T$ [ $W/m^2K$ ]

$H'T$	0,364	coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie
$H'T,L$	0,600	coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie
<u>Verifica</u>	$H'T < H'T,L$	<b>VERIFICATO</b>

### Area solare equivalente estiva per unità di superficie ( $A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ ) [ - ]

$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	0,003	area solare equivalente estiva per unità di superficie
( $A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ )limite	0,030	area solare equivalente estiva limite per unità di superficie
<u>Verifica</u>	$A_{sol,est}/A_{sup,utile} < (A_{sol,est}/A_{sup,utile})limite$	<b>VERIFICATO</b>

### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale ( $EP_{H,nd}$ ) [ $kWh/ m^2$ ]

$EP_{H,nd}$	18,7	indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio
$EP_{H,nd,limite}$	22,6	indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento
<u>Verifica</u>	$Q_{H,nd} < Q_{H,nd,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva ( $EP_{C,nd}$ ) [ $kWh/ m^2$ ]

$EP_{C,nd}$	21,1	indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio
$EP_{C,nd,limite}$	28,1	indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento
<u>Verifica</u>	$Q_{C,nd} < Q_{C,nd,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

### Indice di prestazione energetica globale dell'edificio - energia primaria totale ( $EP_{gl,tot}$ ) [ $kWh/ m^2$ ]

$EP_{gl,tot}$	41,9	indice di prestazione energetica globale dell'edificio
$EP_{gl,tot,limite}$	89,3	indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento
<u>Verifica</u>	$EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

### Indice di prestazione energetica globale dell'edificio - energia primaria non rinnovabile ( $EP_{gl,nr}$ )

$EP_{gl,nr}$	17,0	indice di prestazione energetica globale dell'edificio
$EP_{gl,nr,limite}$	49,5	indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento
<u>Verifica</u>	$EP_{gl,nr} < EP_{gl,nr,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

### Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento ( $\eta_H$ ) [ - ]

$\eta_H$	0,920	efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento
$\eta_{H,limite}$	0,730	efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento
<u>Verifica</u>	$\eta_H > \eta_{H,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

Fabbisogno di combustibile:

- Elettricità (PCI: 1,000 kWh/Nm<sup>3</sup>) kWh/anno **1902,3**

Fabbisogno di energia elettrica da rete	$kWh_e$	590
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	$kWh_e$	386
Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale	$kJ/m^3GG$	12

#### Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria( $\eta_w$ ) [ - ]

$\eta_w$	1,176	efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria
$\eta_{w,limite}$	0,750	efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acs calcolato nell'edificio di riferimento
<u>Verifica</u>	$\eta_w > \eta_{w,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

Fabbisogno di combustibile:

- Elettricità (PCI: 1,000 kWh/Nm <sup>3</sup> )	kWh/anno	1290,1
Fabbisogno di energia elettrica da rete	$kWh_e$	187
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	$kWh_e$	475

#### Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento ( $\eta_c$ ) [ - ]

$\eta_c$	2,990	efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento
$\eta_{c,limite}$	1,143	efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento
<u>Verifica</u>	$\eta_c > \eta_{c,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

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

Nessun impianto solare termico presente

#### d) Impianti fotovoltaici

Energia prodotta

- FTV UI1	$kWh$ anno	2196,0
Energia prodotta totale	$kWh$ anno	2196,0
Fabbisogno energia elettrica	$kWh$ anno	2266,9
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	%	65,7

#### e) Consuntivo energia

Energia consegnata o fornita ( $E_{del}$ )	$kWh$ anno	776,9
Energia rinnovabile ( $EP_{gl, ren}$ )	$kWh/m^2$ anno	24,9
Energia esportata ( $E_{esp}$ )	$kWh$ anno	705,9
Energia rinnovabile in situ	$kWh$ anno	2196,0
Fabbisogno globale di energia primaria ( $EP_{gl, tot}$ )	$kWh/m^2$ anno	41,9

## f) Rendimenti medi sottosistemi

### ZONA TERMICA Piano terra

Sottosistema	H	W	C
Sottosistema di emissione/erogazione	96,00	100,00	98,00
Sottosistema di regolazione	97,00	-	97,00
Sottosistema di distribuzione acqua	97,00	92,60	98,00

### ZONA TERMICA Piano primo

Sottosistema	H	W	C
Sottosistema di emissione/erogazione	96,00	100,00	98,00
Sottosistema di regolazione	97,00	-	97,00
Sottosistema di distribuzione acqua	97,00	92,60	98,00

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

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

## 8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazioni 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 dell'impianto termico contenenti gli elementi di cui all'analogica voce del paragrafo "Dati relativi agli impianti termici";
- 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 condensa interstiziale;
- 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.

I calcoli e le documentazioni che seguono sono disponibili ai fini di eventuali verifiche da parte dell'ente di controllo presso i progettisti:

- Calcolo della potenza invernale: dispersioni dei componenti e potenza di progetto dei locali;
- Calcolo energia utile invernale ( $Q_{h,nd}$ ) ed estiva ( $Q_{c,nd}$ ) mensile, secondo UNI/TS 11300-1;
- Calcolo dei coefficienti di dispersione termica  $H_T$ ,  $H_U$ ,  $H_G$ ,  $H_A$ ,  $H_V$ ;
- Calcolo mensile delle perdite ( $Q_{h,ht}$ ), degli apporti solari ( $Q_{sol}$ ) e degli apporti interni ( $Q_{int}$ ) secondo UNI/TS 11300-1;
- Calcolo dei rendimenti: emissione, regolazione, distribuzione, produzione;
- Calcolo di energia primaria (Q), mensile-stagionale secondo UNI/TS 11300 - 2/4;
- Calcolo del fabbisogno annuo di energia primaria di progetto;
- Calcolo del fabbisogno di energia primaria limite.

## 9. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto **Ing. gerolamo Sulis**, iscritto a **Ordine Ingegneri Oristano (OR)**, numero **691**, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo di attuazione della direttiva 2002/91/CE dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

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

### DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI ATTO NOTORIO

Ai sensi dell'art.15, comma 1 del D.Lgs. 192/2005, modificato dall'art.12 del D.L. 63/2013) convertito in legge con L.90/2013), la presente RELAZIONE TECNICA è resa, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'art.47 del D.P.R. 445/2000.

*Ai sensi dell'art. 38 D.P.R. n. 445 del 28/12/2000 la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e inviata unitamente a copia fotostatica, non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore, all'ufficio competente via fax, tramite un incaricato, oppure a mezzo posta.*

ORISTANO, 04/01/2022

IL TECNICO

---

## ALLEGATO 1 – CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE COMPONENTI OPACHI

### Componenti opachi verticali

<b>Tipologia:</b>	<b><u>Parete Esterna</u></b>	<b>Confine:</b>	<b><u>Ambiente con tre pareti esterne (Btr,x: 0,8)</u></b>
<b>Codice:</b>	<b><u>MUR02-EXISOLA-001</u></b>	<b>Descrizione:</b>	<b><u>Muratura in THERMOTEK cm. 44</u></b>

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Intonaco interno generico	0,010	0,700	1400,00	1000,00	11	0,014
2	THERMOTEK® TERRA SARDA 30	0,300	0,091	800,00	840,00	10	3,297
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,010	0,900	1800,00	840,00	27	0,011
4	Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est.	0,120	0,900	1300,00	880,00	60	0,133
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,440</b>					<b>3,625</b>

#### Legenda

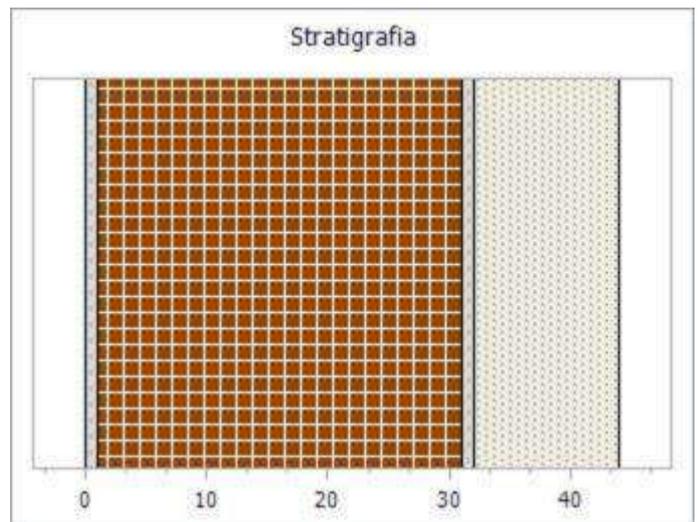
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale  
 R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	44	cm
Trasmittanza termica	U	0,276	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,625	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	428,00	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	368,00	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>I,E</sub>	0,013	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	31,59	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	100,46	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,048	-
Sfasamento	$\varphi$	20,87	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	2,310	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	7,319	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>S</sub>	396,00	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

<b>Metodo di calcolo</b>	Classe di concentrazione del vapore all'interno
<b>Classe di concentrazione:</b>	Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata
<b>Umidità critica (<math>\varphi_{cr}</math>) muffa:</b>	0,80 [-]
<b>Umidità critica (<math>\varphi_{cr}</math>) condensa:</b>	1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_j$ [°C]	$\varphi_j$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	11,28	70,23	939	1337	20,00	57,69	1348	2337
Febbraio	12,08	69,09	974	1409	20,00	57,98	1355	2337
Marzo	13,36	73,66	1129	1533	20,00	62,67	1465	2337
Aprile	15,36	74,65	1302	1744	18,00	75,96	1567	2063
Maggio	18,88	61,16	1333	2180	18,88	67,57	1473	2180
Giugno	21,76	63,31	1649	2604	21,76	67,15	1749	2604
Luglio	23,36	61,88	1776	2870	23,36	65,37	1876	2870
Agosto	23,36	58,78	1687	2870	23,36	62,26	1787	2870
Settembre	20,56	64,01	1548	2419	20,56	68,14	1648	2419
Ottobre	18,08	65,90	1366	2073	18,08	74,01	1534	2073
Novembre	14,56	70,68	1171	1657	20,00	62,65	1464	2337
Dicembre	11,84	71,79	996	1387	20,00	59,28	1385	2337

### Legenda simboli

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

### Legenda pedici

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

### Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1685	1694	1831	1959	1841	2186	2345	2233	2061	1918	1830	1732
$\theta_{si,min}$	°C	14,82	14,90	16,12	17,18	16,20	18,92	20,05	19,27	17,98	16,85	16,11	15,25
$f_{R,si,min}$	[-]	0,406	0,356	0,415	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,285	0,418

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,418

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,964

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1348	1355	1465	1567	1473	1749	1876	1787	1648	1534	1464	1385
$\theta_{si,min}$	°C	11,41	11,48	12,67	13,70	12,75	15,40	16,50	15,73	14,48	13,38	12,66	11,82
$f_{R,si,min}$	[-]	0,015	-0,075	-0,104	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,349	-0,002

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,015

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,964

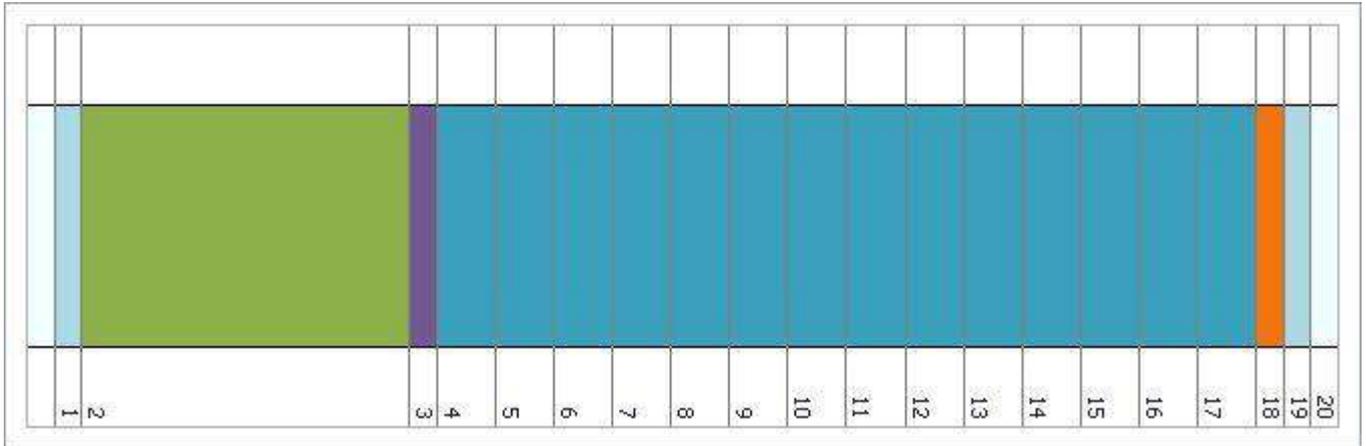
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est.	-	0,040	-
3	Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est. - Malta di calce o di calce e cemento	12,0	0,133	7,20
4	Malta di calce o di calce e cemento - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [0]	1,0	0,011	0,27
5	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [0] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [1]	2,1	0,235	0,21
6	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [1] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [2]	2,1	0,235	0,21
7	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [2] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [3]	2,1	0,235	0,21
8	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [3] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [4]	2,1	0,235	0,21
9	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [4] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [5]	2,1	0,235	0,21
10	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [5] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [6]	2,1	0,235	0,21
11	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [6] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [7]	2,1	0,235	0,21
12	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [7] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [8]	2,1	0,235	0,21
13	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [8] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [9]	2,1	0,235	0,21
14	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [9] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [10]	2,1	0,235	0,21
15	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [10] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [11]	2,1	0,235	0,21
16	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [11] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [12]	2,1	0,235	0,21
17	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [12] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [13]	2,1	0,235	0,21
18	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [13] - Intonaco interno generico	2,1	0,235	0,21
19	Intonaco interno generico - Strato laminare interno	1,0	0,014	0,11
20	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1337	1409	1533	1744	2180	2604	2870	2870	2419	2073	1657	1387
	θ	11,28	12,08	13,36	15,36	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	14,56	11,84
	φ	70,23	69,09	73,66	74,65	61,16	63,31	61,88	58,78	64,01	65,90	70,68	71,79
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1345	1417	1540	1748	2180	2604	2870	2870	2419	2073	1663	1395
	θ	11,38	12,17	13,43	15,39	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	14,62	11,93
	φ	69,78	68,70	73,31	74,51	61,16	63,31	61,88	58,78	64,01	65,90	70,41	71,36
3	Pv	1217	1233	1357	1482	1428	1717	1844	1755	1617	1481	1370	1261
	Ps	1374	1445	1565	1758	2180	2604	2870	2870	2419	2073	1685	1423
	θ	11,70	12,46	13,68	15,49	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	14,82	12,23

	φ	88,60	85,35	86,76	84,30	65,52	65,92	64,26	61,15	66,82	71,42	81,34	88,60
4	Pv	1228	1243	1366	1489	1432	1719	1846	1757	1619	1485	1378	1271
	Ps	1376	1447	1567	1759	2180	2604	2870	2870	2419	2073	1687	1426
	θ	11,72	12,48	13,70	15,49	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	14,84	12,26
	φ	89,20	85,88	87,19	84,64	65,69	66,02	64,34	61,24	66,93	71,63	81,70	89,15
5	Pv	1236	1251	1373	1494	1435	1721	1848	1759	1621	1488	1384	1279
	Ps	1429	1497	1611	1779	2180	2604	2870	2870	2419	2073	1725	1476
	θ	12,29	13,00	14,13	15,67	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	15,19	12,79
	φ	86,51	83,55	85,20	84,01	65,82	66,10	64,41	61,31	67,01	71,79	80,21	86,63
6	Pv	1244	1258	1380	1500	1438	1723	1850	1761	1623	1492	1390	1287
	Ps	1483	1548	1657	1798	2180	2604	2870	2870	2419	2073	1765	1528
	θ	12,86	13,51	14,56	15,84	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	15,54	13,32
	φ	83,91	81,29	83,27	83,39	65,95	66,18	64,49	61,38	67,09	71,95	78,75	84,20
7	Pv	1253	1266	1386	1505	1440	1725	1852	1763	1625	1495	1396	1295
	Ps	1539	1600	1703	1818	2180	2604	2870	2870	2419	2073	1805	1582
	θ	13,42	14,03	14,99	16,01	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	15,90	13,85
	φ	81,40	79,10	81,38	82,78	66,08	66,26	64,56	61,45	67,18	72,12	77,31	81,84
8	Pv	1261	1274	1393	1511	1443	1727	1854	1765	1627	1499	1402	1302
	Ps	1597	1655	1751	1838	2180	2604	2870	2870	2419	2073	1847	1637
	θ	13,99	14,54	15,42	16,18	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	16,25	14,38
	φ	78,98	76,98	79,55	82,17	66,21	66,33	64,63	61,52	67,26	72,28	75,91	79,56
9	Pv	1269	1281	1400	1516	1446	1729	1857	1767	1629	1502	1408	1310
	Ps	1656	1710	1800	1859	2180	2604	2870	2870	2419	2073	1889	1694
	θ	14,56	15,06	15,85	16,35	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	16,60	14,91
	φ	76,64	74,92	77,76	81,57	66,34	66,41	64,70	61,59	67,35	72,45	74,54	77,35
10	Pv	1278	1289	1407	1521	1449	1731	1859	1769	1631	1505	1414	1318
	Ps	1718	1768	1851	1879	2180	2604	2870	2870	2419	2073	1931	1753
	θ	15,12	15,57	16,29	16,52	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	16,96	15,44
	φ	74,37	72,92	76,01	80,97	66,47	66,49	64,77	61,66	67,43	72,61	73,19	75,21
11	Pv	1286	1297	1414	1527	1452	1733	1861	1771	1633	1509	1420	1326
	Ps	1781	1827	1902	1899	2180	2604	2870	2870	2419	2073	1975	1813
	θ	15,69	16,08	16,72	16,69	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	17,31	15,97
	φ	72,18	70,98	74,31	80,37	66,60	66,57	64,84	61,73	67,51	72,78	71,87	73,14
12	Pv	1294	1305	1420	1532	1454	1735	1863	1773	1635	1512	1425	1334
	Ps	1847	1888	1955	1920	2180	2604	2870	2870	2419	2073	2020	1876
	θ	16,25	16,60	17,15	16,87	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	17,66	16,50
	φ	70,07	69,10	72,66	79,78	66,73	66,64	64,91	61,80	67,60	72,94	70,58	71,13
13	Pv	1302	1312	1427	1537	1457	1737	1865	1775	1637	1516	1431	1342
	Ps	1915	1951	2009	1941	2180	2604	2870	2870	2419	2073	2065	1940
	θ	16,82	17,11	17,58	17,04	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	18,02	17,03
	φ	68,02	67,28	71,04	79,19	66,86	66,72	64,98	61,87	67,68	73,10	69,32	69,18
14	Pv	1311	1320	1434	1543	1460	1739	1867	1777	1639	1519	1437	1350
	Ps	1985	2015	2064	1962	2180	2604	2870	2870	2419	2073	2111	2006
	θ	17,39	17,63	18,01	17,21	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	18,37	17,56
	φ	66,04	65,51	69,47	78,61	66,99	66,80	65,05	61,94	67,76	73,27	68,08	67,29
15	Pv	1319	1328	1441	1548	1463	1741	1869	1780	1641	1522	1443	1358
	Ps	2057	2081	2121	1984	2180	2604	2870	2870	2419	2073	2159	2074
	θ	17,95	18,14	18,44	17,38	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	18,72	18,09
	φ	64,13	63,79	67,93	78,03	67,12	66,88	65,12	62,01	67,85	73,43	66,86	65,47
16	Pv	1327	1335	1448	1553	1466	1744	1871	1782	1643	1526	1449	1366
	Ps	2131	2149	2179	2005	2180	2604	2870	2870	2419	2073	2207	2144
	θ	18,52	18,66	18,87	17,55	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	19,08	18,62
	φ	62,28	62,13	66,44	77,46	67,25	66,96	65,19	62,08	67,93	73,60	65,67	63,69
	Pv	1336	1343	1454	1559	1469	1746	1873	1784	1645	1529	1455	1373

17	Ps	2208	2220	2238	2027	2180	2604	2870	2870	2419	2073	2256	2216
	$\theta$	19,09	19,17	19,30	17,72	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	19,43	19,15
	$\varphi$	60,49	60,51	64,98	76,89	67,38	67,03	65,26	62,16	68,01	73,76	64,51	61,98
18	Pv	1344	1351	1461	1564	1471	1748	1875	1786	1647	1533	1461	1381
	Ps	2287	2292	2299	2049	2180	2604	2870	2870	2419	2073	2306	2290
	$\theta$	19,65	19,68	19,74	17,89	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	19,78	19,68
19	$\varphi$	58,76	58,95	63,56	76,33	67,51	67,11	65,33	62,23	68,10	73,93	63,36	60,31
	Pv	1348	1355	1465	1567	1473	1749	1876	1787	1648	1534	1464	1385
	Ps	2292	2296	2303	2051	2180	2604	2870	2870	2419	2073	2309	2295
20	$\theta$	19,69	19,72	19,76	17,91	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	19,80	19,71
	$\varphi$	58,82	59,00	63,61	76,41	67,57	67,15	65,37	62,26	68,14	74,01	63,41	60,37
	Pv	1348	1355	1465	1567	1473	1749	1876	1787	1648	1534	1464	1385
20	Ps	2337	2337	2337	2063	2180	2604	2870	2870	2419	2073	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	18,00	18,88	21,76	23,36	23,36	20,56	18,08	20,00	20,00
	$\varphi$	57,69	57,98	62,67	75,96	67,57	67,15	65,37	62,26	68,14	74,01	62,65	59,28

**Legenda**

Int. Numero interfaccia  
P<sub>v</sub> Pressione di vapore [Pa]  
 $\varphi$  Umidità relativa [%]

$\theta$  Temperatura [°C]  
P<sub>s</sub> Pressione di saturazione [Pa]

ESITO VERIFICA: **Verificato**

**La struttura non presenta condensa interstiziale**

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

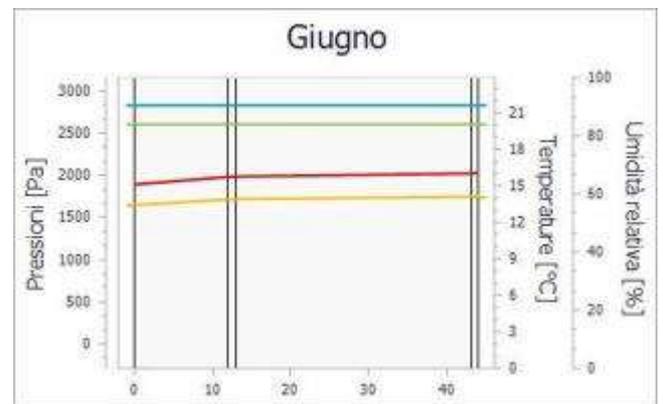
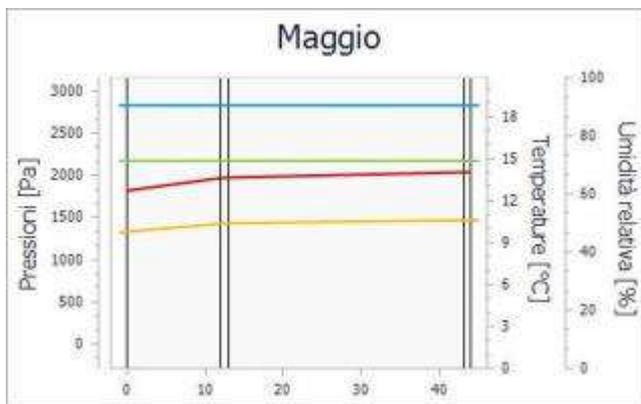
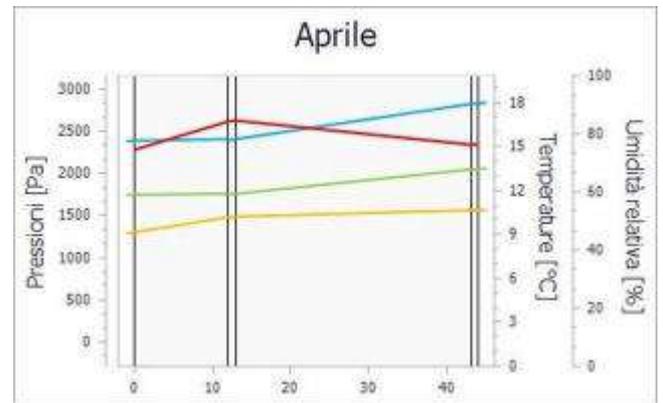
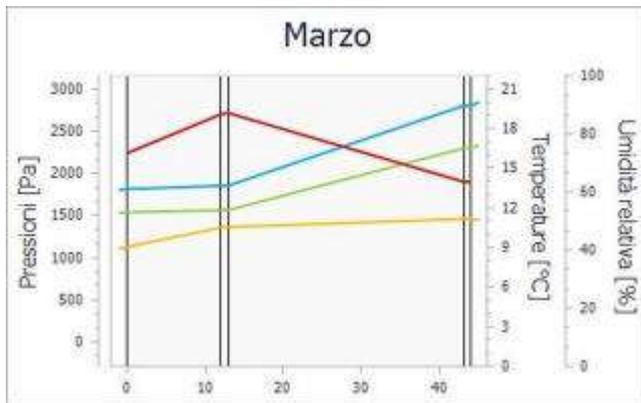
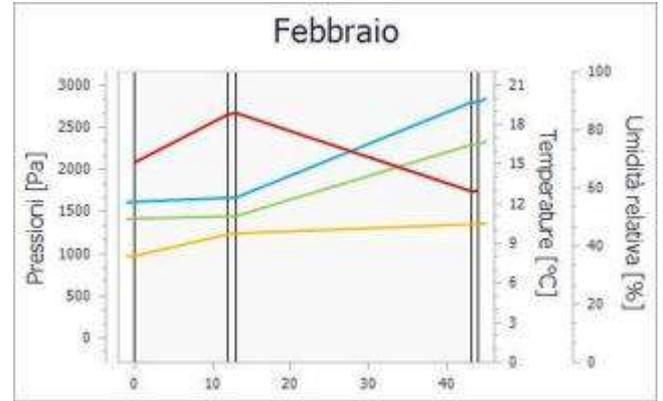
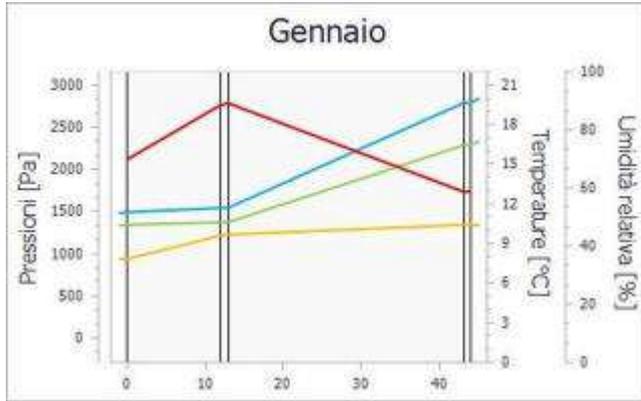
Legenda

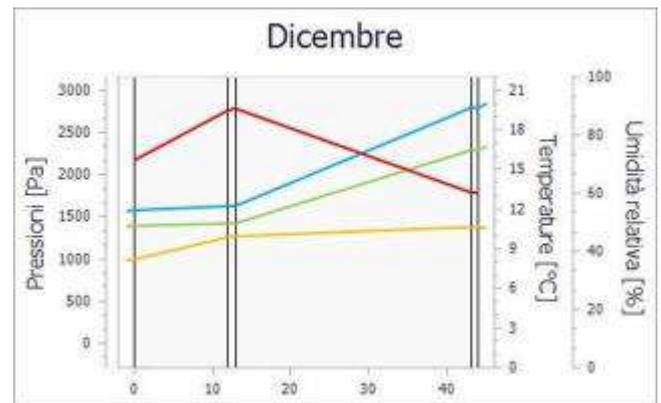
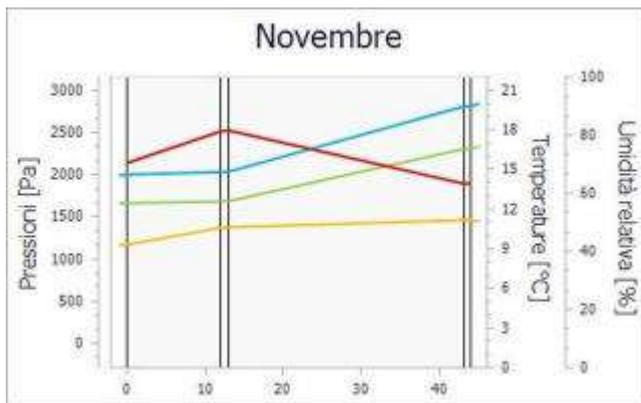
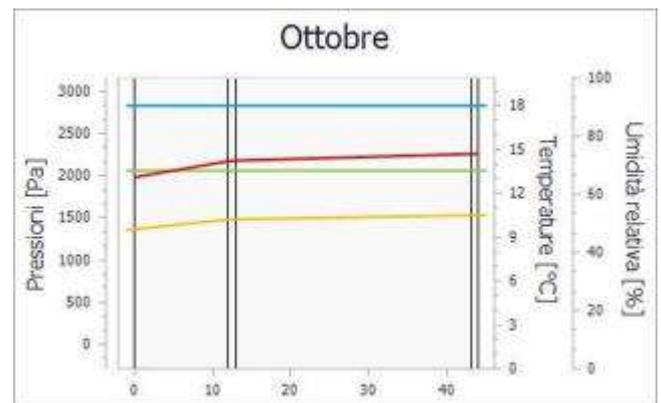
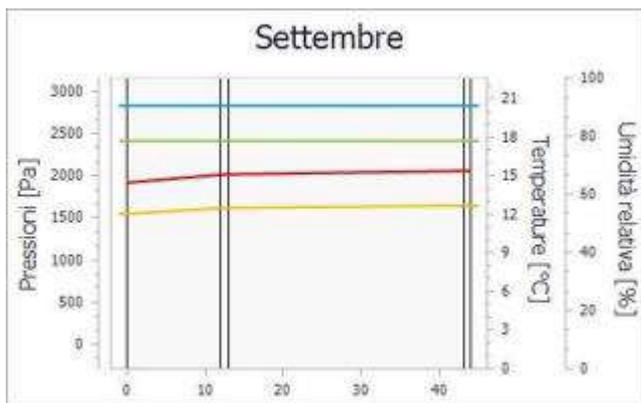
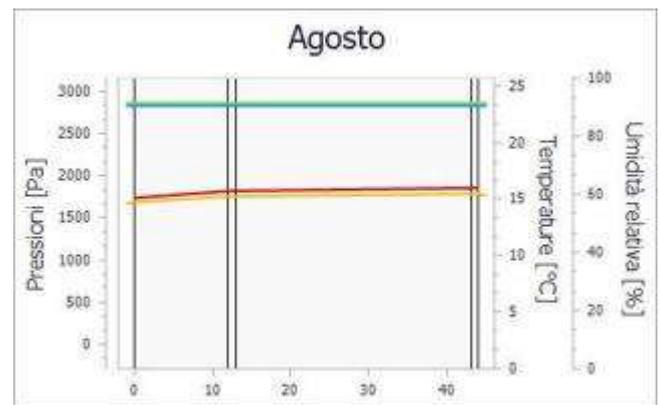
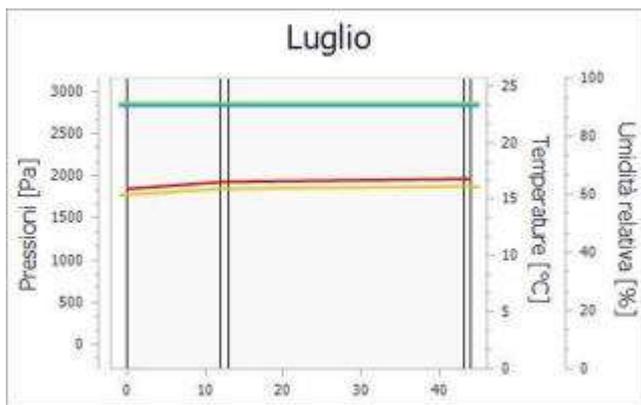
— Temperatura

— Pressione di vapore

— Pressione di saturazione

— Umidità





Tipologia: Parete Esterna

Confine: Esterno

Codice: MUR01-EXISOLA

Descrizione: Muratura in THERMOTEK cm. 32,5

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Intonaco interno generico	0,010	0,700	1400,00	1000,00	11	0,014
2	THERMOTEK® TERRA SARDA 30	0,300	0,091	800,00	840,00	10	3,297
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,015	0,900	1800,00	840,00	27	0,017
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,325</b>					<b>3,498</b>

#### Legenda

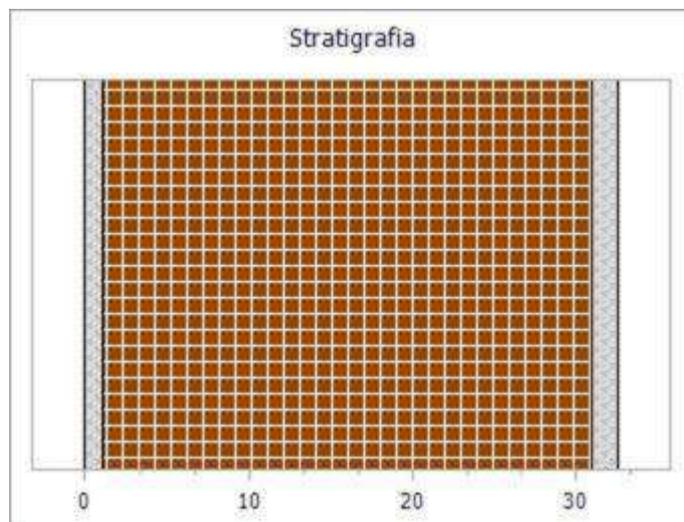
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

C Calore specifico del materiale  
R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	32,5	cm
Trasmittanza termica	U	0,286	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,498	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	281,00	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	238,28	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>IE</sub>	0,022	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	31,59	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	43,48	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,078	-
Sfasamento	$\varphi$	17,45	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	2,310	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	3,179	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	240,00	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:

Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) muffa:

Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

*Legenda simboli*

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

*Legenda pedici*

*i* - Interna  
*e* - Esterna  
*vap* - Vapore  
*sat* - Saturazione

*Legenda unità di misura*

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,963

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,963

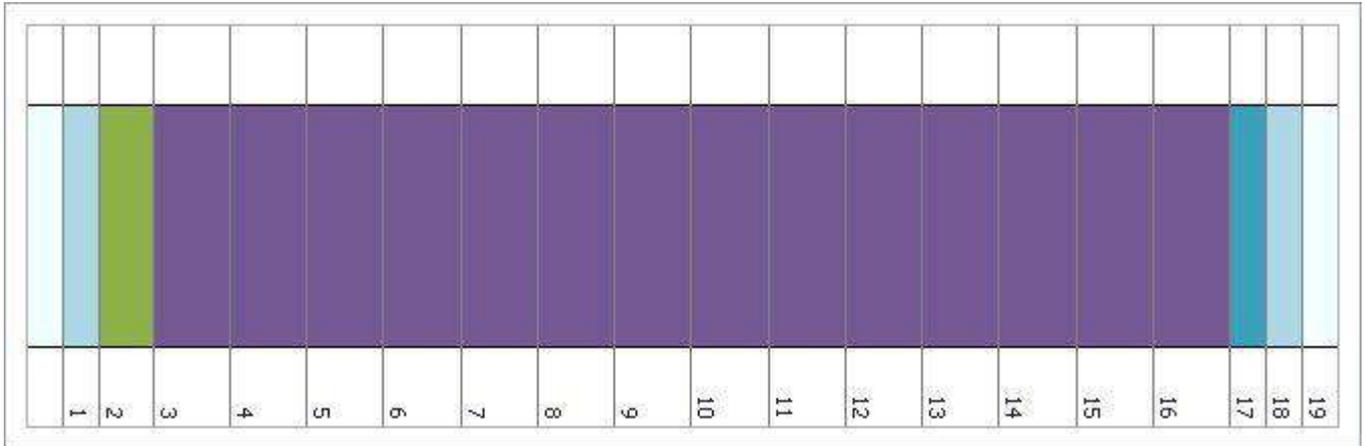
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Malta di calce o di calce e cemento	-	0,040	-
3	Malta di calce o di calce e cemento - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [0]	1,5	0,017	0,41
4	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [0] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [1]	2,1	0,235	0,21
5	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [1] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [2]	2,1	0,235	0,21
6	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [2] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [3]	2,1	0,235	0,21
7	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [3] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [4]	2,1	0,235	0,21
8	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [4] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [5]	2,1	0,235	0,21
9	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [5] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [6]	2,1	0,235	0,21
10	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [6] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [7]	2,1	0,235	0,21
11	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [7] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [8]	2,1	0,235	0,21
12	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [8] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [9]	2,1	0,235	0,21
13	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [9] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [10]	2,1	0,235	0,21
14	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [10] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [11]	2,1	0,235	0,21
15	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [11] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [12]	2,1	0,235	0,21
16	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [12] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [13]	2,1	0,235	0,21
17	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [13] - Intonaco interno generico	2,1	0,235	0,21
18	Intonaco interno generico - Strato laminare interno	1,0	0,014	0,11
19	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	$\theta$	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	$\varphi$	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1165	1245	1383	1623	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1524	1220
	$\theta$	9,22	10,21	11,79	14,24	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,28	9,92
	$\varphi$	80,57	78,21	81,63	80,23	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,82	81,59
3	Pv	995	1026	1174	1337	1350	1660	1787	1698	1560	1388	1210	1049
	Ps	1169	1249	1387	1625	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1528	1224
	$\theta$	9,28	10,26	11,83	14,26	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,61	13,31	9,97
	$\varphi$	85,09	82,13	84,70	82,30	63,05	62,07	59,22	56,26	63,93	68,95	79,23	85,67
	Pv	1024	1053	1198	1356	1360	1666	1793	1704	1566	1399	1231	1077

4	P <sub>s</sub>	1228	1306	1439	1652	2142	2675	3018	3018	2440	2016	1574	1282
	θ	10,01	10,93	12,39	14,52	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,77	10,65
	φ	83,41	80,67	83,31	82,08	63,47	62,29	59,42	56,47	64,18	69,40	78,23	84,02
5	P <sub>v</sub>	1054	1081	1223	1375	1369	1672	1799	1710	1572	1410	1252	1105
	P <sub>s</sub>	1290	1365	1492	1680	2142	2675	3018	3018	2440	2019	1621	1342
	θ	10,74	11,59	12,95	14,77	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,66	14,23	11,34
6	φ	81,72	79,20	81,92	81,85	63,90	62,52	59,62	56,67	64,43	69,84	77,22	82,37
	P <sub>v</sub>	1084	1108	1247	1393	1378	1678	1806	1716	1578	1421	1273	1133
	P <sub>s</sub>	1354	1426	1548	1708	2142	2675	3018	3018	2440	2023	1670	1404
7	θ	11,48	12,26	13,51	15,03	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,69	14,68	12,03
	φ	80,03	77,72	80,54	81,60	64,32	62,75	59,82	56,87	64,68	70,28	76,21	80,72
	P <sub>v</sub>	1113	1136	1271	1412	1387	1685	1812	1723	1584	1433	1294	1162
8	P <sub>s</sub>	1422	1490	1605	1736	2142	2675	3018	3018	2440	2026	1720	1469
	θ	12,21	12,93	14,07	15,28	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,71	15,14	12,71
	φ	78,33	76,24	79,17	81,34	64,75	62,98	60,03	57,07	64,93	70,72	75,21	79,08
9	P <sub>v</sub>	1143	1163	1295	1431	1396	1691	1818	1729	1590	1444	1314	1190
	P <sub>s</sub>	1492	1556	1664	1765	2142	2675	3018	3018	2440	2029	1771	1536
	θ	12,95	13,59	14,63	15,54	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,74	15,60	13,40
10	φ	76,64	74,76	77,80	81,07	65,18	63,21	60,23	57,27	65,18	71,15	74,21	77,44
	P <sub>v</sub>	1173	1191	1319	1449	1405	1697	1824	1735	1597	1455	1335	1218
	P <sub>s</sub>	1565	1625	1725	1794	2142	2675	3018	3018	2440	2033	1824	1607
11	θ	13,68	14,26	15,19	15,80	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,77	16,06	14,09
	φ	74,95	73,29	76,45	80,80	65,60	63,43	60,43	57,48	65,43	71,59	73,21	75,81
	P <sub>v</sub>	1203	1218	1343	1468	1414	1703	1830	1741	1603	1467	1356	1246
12	P <sub>s</sub>	1641	1696	1788	1823	2142	2675	3018	3018	2440	2036	1878	1680
	θ	14,41	14,93	15,75	16,05	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,79	16,51	14,77
	φ	73,28	71,82	75,10	80,51	66,03	63,66	60,63	57,68	65,68	72,02	72,21	74,20
13	P <sub>v</sub>	1232	1246	1367	1487	1423	1709	1836	1747	1609	1478	1377	1274
	P <sub>s</sub>	1721	1771	1853	1853	2142	2675	3018	3018	2440	2040	1933	1755
	θ	15,15	15,59	16,30	16,31	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,82	16,97	15,46
14	φ	71,62	70,37	73,77	80,21	66,45	63,89	60,83	57,88	65,93	72,45	71,22	72,60
	P <sub>v</sub>	1262	1273	1391	1505	1433	1715	1842	1753	1615	1489	1398	1303
	P <sub>s</sub>	1804	1848	1920	1884	2142	2675	3018	3018	2440	2043	1990	1834
15	θ	15,88	16,26	16,86	16,56	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,85	17,43	16,15
	φ	69,97	68,92	72,45	79,91	66,88	64,12	61,04	58,08	66,18	72,88	70,23	71,01
	P <sub>v</sub>	1292	1301	1415	1524	1442	1721	1848	1759	1621	1500	1418	1331
16	P <sub>s</sub>	1890	1928	1989	1915	2142	2675	3018	3018	2440	2047	2048	1916
	θ	16,61	16,93	17,42	16,82	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,88	17,89	16,83
	φ	68,34	67,49	71,14	79,59	67,31	64,35	61,24	58,28	66,43	73,31	69,25	69,45
17	P <sub>v</sub>	1321	1328	1439	1543	1451	1727	1854	1765	1627	1512	1439	1359
	P <sub>s</sub>	1980	2011	2060	1946	2142	2675	3018	3018	2440	2050	2108	2001
	θ	17,35	17,59	17,98	17,08	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,90	18,35	17,52
18	φ	66,74	66,08	69,84	79,27	67,73	64,57	61,44	58,49	66,68	73,74	68,27	67,90
	P <sub>v</sub>	1351	1356	1463	1561	1460	1733	1860	1771	1633	1523	1460	1387
	P <sub>s</sub>	2074	2097	2134	1978	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2169	2090
19	θ	18,08	18,26	18,54	17,33	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,80	18,21
	φ	65,15	64,67	68,57	78,94	68,16	64,80	61,64	58,69	66,93	74,16	67,30	66,38
	P <sub>v</sub>	1381	1383	1487	1580	1469	1739	1867	1777	1639	1534	1481	1415
20	P <sub>s</sub>	2171	2186	2210	2010	2142	2675	3018	3018	2440	2057	2232	2181
	θ	18,82	18,93	19,10	17,59	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,96	19,26	18,89
	φ	63,59	63,29	67,30	78,60	68,59	65,03	61,84	58,89	67,18	74,58	66,34	64,87
21	P <sub>v</sub>	1410	1411	1511	1599	1478	1745	1873	1784	1645	1546	1502	1443
	P <sub>s</sub>	2273	2279	2288	2043	2142	2675	3018	3018	2440	2061	2297	2277
	θ	19,55	19,59	19,66	17,84	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,98	19,72	19,58

	$\varphi$	62,06	61,93	66,05	78,26	69,01	65,26	62,05	59,09	67,43	75,01	65,39	63,40
<b>18</b>	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2279	2284	2293	2045	2142	2675	3018	3018	2440	2061	2301	2283
	$\theta$	19,59	19,63	19,69	17,86	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,99	19,75	19,62
	$\varphi$	62,55	62,39	66,45	78,65	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,28	65,74	63,87
<b>19</b>	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2337	2337	2337	2063	2142	2675	3018	3018	2440	2063	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	18,00	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	18,00	20,00	20,00
	$\varphi$	61,00	60,98	65,20	77,96	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,21	64,72	62,38

*Legenda*

*Int.* Numero interfaccia  
*P<sub>v</sub>* Pressione di vapore [Pa]  
 *$\varphi$*  Umidità relativa [%]

*$\theta$*  Temperatura [°C]  
*P<sub>s</sub>* Pressione di saturazione [Pa]

ESITO VERIFICA: **Verificato**

**La struttura non presenta condensa interstiziale**

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

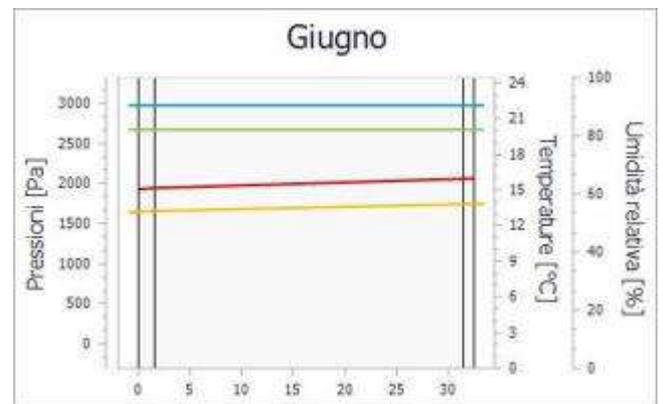
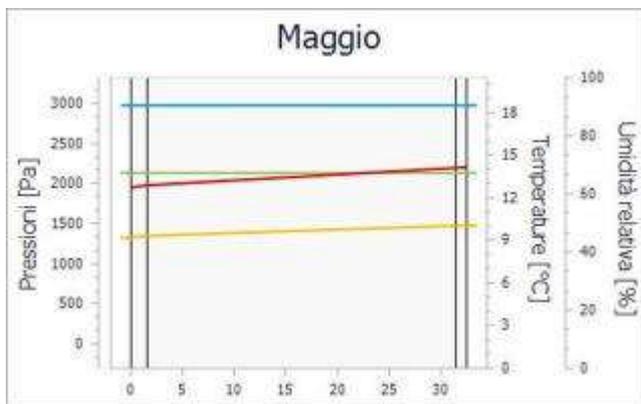
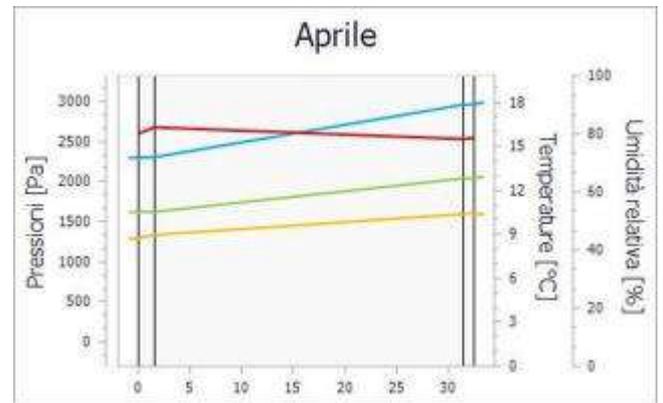
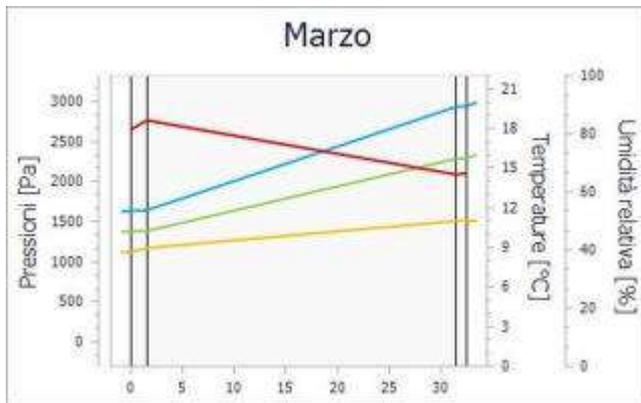
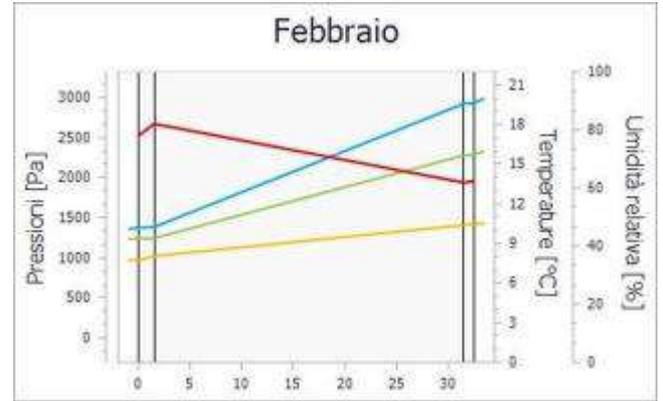
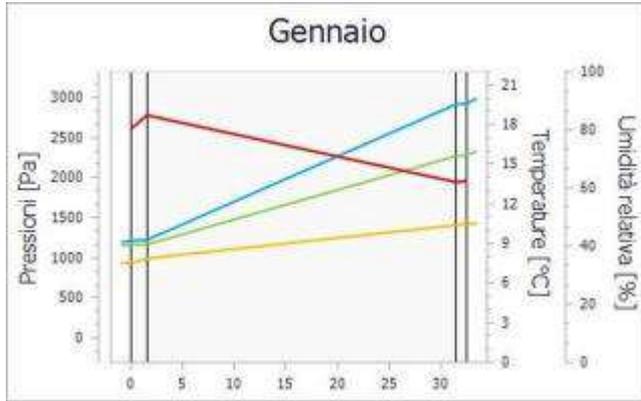
Legenda

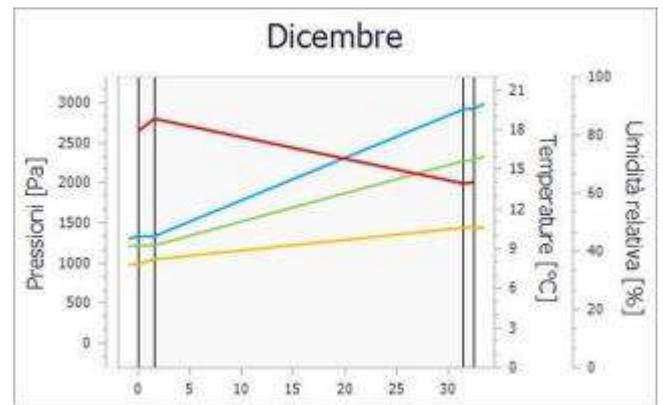
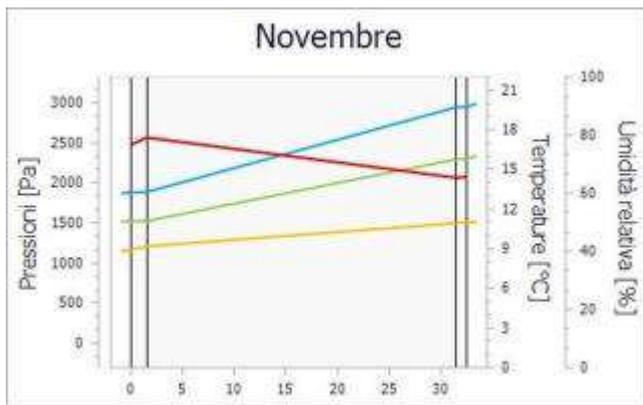
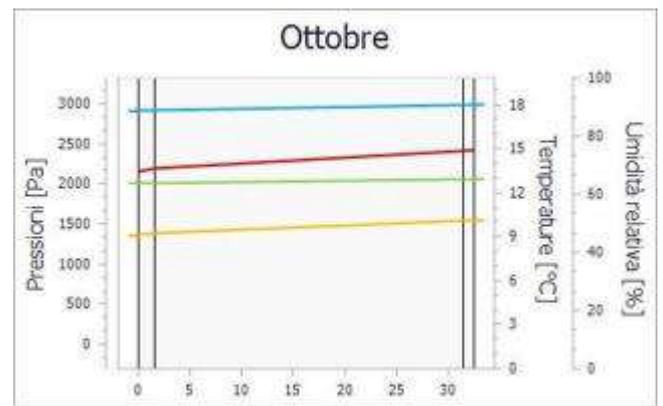
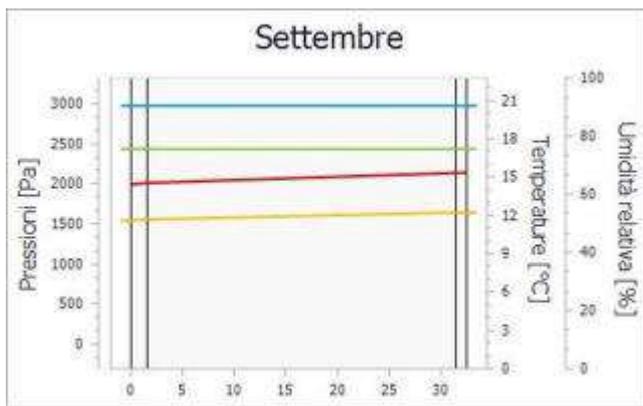
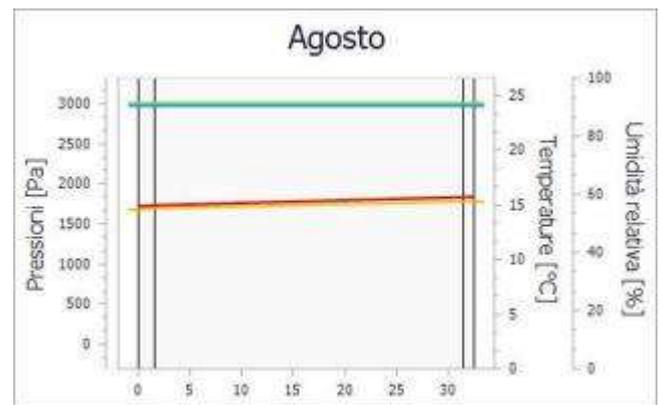
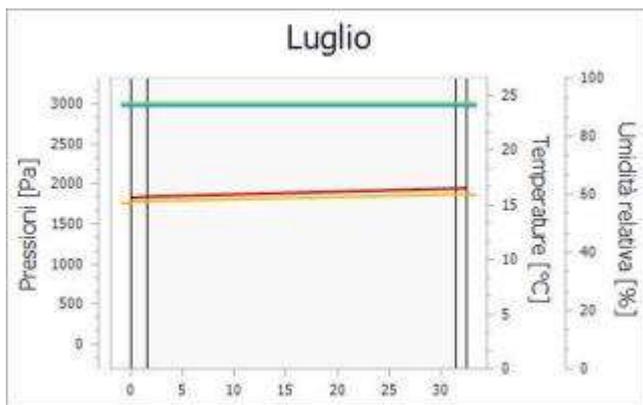
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





Tipologia: **Parete Esterna**

Confine: **Esterno**

Codice: **MUR02-EXISOLA-001**

Descrizione: **Muratura in THERMOTEK cm. 44**

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Intonaco interno generico	0,010	0,700	1400,00	1000,00	11	0,014
2	THERMOTEK® TERRA SARDA 30	0,300	0,091	800,00	840,00	10	3,297
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,010	0,900	1800,00	840,00	27	0,011
4	Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est.	0,120	0,900	1300,00	880,00	60	0,133
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,440</b>					<b>3,625</b>

#### Legenda

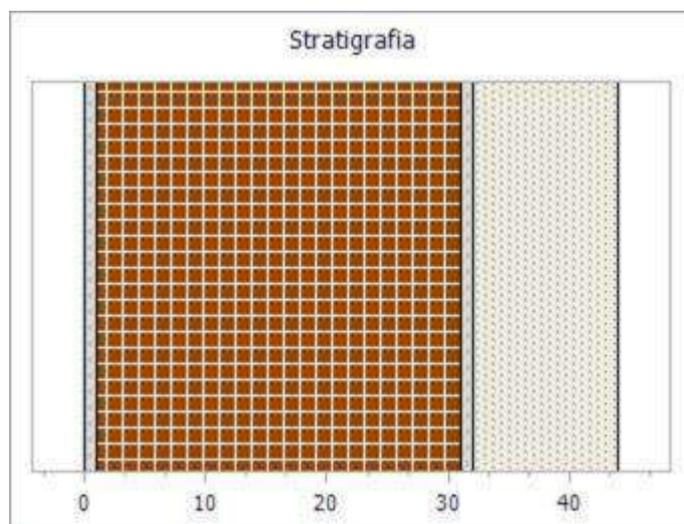
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale  
R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	44	cm
Trasmittanza termica	U	0,276	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,625	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	428,00	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	368,00	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>I,E</sub>	0,013	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	31,59	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	100,46	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,048	-
Sfasamento	$\varphi$	20,87	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	2,310	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	7,319	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>S</sub>	396,00	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:

Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) muffa:

Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

*Legenda simboli*

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

*Legenda pedici*

*i* - Interna  
*e* - Esterna  
*vap* - Vapore  
*sat* - Saturazione

*Legenda unità di misura*

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,964

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,964

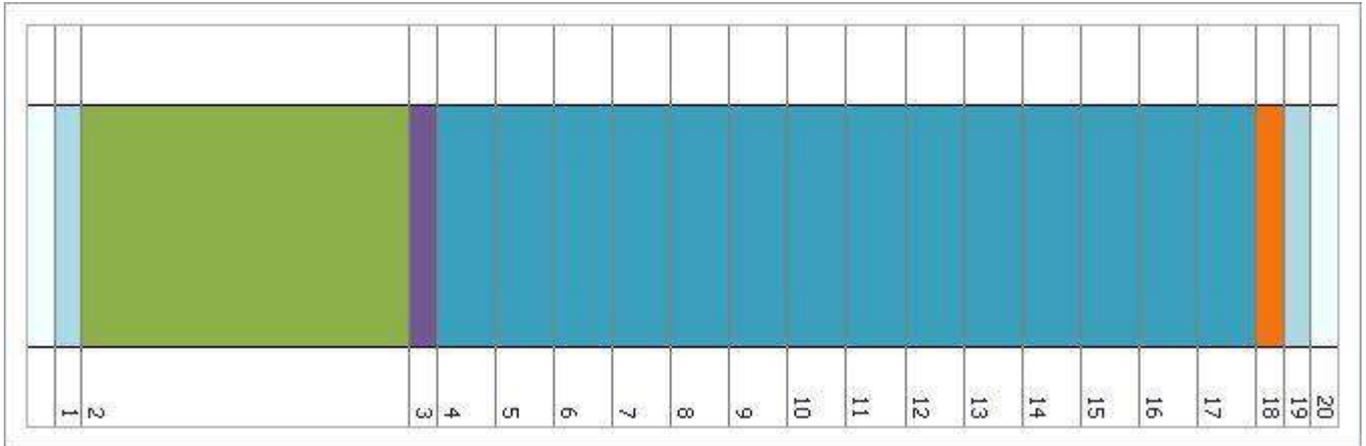
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est.	-	0,040	-
3	Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est. - Malta di calce o di calce e cemento	12,0	0,133	7,20
4	Malta di calce o di calce e cemento - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [0]	1,0	0,011	0,27
5	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [0] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [1]	2,1	0,235	0,21
6	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [1] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [2]	2,1	0,235	0,21
7	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [2] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [3]	2,1	0,235	0,21
8	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [3] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [4]	2,1	0,235	0,21
9	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [4] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [5]	2,1	0,235	0,21
10	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [5] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [6]	2,1	0,235	0,21
11	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [6] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [7]	2,1	0,235	0,21
12	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [7] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [8]	2,1	0,235	0,21
13	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [8] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [9]	2,1	0,235	0,21
14	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [9] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [10]	2,1	0,235	0,21
15	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [10] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [11]	2,1	0,235	0,21
16	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [11] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [12]	2,1	0,235	0,21
17	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [12] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [13]	2,1	0,235	0,21
18	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [13] - Intonaco interno generico	2,1	0,235	0,21
19	Intonaco interno generico - Strato laminare interno	1,0	0,014	0,11
20	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	θ	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	φ	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1165	1245	1383	1623	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1524	1220
	θ	9,22	10,21	11,79	14,24	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,28	9,91
	φ	80,60	78,23	81,65	80,23	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,83	81,61
3	Pv	1196	1275	1411	1638	2142	1717	1844	1755	1617	1492	1403	1251
	Ps	1196	1275	1411	1638	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1549	1251
	θ	9,62	10,57	12,10	14,38	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,53	10,29

	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	64,18	61,09	58,14	66,25	74,10	90,59	100,00
4	Pv	1199	1278	1413	1639	2142	1719	1846	1757	1619	1497	1412	1254
	Ps	1199	1278	1413	1639	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1551	1254
	θ	9,65	10,60	12,12	14,39	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,55	10,32
	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	64,27	61,18	58,22	66,35	74,33	91,03	100,00
5	Pv	1215	1288	1421	1637	2097	1721	1848	1759	1621	1501	1419	1268
	Ps	1257	1334	1464	1665	2142	2675	3018	3018	2440	2017	1596	1310
	θ	10,36	11,25	12,66	14,64	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,65	13,99	10,98
	φ	96,61	96,57	97,04	98,29	97,88	64,35	61,24	58,29	66,43	74,39	88,88	96,75
6	Pv	1230	1298	1428	1635	2051	1723	1850	1761	1623	1505	1426	1282
	Ps	1318	1392	1517	1692	2142	2675	3018	3018	2440	2021	1643	1369
	θ	11,07	11,89	13,20	14,89	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,67	14,43	11,64
	φ	93,34	93,28	94,18	96,61	95,76	64,43	61,31	58,36	66,52	74,45	86,80	93,62
7	Pv	1246	1308	1436	1633	2006	1725	1852	1763	1625	1508	1433	1296
	Ps	1381	1452	1571	1719	2142	2675	3018	3018	2440	2024	1690	1430
	θ	11,78	12,53	13,74	15,13	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,70	14,87	12,31
	φ	90,19	90,11	91,41	94,97	93,64	64,50	61,38	58,42	66,60	74,52	84,76	90,60
8	Pv	1262	1318	1444	1630	1960	1727	1854	1765	1627	1512	1440	1310
	Ps	1447	1514	1627	1747	2142	2675	3018	3018	2440	2027	1739	1494
	θ	12,49	13,18	14,28	15,38	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,72	15,31	12,97
	φ	87,16	87,07	88,73	93,35	91,52	64,58	61,44	58,49	66,68	74,58	82,79	87,69
9	Pv	1277	1329	1451	1628	1915	1729	1857	1767	1629	1516	1447	1324
	Ps	1516	1579	1685	1774	2142	2675	3018	3018	2440	2031	1789	1560
	θ	13,19	13,82	14,82	15,63	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,75	15,75	13,63
	φ	84,24	84,14	86,15	91,76	89,40	64,65	61,51	58,56	66,77	74,64	80,86	84,88
10	Pv	1293	1339	1459	1626	1869	1731	1859	1769	1631	1520	1454	1338
	Ps	1588	1646	1744	1803	2142	2675	3018	3018	2440	2034	1840	1628
	θ	13,90	14,46	15,36	15,87	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,78	16,20	14,29
	φ	81,43	81,32	83,65	90,21	87,28	64,73	61,58	58,62	66,85	74,71	78,99	82,17
11	Pv	1308	1349	1466	1624	1824	1733	1861	1771	1633	1523	1460	1352
	Ps	1662	1716	1805	1831	2142	2675	3018	3018	2440	2037	1893	1700
	θ	14,61	15,10	15,90	16,12	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,80	16,64	14,96
	φ	78,72	78,61	81,23	88,68	85,16	64,80	61,65	58,69	66,93	74,77	77,16	79,56
12	Pv	1324	1359	1474	1622	1779	1735	1863	1773	1635	1527	1467	1366
	Ps	1740	1788	1868	1860	2142	2675	3018	3018	2440	2041	1946	1774
	θ	15,32	15,75	16,44	16,37	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,83	17,08	15,62
	φ	76,11	76,00	78,89	87,18	83,04	64,88	61,71	58,76	67,02	74,83	75,39	77,04
13	Pv	1340	1369	1482	1620	1733	1737	1865	1775	1637	1531	1474	1380
	Ps	1820	1863	1933	1890	2142	2675	3018	3018	2440	2044	2002	1850
	θ	16,03	16,39	16,97	16,61	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,85	17,52	16,28
	φ	73,59	73,49	76,63	85,71	80,92	64,96	61,78	58,83	67,10	74,89	73,66	74,60
14	Pv	1355	1379	1489	1618	1688	1739	1867	1777	1639	1535	1481	1394
	Ps	1904	1941	2001	1920	2142	2675	3018	3018	2440	2047	2058	1930
	θ	16,73	17,03	17,51	16,86	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,88	17,96	16,94
	φ	71,17	71,07	74,44	84,27	78,80	65,03	61,85	58,89	67,18	74,95	71,97	72,26
15	Pv	1371	1389	1497	1616	1642	1741	1869	1780	1641	1538	1488	1408
	Ps	1992	2021	2070	1950	2142	2675	3018	3018	2440	2051	2116	2012
	θ	17,44	17,68	18,05	17,11	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,91	18,40	17,61
	φ	68,83	68,74	72,32	82,85	76,68	65,11	61,91	58,96	67,26	75,01	70,33	69,99
16	Pv	1386	1400	1504	1613	1597	1744	1871	1782	1643	1542	1495	1423
	Ps	2082	2105	2141	1981	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2175	2098
	θ	18,15	18,32	18,59	17,36	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,85	18,27
	φ	66,58	66,50	70,28	81,46	74,56	65,18	61,98	59,03	67,35	75,07	68,73	67,80
	Pv	1402	1410	1512	1611	1552	1746	1873	1784	1645	1546	1502	1437



17	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

#### Legenda

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]

$M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia	$M_a$	40,17	$g/m^2$
Interfaccia		4	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	$g/m^2$
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a  $40,17 g/m^2$  (inferiore al limite di  $500,00 g/m^2$ ), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

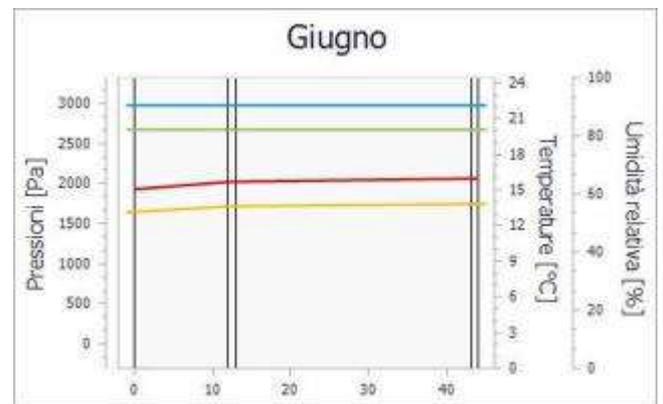
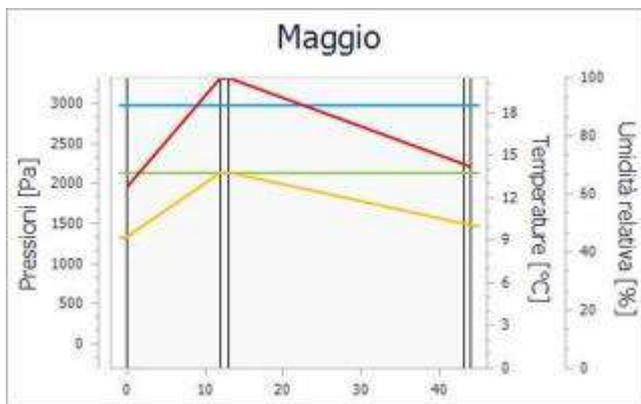
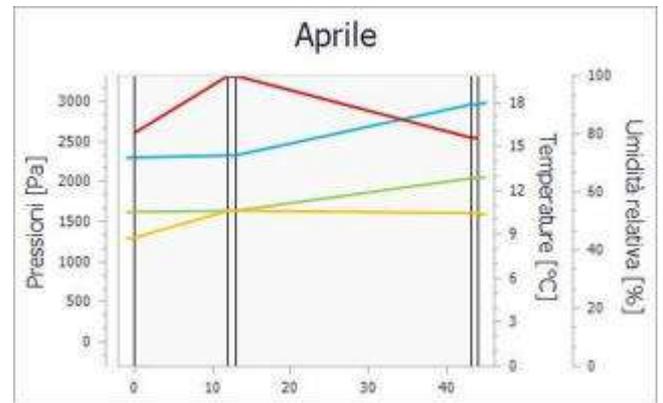
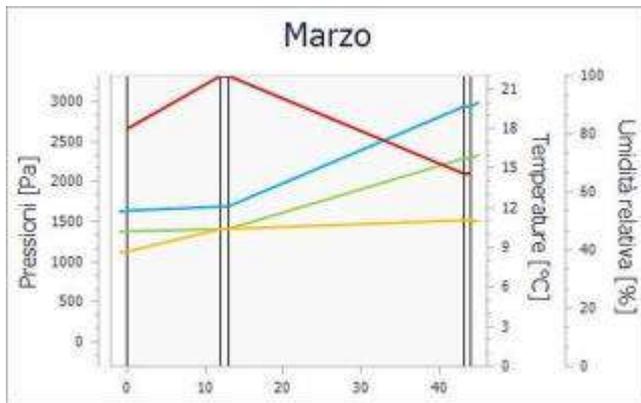
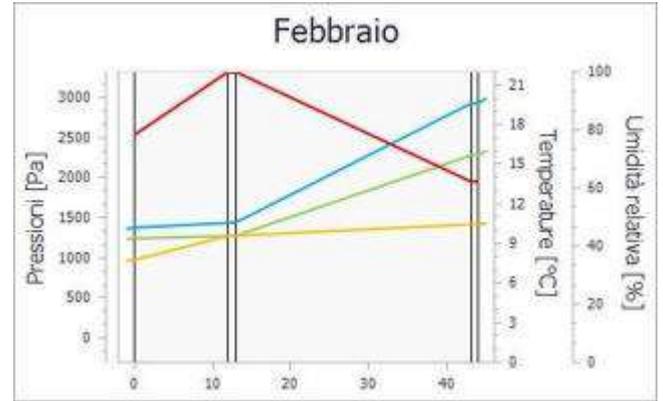
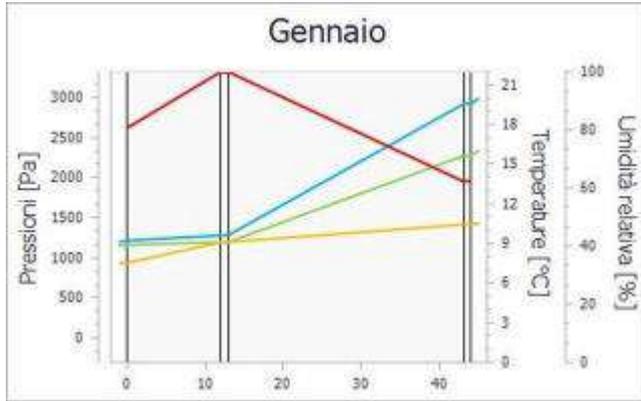
Legenda

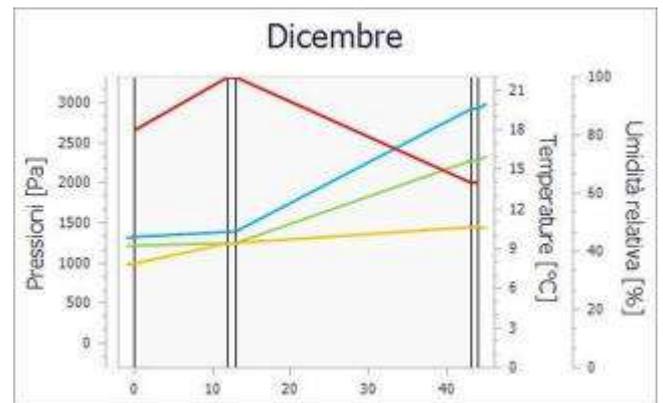
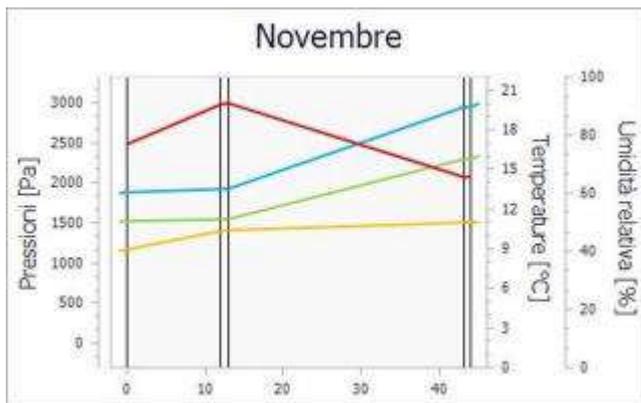
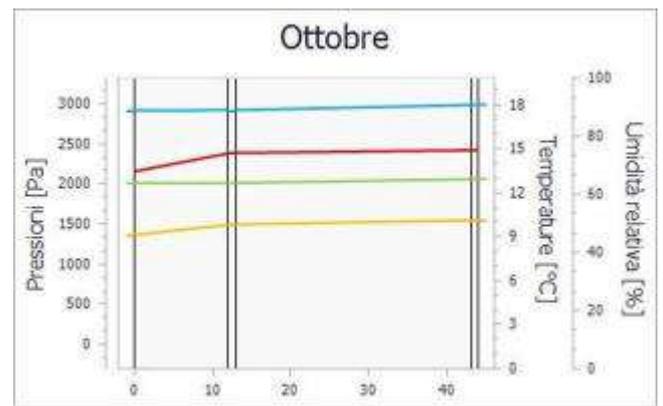
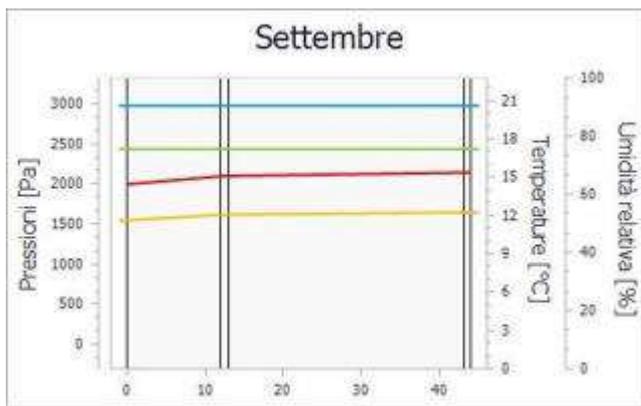
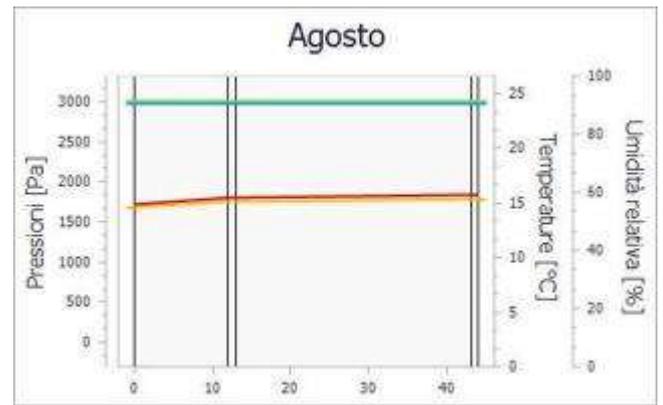
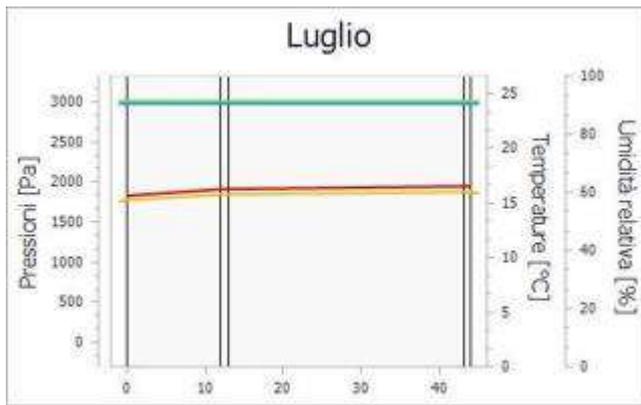
— Temperatura

— Pressione di vapore

— Pressione di saturazione

— Umidità





## Componenti opachi orizzontali o inclinati

Tipologia:	<u>Pavimento Esterno</u>	Confine:	<u>Esterno</u>
Codice:	<u>PAV-VS-TERRA-EXISOLA</u>	Descrizione:	<u>Pavimento su terreno cm. 70</u>

### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,170
1	Pavimentazione interna - gres	0,010	1,470	1700,00	1000,00	200	0,007
2	Sottofondo in cls - malta di cemento	0,050	1,400	2000,00	1000,00	60	0,036
3	Massetto isolante termico di politerm	0,150	0,067	265,00	1400,00	12	2,239
4	Calcestruzzo armato (getto)	0,040	1,910	2400,00	1000,00	130	0,021
5	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.)	0,350	-	1,30	1000,00	1	0,090
6	C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	0,100	1,310	2000,00	880,00	60	0,076
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,700</b>					<b>2,679</b>

#### Legenda

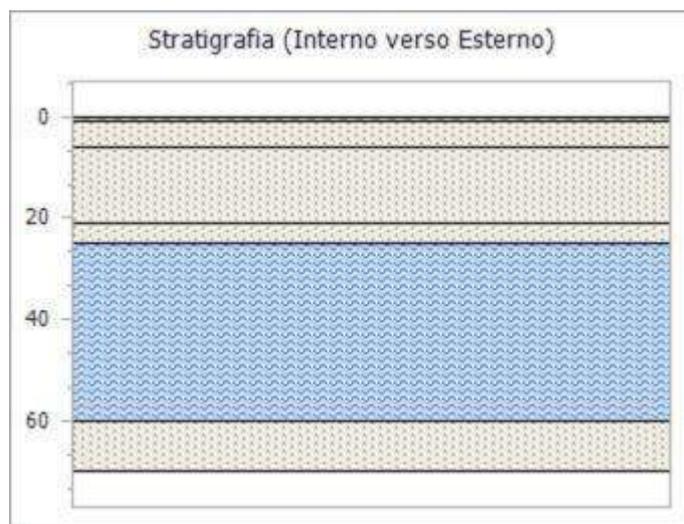
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale  
 R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	70	cm
Trasmittanza termica	U	0,373	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	2,679	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	453,21	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	445,11	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>I,E</sub>	0,054	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	61,77	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	128,95	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,146	-
Sfasamento	$\varphi$	15,15	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	4,478	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	9,373	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>S</sub>	453,21	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo	Classe di concentrazione del vapore all'interno
Classe di concentrazione:	Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata
$\varphi$ muffa:	0,80 [-]
$\varphi$ condensa:	1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

### Legenda simboli

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

### Legenda pedici

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

### Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,937

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,937

Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	-	0,040	-
3	C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne - Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.)	10,0	0,076	6,00
4	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.) - Calcestruzzo armato (getto)	35,0	0,090	0,35
5	Calcestruzzo armato (getto) - Massetto isolante termico di politerm [0]	4,0	0,021	5,20
6	Massetto isolante termico di politerm [0] - Massetto isolante termico di politerm [1]	1,7	0,249	0,19
7	Massetto isolante termico di politerm [1] - Massetto isolante termico di politerm [2]	1,7	0,249	0,19
8	Massetto isolante termico di politerm [2] - Massetto isolante termico di politerm [3]	1,7	0,249	0,19
9	Massetto isolante termico di politerm [3] - Massetto isolante termico di politerm [4]	1,7	0,249	0,19
10	Massetto isolante termico di politerm [4] - Massetto isolante termico di politerm [5]	1,7	0,249	0,19
11	Massetto isolante termico di politerm [5] - Massetto isolante termico di politerm [6]	1,7	0,249	0,19
12	Massetto isolante termico di politerm [6] - Massetto isolante termico di politerm [7]	1,7	0,249	0,19
13	Massetto isolante termico di politerm [7] - Massetto isolante termico di politerm [8]	1,7	0,249	0,19
14	Massetto isolante termico di politerm [8] - Sottofondo in cls - malta di cemento	1,7	0,249	0,19
15	Sottofondo in cls - malta di cemento - Pavimentazione interna - gres	5,0	0,036	3,00
16	Pavimentazione interna - gres - Strato laminare interno	1,0	0,007	2,00
17	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,170	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	$\theta$	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	$\varphi$	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1168	1248	1386	1625	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1527	1223
	$\theta$	9,26	10,25	11,82	14,26	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,61	13,30	9,95

	φ	80,36	78,03	81,48	80,16	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,70	81,39
3	Pv	1099	1122	1259	1403	1382	1681	1809	1719	1581	1427	1283	1147
	Ps	1193	1272	1407	1636	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1546	1247
	θ	9,57	10,53	12,06	14,37	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,50	10,24
	φ	92,11	88,23	89,42	85,74	64,54	62,86	59,92	56,97	64,80	70,87	82,99	91,98
4	Pv	1108	1131	1266	1408	1385	1683	1811	1721	1583	1431	1290	1156
	Ps	1222	1300	1433	1650	2142	2675	3018	3018	2440	2015	1569	1276
	θ	9,94	10,86	12,34	14,49	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,72	10,59
	φ	90,63	86,96	88,32	85,39	64,67	62,93	59,99	57,03	64,88	70,98	82,18	90,60
5	Pv	1229	1307	1378	1496	1428	1712	1839	1750	1612	1483	1387	1283
	Ps	1229	1307	1440	1653	2142	2675	3018	3018	2440	2016	1575	1283
	θ	10,02	10,94	12,40	14,52	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,78	10,67
	φ	100,00	100,00	95,75	90,49	66,66	64,00	60,93	57,98	66,05	73,58	88,06	100,00
6	Pv	1235	1310	1383	1499	1429	1713	1840	1751	1613	1485	1390	1288
	Ps	1315	1389	1514	1691	2142	2675	3018	3018	2440	2021	1641	1366
	θ	11,04	11,86	13,18	14,88	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,67	14,41	11,61
	φ	93,89	94,33	91,30	88,64	66,73	64,04	60,96	58,01	66,09	73,51	84,75	94,27
7	Pv	1241	1314	1387	1502	1431	1714	1841	1752	1614	1487	1394	1293
	Ps	1406	1475	1592	1730	2142	2675	3018	3018	2440	2025	1709	1454
	θ	12,05	12,78	13,95	15,23	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,71	15,04	12,56
	φ	88,21	89,03	87,09	86,84	66,80	64,08	61,00	58,05	66,13	73,43	81,57	88,91
8	Pv	1246	1317	1391	1505	1432	1715	1842	1753	1615	1489	1397	1298
	Ps	1503	1567	1674	1769	2142	2675	3018	3018	2440	2030	1779	1547
	θ	13,06	13,70	14,72	15,58	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,75	15,67	13,51
	φ	82,91	84,06	83,10	85,07	66,88	64,12	61,03	58,08	66,18	73,35	78,53	83,89
9	Pv	1252	1320	1395	1508	1434	1716	1843	1754	1616	1491	1401	1303
	Ps	1605	1663	1759	1810	2142	2675	3018	3018	2440	2035	1853	1645
	θ	14,07	14,62	15,49	15,93	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,78	16,30	14,45
	φ	77,97	79,40	79,32	83,35	66,95	64,15	61,07	58,12	66,22	73,28	75,62	79,19
10	Pv	1257	1324	1399	1512	1436	1717	1844	1755	1617	1493	1405	1308
	Ps	1714	1764	1847	1851	2142	2675	3018	3018	2440	2040	1929	1749
	θ	15,09	15,54	16,26	16,29	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,82	16,93	15,40
	φ	73,36	75,03	75,73	81,67	67,02	64,19	61,10	58,15	66,26	73,20	72,83	74,79
11	Pv	1263	1327	1403	1515	1437	1718	1845	1756	1618	1495	1408	1313
	Ps	1829	1871	1940	1893	2142	2675	3018	3018	2440	2044	2007	1858
	θ	16,10	16,46	17,03	16,64	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,86	17,57	16,35
	φ	69,06	70,93	72,32	80,02	67,10	64,23	61,14	58,19	66,31	73,13	70,16	70,66
12	Pv	1269	1330	1407	1518	1439	1719	1846	1757	1619	1497	1412	1318
	Ps	1950	1983	2037	1936	2142	2675	3018	3018	2440	2049	2089	1973
	θ	17,11	17,38	17,80	16,99	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,89	18,20	17,30
	φ	65,04	67,08	69,09	78,42	67,17	64,27	61,17	58,22	66,35	73,05	67,60	66,79
13	Pv	1274	1334	1411	1521	1440	1720	1847	1758	1620	1499	1415	1323
	Ps	2079	2101	2138	1979	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2173	2095
	θ	18,12	18,30	18,57	17,35	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,83	18,24
	φ	61,29	63,47	66,02	76,85	67,24	64,31	61,21	58,25	66,39	72,97	65,14	63,16
14	Pv	1280	1337	1416	1524	1442	1721	1848	1759	1621	1501	1419	1328
	Ps	2215	2226	2243	2024	2142	2675	3018	3018	2440	2059	2260	2222
	θ	19,14	19,21	19,34	17,70	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,46	19,19
	φ	57,78	60,08	63,10	75,31	67,32	64,35	61,24	58,29	66,44	72,90	62,79	59,75
15	Pv	1367	1390	1480	1575	1466	1738	1865	1776	1638	1531	1475	1406
	Ps	2235	2244	2259	2031	2142	2675	3018	3018	2440	2059	2273	2241
	θ	19,28	19,35	19,45	17,75	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,55	19,33
	φ	61,18	61,94	65,54	77,55	68,47	64,96	61,79	58,83	67,11	74,35	64,90	62,73
	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458

16	Ps	2239	2248	2262	2032	2142	2675	3018	3018	2440	2060	2275	2245
	$\theta$	19,31	19,37	19,47	17,76	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,57	19,35
	$\varphi$	63,68	63,41	67,36	79,15	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,33	66,47	64,94
17	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2337	2337	2337	2063	2142	2675	3018	3018	2440	2063	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	18,00	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	18,00	20,00	20,00
	$\varphi$	61,00	60,98	65,20	77,96	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,21	64,72	62,38

**Legenda**

Int.	Numero interfaccia	$\theta$	Temperatura [ $^{\circ}$ C]
$P_v$	Pressione di vapore [Pa]	$P_s$	Pressione di saturazione [Pa]
$\varphi$	Umidità relativa [%]		

Dall'analisi risulta formazione di condensa interstiziale. Di seguito i dettagli delle masse condensate ed evaporate:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	$g_c$	2,15	-5,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
	$M_a$	2,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
6	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Legenda**

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]  
 $M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia	$M_a$	2,74	$\text{g/m}^2$
Interfaccia		5	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	$\text{g/m}^2$
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a  $2,74 \text{ g/m}^2$  (inferiore al limite di  $500,00 \text{ g/m}^2$ ), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

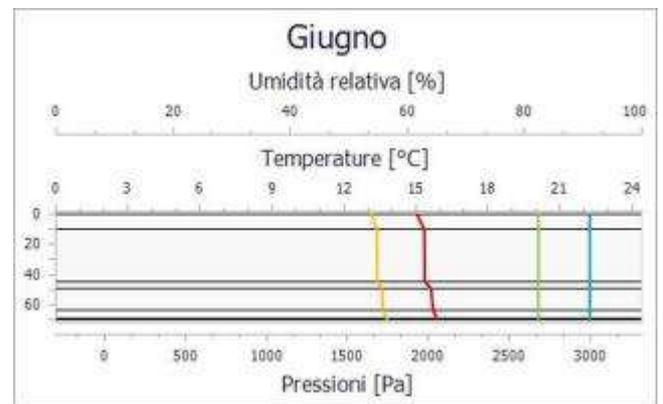
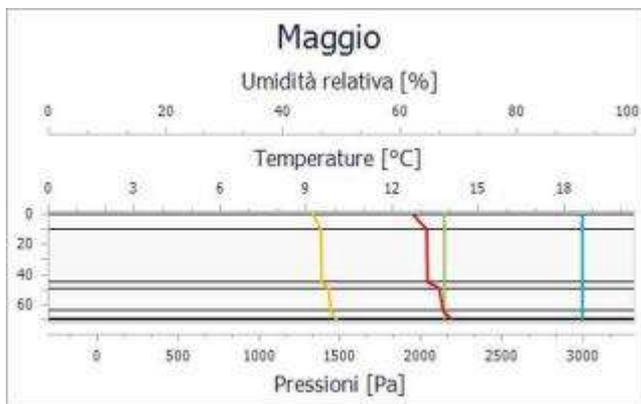
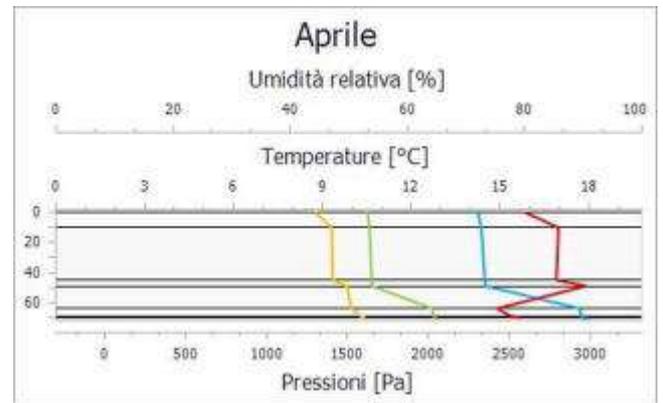
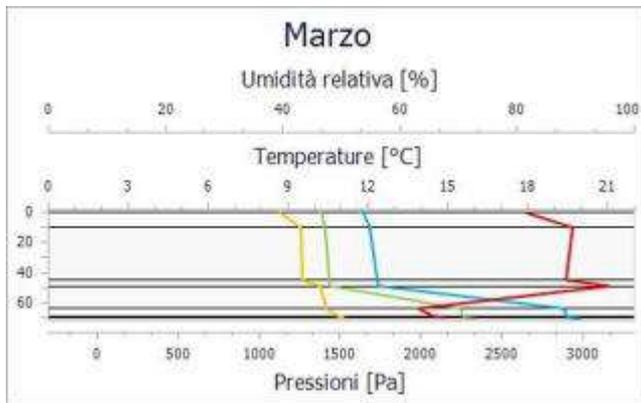
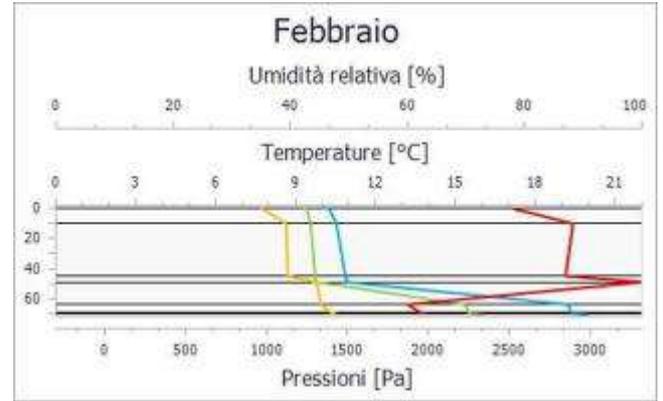
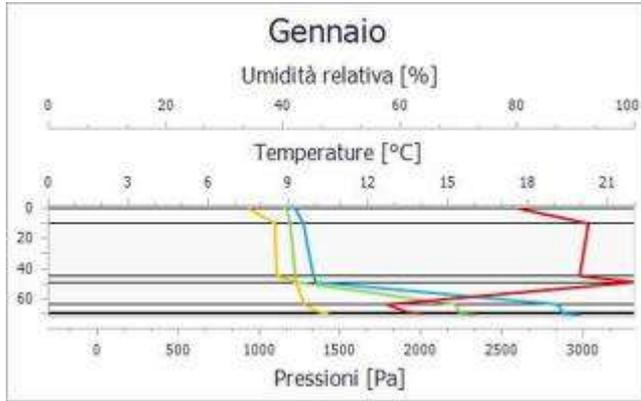
Legenda

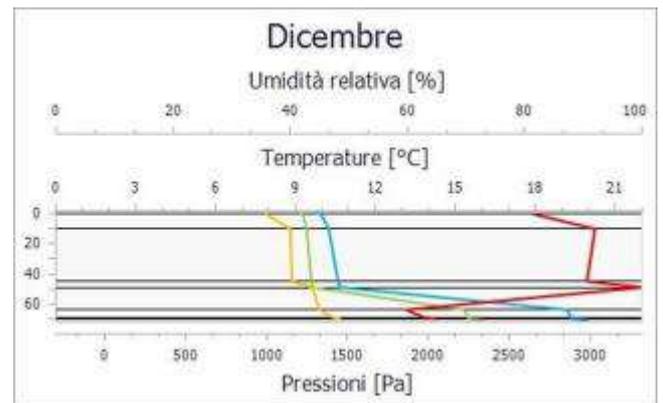
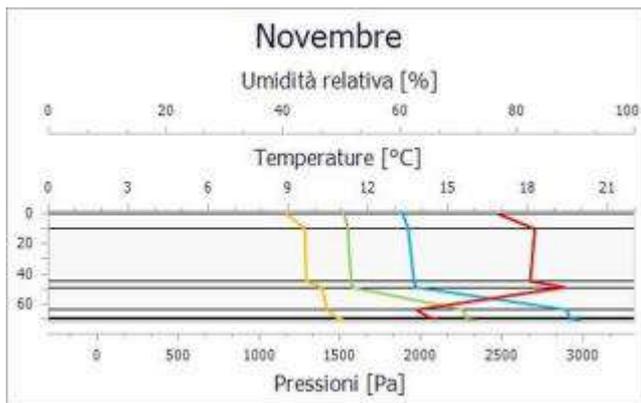
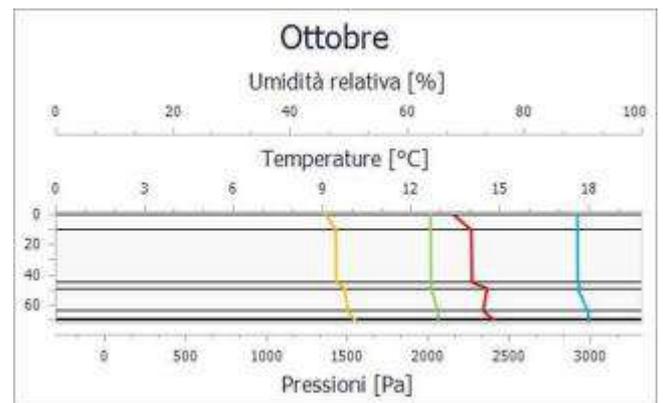
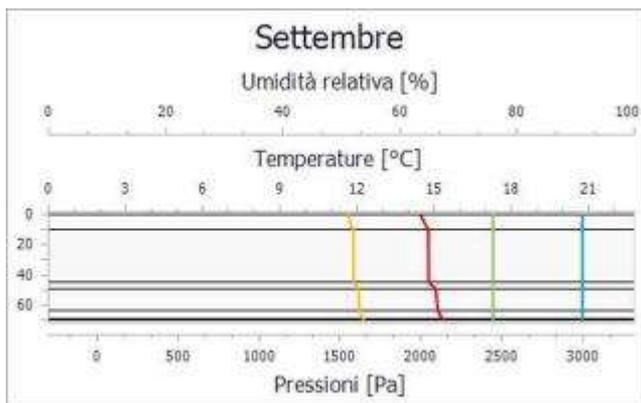
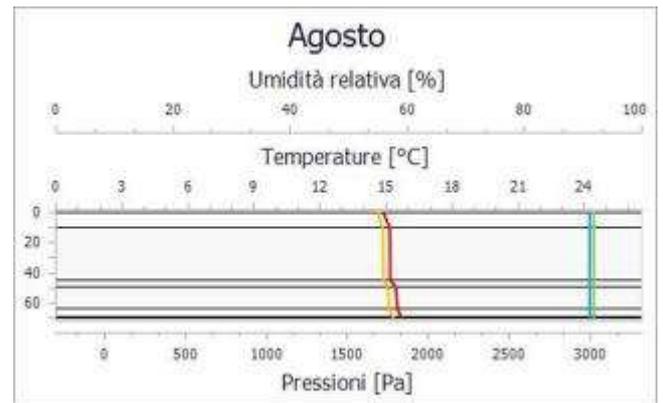
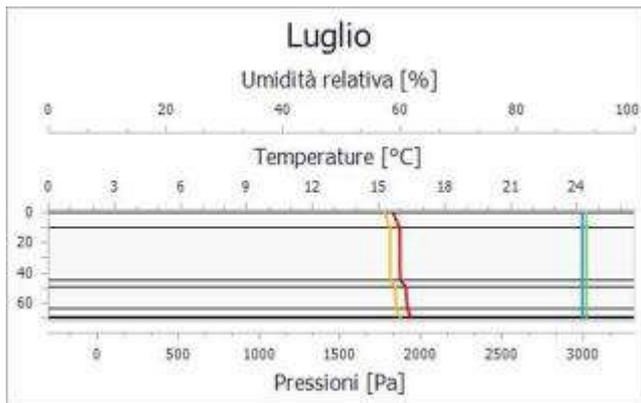
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





Tipologia: Solaio Esterno

Confine: Esterno

Codice: COP-LATCEM-COVERPIU'

Descrizione: Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù

### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,100
1	Intonaco di calce e sabbia	0,010	0,800	1600,00	1000,00	6	0,013
2	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm)	0,160	-	900,00	1000,00	100	0,300
3	Calcestruzzo armato generico	0,040	-	2400,00	1000,00	130	0,330
4	polistirene espanso sinterizzato con Grafite	0,100	0,032	88,70	1450,00	40	3,125
5	Acciaio	0,005	52,000	7800,00	500,00	1000000	0,000
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,315</b>					<b>3,908</b>

#### Legenda

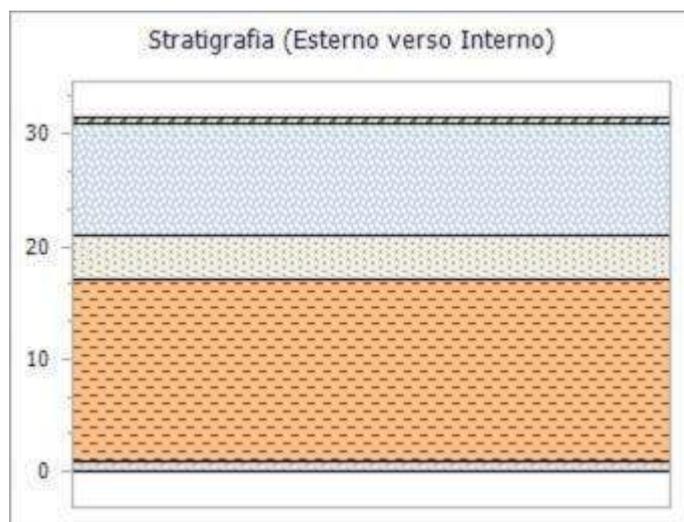
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale  
R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	31,5	cm
Trasmittanza termica	U	0,256	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,908	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	303,87	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	288,36	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	$\gamma_{IE}$	0,038	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	59,80	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	24,07	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,149	-
Sfasamento	$\varphi$	12,38	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	4,318	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	1,743	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	287,87	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:

$\varphi$  muffa:

$\varphi$  condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	7,10	81,11	818	1008	20,00	58,87	1376	2337
Febbraio	8,10	78,67	849	1080	20,00	58,70	1372	2337
Marzo	9,70	82,00	986	1203	20,00	62,13	1452	2337
Aprile	12,20	80,32	1141	1420	18,00	73,58	1518	2063
Maggio	16,60	62,14	1173	1888	18,00	67,58	1394	2063
Giugno	20,20	61,54	1456	2366	20,20	65,77	1556	2366
Luglio	22,20	58,74	1571	2675	22,20	62,48	1671	2675
Agosto	22,20	55,80	1493	2675	22,20	59,54	1593	2675
Settembre	18,70	63,36	1366	2155	18,70	70,14	1512	2155
Ottobre	15,60	67,81	1201	1771	18,00	70,65	1457	2063
Novembre	11,20	77,08	1025	1330	20,00	61,50	1437	2337
Dicembre	7,80	82,08	868	1058	20,00	59,96	1401	2337

### Legenda simboli

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

### Legenda pedici

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

### Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1720	1715	1815	1897	1742	1945	2089	1991	1890	1822	1797	1752
$\theta_{si,min}$	°C	15,14	15,09	15,98	16,68	15,34	17,07	18,20	17,43	16,61	16,04	15,82	15,42
$f_{R,si,min}$	[-]	0,623	0,588	0,610	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,525	0,625

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,625

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,974

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1376	1372	1452	1518	1394	1556	1671	1593	1512	1457	1437	1401
$\theta_{si,min}$	°C	11,72	11,67	12,53	13,21	11,91	13,59	14,69	13,95	13,15	12,59	12,38	11,99
$f_{R,si,min}$	[-]	0,358	0,300	0,275	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,134	0,344

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,358

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,974

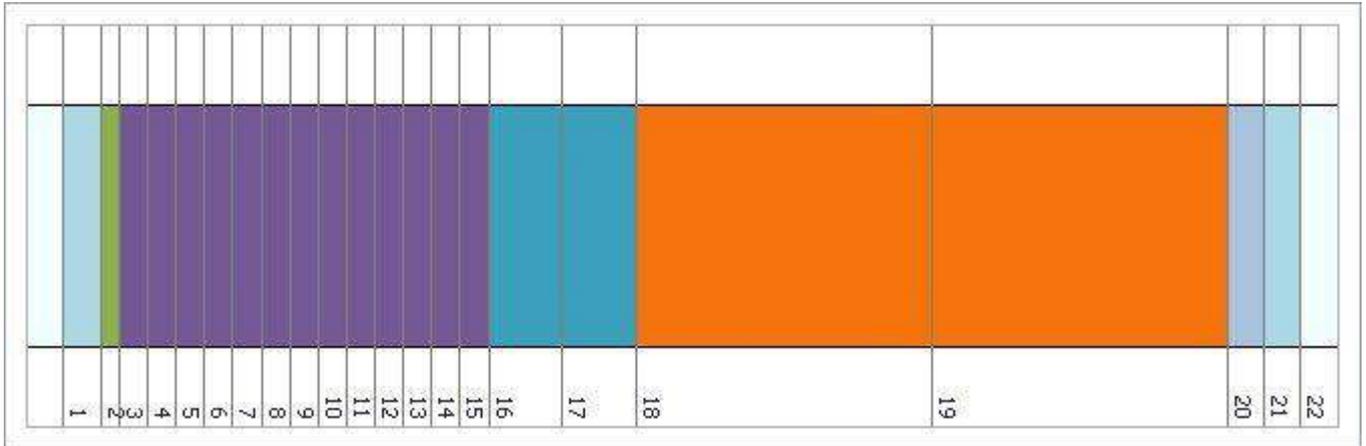
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Acciaio	-	0,040	-
3	Acciaio - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [0]	0,5	0,000	5000,00
4	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [0] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [1]	0,8	0,240	0,31
5	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [1] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [2]	0,8	0,240	0,31
6	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [2] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [3]	0,8	0,240	0,31
7	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [3] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [4]	0,8	0,240	0,31
8	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [4] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [5]	0,8	0,240	0,31
9	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [5] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [6]	0,8	0,240	0,31
10	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [6] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [7]	0,8	0,240	0,31
11	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [7] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [8]	0,8	0,240	0,31
12	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [8] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [9]	0,8	0,240	0,31
13	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [9] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [10]	0,8	0,240	0,31
14	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [10] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [11]	0,8	0,240	0,31
15	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [11] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [12]	0,8	0,240	0,31
16	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [12] - Calcestruzzo armato generico [0]	0,8	0,240	0,31
17	Calcestruzzo armato generico [0] - Calcestruzzo armato generico [1]	2,0	0,165	2,60
18	Calcestruzzo armato generico [1] - Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [0]	2,0	0,165	2,60
19	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [0] - Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [1]	8,0	0,150	8,00
20	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [1] - Intonaco di calce e sabbia	8,0	0,150	8,00
21	Intonaco di calce e sabbia - Strato laminare interno	1,0	0,013	0,06
22	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,100	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	818	849	986	1141	1173	1456	1571	1493	1366	1201	1025	868
	Ps	1008	1080	1203	1420	1888	2366	2675	2675	2155	1771	1330	1058
	θ	7,10	8,10	9,70	12,20	16,60	20,20	22,20	22,20	18,70	15,60	11,20	7,80
	φ	81,11	78,67	82,00	80,32	62,14	61,54	58,74	55,80	63,36	67,81	77,08	82,08
2	Pv	818	849	986	1141	1173	1456	1571	1493	1366	1201	1025	868
	Ps	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	2675	2155	1774	1338	1067
	θ	7,23	8,22	9,81	12,26	16,61	20,20	22,20	22,20	18,70	15,62	11,29	7,92
	φ	80,38	78,02	81,42	80,01	62,08	61,54	58,74	55,80	63,36	67,70	76,62	81,38
3	Pv	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	1592	1511	1456	1338	1067
	Ps	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	2675	2155	1774	1338	1067
	θ	7,23	8,22	9,81	12,26	16,61	20,20	22,20	22,20	18,70	15,62	11,29	7,93
	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	59,52	70,11	82,07	100,00
4	Pv	1022	1092	1214	1427	1884	2356	2663	1592	1511	1456	1339	1071
	Ps	1074	1144	1264	1460	1900	2366	2675	2675	2155	1791	1386	1123
	θ	8,03	8,95	10,44	12,62	16,70	20,20	22,20	22,20	18,70	15,77	11,83	8,68
	φ	95,13	95,46	96,08	97,76	99,14	99,58	99,54	59,52	70,11	81,30	96,57	95,39
5	Pv	1026	1095	1217	1428	1878	2346	2650	1592	1511	1456	1340	1075
	Ps	1134	1202	1318	1494	1911	2366	2675	2675	2155	1808	1437	1181
	θ	8,82	9,69	11,07	12,97	16,79	20,20	22,20	22,20	18,70	15,92	12,37	9,43
	φ	90,53	91,15	92,33	95,58	98,28	99,17	99,09	59,52	70,11	80,54	93,27	91,02
6	Pv	1031	1099	1220	1429	1872	2336	2638	1592	1511	1456	1341	1079
	Ps	1196	1262	1375	1530	1921	2366	2675	2675	2155	1825	1489	1242
	θ	9,61	10,42	11,71	13,33	16,87	20,20	22,20	22,20	18,70	16,07	12,91	10,18
	φ	86,17	87,07	88,75	93,45	97,43	98,75	98,63	59,52	70,11	79,78	90,10	86,88
7	Pv	1035	1102	1223	1430	1866	2327	2626	1592	1511	1456	1342	1083
	Ps	1261	1325	1434	1566	1932	2366	2675	2675	2155	1842	1542	1306
	θ	10,41	11,15	12,34	13,69	16,96	20,20	22,20	22,20	18,70	16,22	13,46	10,93
	φ	82,06	83,18	85,32	91,37	96,59	98,33	98,17	59,52	70,11	79,03	87,05	82,95
8	Pv	1039	1106	1226	1432	1860	2317	2614	1592	1511	1456	1344	1087
	Ps	1330	1391	1494	1602	1942	2366	2675	2675	2155	1860	1597	1372
	θ	11,20	11,88	12,97	14,04	17,04	20,20	22,20	22,20	18,70	16,36	14,00	11,68
	φ	78,16	79,50	82,04	89,35	95,75	97,92	97,71	59,52	70,11	78,30	84,11	79,22
9	Pv	1044	1109	1229	1433	1854	2307	2601	1592	1511	1456	1345	1091
	Ps	1401	1460	1557	1640	1953	2366	2675	2675	2155	1877	1654	1442
	θ	11,99	12,61	13,61	14,40	17,13	20,20	22,20	22,20	18,70	16,51	14,54	12,43
	φ	74,48	75,99	78,91	87,37	94,92	97,50	97,26	59,52	70,11	77,56	81,29	75,68
10	Pv	1048	1113	1232	1434	1848	2297	2589	1592	1511	1456	1346	1095
	Ps	1476	1531	1623	1678	1963	2366	2675	2675	2155	1895	1713	1515
	θ	12,79	13,35	14,24	14,76	17,22	20,20	22,20	22,20	18,70	16,66	15,08	13,18
	φ	70,99	72,67	75,91	85,45	94,10	97,08	96,80	59,52	70,11	76,84	78,57	72,32
11	Pv	1052	1116	1235	1435	1842	2287	2577	1592	1511	1456	1347	1099
	Ps	1555	1606	1691	1717	1974	2366	2675	2675	2155	1913	1774	1590
	θ	13,58	14,08	14,87	15,11	17,30	20,20	22,20	22,20	18,70	16,81	15,62	13,93
	φ	67,68	69,50	73,04	83,57	93,28	96,66	96,34	59,52	70,11	76,12	75,95	69,12
12	Pv	1057	1120	1238	1436	1835	2277	2565	1592	1511	1456	1348	1103
	Ps	1637	1684	1761	1757	1985	2366	2675	2675	2155	1931	1836	1670
	θ	14,37	14,81	15,51	15,47	17,39	20,20	22,20	22,20	18,70	16,95	16,16	14,68
	φ	64,55	66,49	70,29	81,74	92,47	96,25	95,89	59,52	70,11	75,42	73,44	66,09
13	Pv	1061	1123	1241	1437	1829	2267	2553	1592	1511	1456	1350	1108
	Ps	1723	1765	1834	1797	1996	2366	2675	2675	2155	1949	1901	1752
	θ	15,17	15,54	16,14	15,83	17,48	20,20	22,20	22,20	18,70	17,10	16,70	15,43
	φ	61,58	63,63	67,66	79,96	91,66	95,83	95,43	59,52	70,11	74,71	71,01	63,21



7	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Legenda**

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]

$M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia

$M_a$

29,00

$g/m^2$

Interfaccia		3	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	g/m <sup>2</sup>
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a 29,00 g/m<sup>2</sup> (inferiore al limite di 500,00 g/m<sup>2</sup>), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

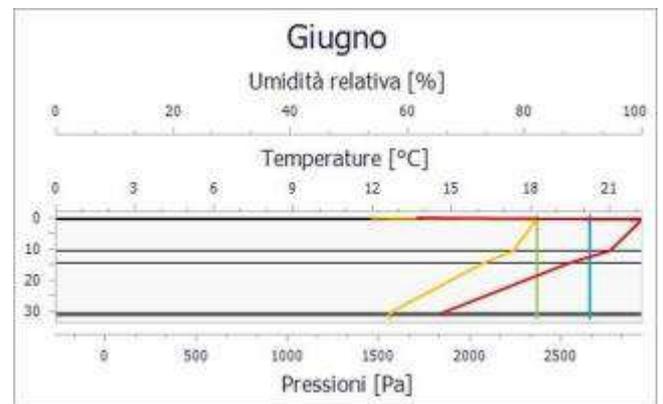
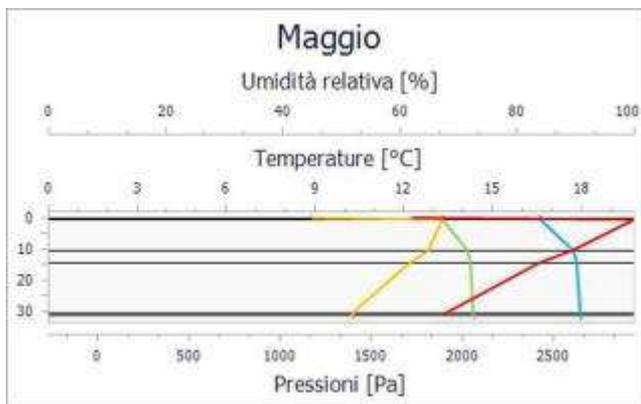
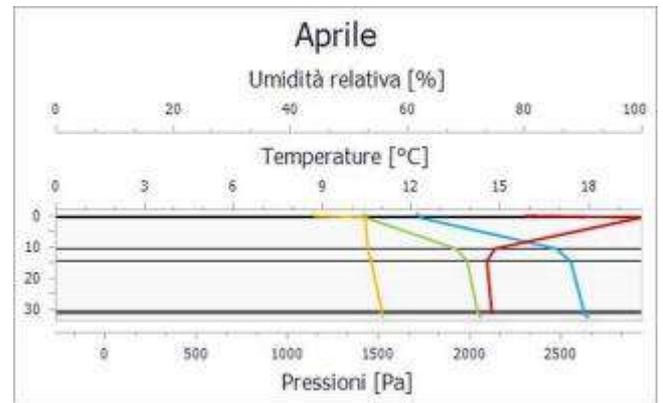
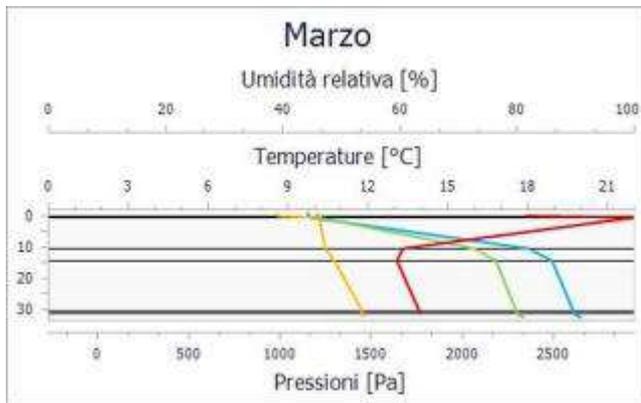
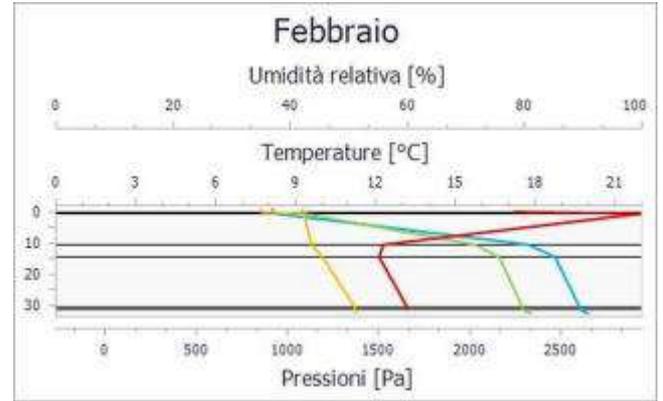
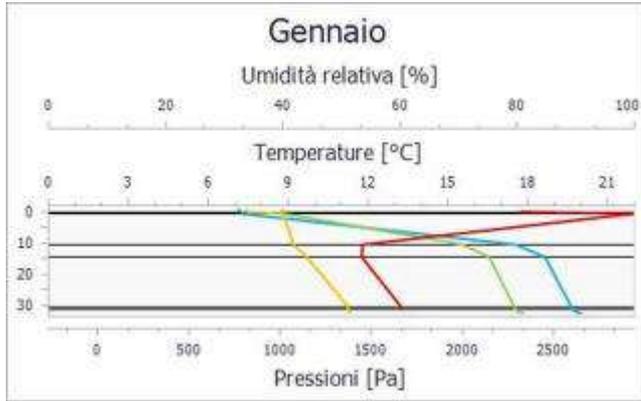
Legenda

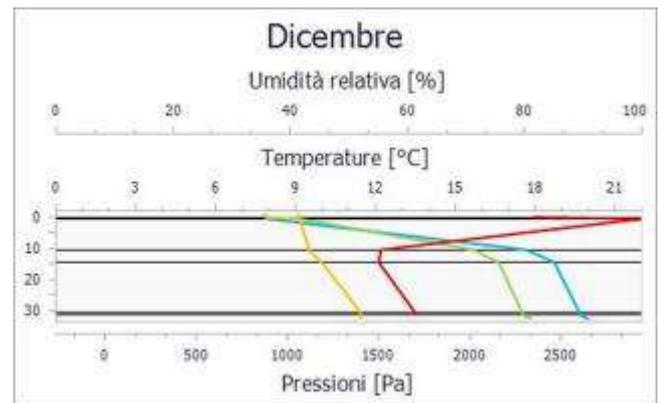
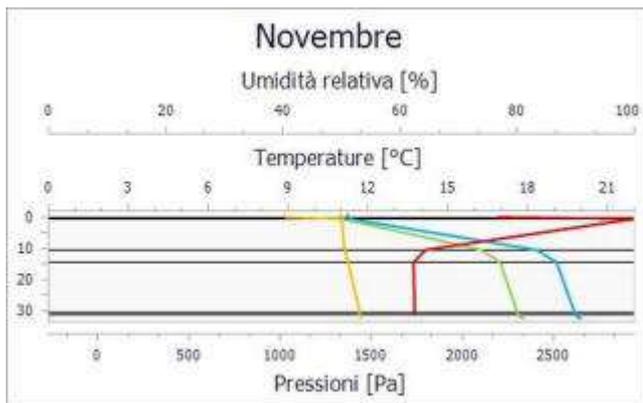
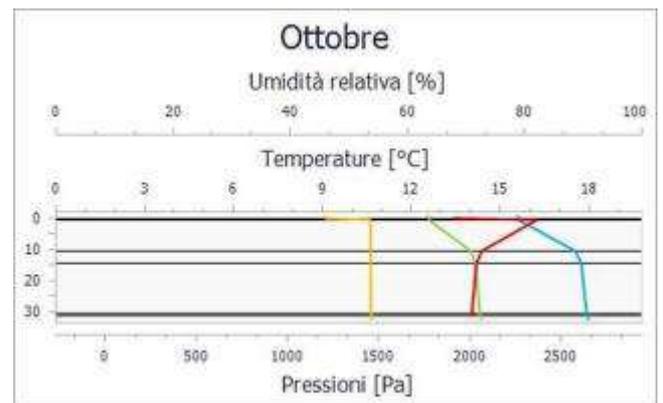
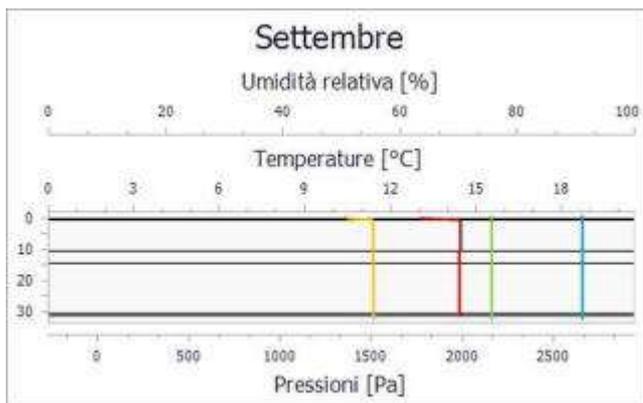
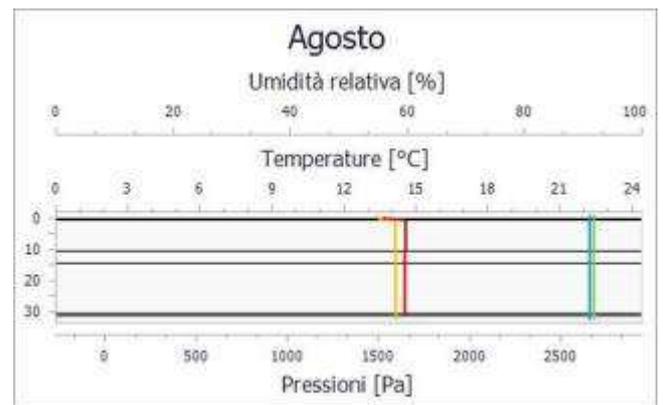
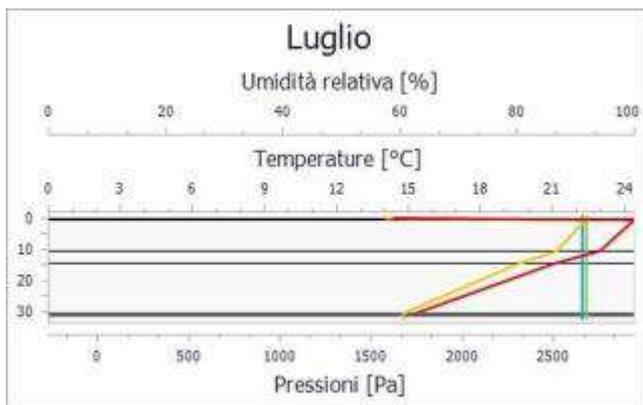
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità

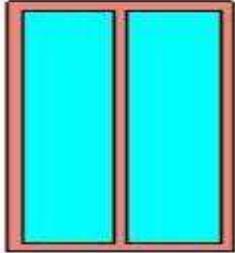






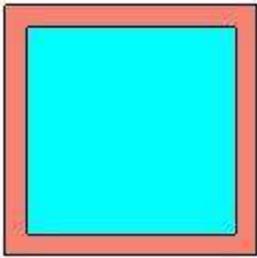
## ALLEGATO 2 – CARATTERISTICHE TERMICHE COMPONENTI FINESTRATI

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
PB.02	Singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 120x210
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,200 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	



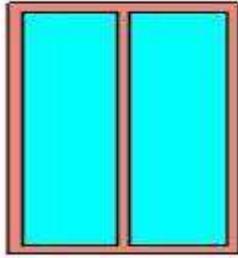
*\*Trasmittanza fornita dal produttore*

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
F.01	Singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 80x80
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,140 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	



*\*Trasmittanza fornita dal produttore*

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
PB.01	Singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 130x210
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,180 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	



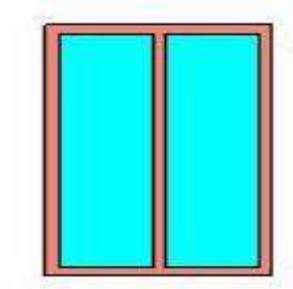
*\*Trasmittanza fornita dal produttore*

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
PF.01	Singolo	Portafinestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 120x200

Dati vetro	
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale
Trasmittanza di energia solare (ggl,n)	0,670

Dati telaio	
Tipo	PVC - Profilo vuoto

Dati infisso	
Trasmittanza (U <sub>w</sub> )*	1,190 W/m <sup>2</sup> K
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione



\*Trasmittanza fornita dal produttore



### ALLEGATO 3 – VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

Di seguito si riportano le verifiche termoisometriche dei componenti oggetto di intervento.

#### Componenti verso esterno

Codice	Descrizione	Confine	Condensa superficiale	Condensa interstiziale	Muffa
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	SUD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	NORD_OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
PAV-VS-TERRA-EXISOLA	Pavimento su terreno cm. 70	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	NORD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
PP.01	Portoncino ingresso 1 anta vetrocamera opalino basso emissivo antieffrazione	SUD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	SUD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	NORD_OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	NORD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
COP-LATCEM-COVERPIU'	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	SUD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
COP-LATCEM-COVERPIU'	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	NORD_OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente

#### Componenti verso ambienti non climatizzati

Codice	Descrizione	Confine	Condensa superficiale	Condensa interstiziale	Muffa
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	Ambiente con tre pareti esterne	Non presente	Non presente	Non presente
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	Ambiente con tre pareti esterne	Non presente	Non presente	Non presente

## ALLEGATO 4 – RIEPILOGO PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito si riporta un riepilogo dei principali risultati di calcolo.

Simbolo	Descrizione
$H'_T$	Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	Area solare equivalente estiva per unità di superficie
$EP_{H,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale
$EP_{C,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva
$EP_{W,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria
$\eta_H$	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione invernale
$\eta_C$	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione estiva
$\eta_W$	Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di acqua calda sanitaria
$EP_{x,nren}$	Indice di prestazione energetica non rinnovabile per il servizio energetico X
$EP_{x,ren}$	Indice di prestazione energetica rinnovabile per il servizio energetico X
$EP_{x,tot}$	Indice di prestazione energetica totale per il servizio energetico X
$EP_{gl,nren}$	Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile
$EP_{gl,ren}$	Indice di prestazione energetica globale rinnovabile
$EP_{gl,tot}$	Indice di prestazione energetica globale
$FER_w$	Percentuale di copertura dei fabbisogni di acqua calda sanitaria
$FER_{gl}$	Percentuale di copertura dei fabbisogni di riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento
X	Servizio energetico: <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>H - Climatizzazione invernale</span> <span>W - Acqua calda sanitaria</span> <span>C - Climatizzazione estiva</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>V - ventilazione meccanica</span> <span>L - Illuminazione</span> <span>T - trasporto</span> </div>

### Unità 1 tipologia B

Indice	U.M.	Edificio reale	Edificio di riferimento
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,364	0,600
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	-	0,003	0,030
$EP_{H,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	18,70	22,62
$EP_{C,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	21,10	28,11
$EP_{W,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	17,05	17,05
$\eta_H$	-	0,920	0,730
$\eta_C$	-	2,990	1,143
$\eta_W$	-	1,176	0,750
$EP_{H,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	12,89	14,91
$EP_{H,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	7,43	16,08
$EP_{H,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	20,32	30,99
$EP_{W,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	4,08	10,67
$EP_{W,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	10,42	12,19
$EP_{W,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	14,50	22,86
$EP_{C,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	15,18
$EP_{C,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	7,06	9,42
$EP_{C,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	7,06	24,60
$EP_{V,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	8,70
$EP_{V,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	2,10
$EP_{V,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	10,80
$EP_{gl,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	16,98	49,47
$EP_{gl,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	24,90	28,99
$EP_{gl,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	41,88	78,46
$FER_w$	%	69,79	50,00
$FER_{gl}$	%	55,07	50,00





**RELAZIONE TECNICA**  
**ai sensi dell'Art. 8 del D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 e**  
**D.M. 26 Giugno 2015 (ex Legge 10)**

Area geografica

Regione **Sardegna**  
Provincia di **Oristano**  
Comune di **ORISTANO**

Ubicazione intervento

,

Proprietà  
Comune di Oristano

Progettista  
Arch. Francesco Deriu

Costruttore

Tecnico  
Ing. Gerolamo Sulis

Revisione n° 0



Data elaborazione: 04/01/2022



# RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005 E DM 26 GIUGNO 2015, ATTESTANTE LA RISPONDEZZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NUOVA COSTRUZIONE</b>	Edifici di nuova costruzione o oggetto di demolizione e ricostruzione
-------------------------------------	--------------------------	---

## 1.0 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'unità immobiliare residenziale in progetto è composta da due piani fuori terra. La struttura portante è in c.a. e il tamponamento perimetrale è realizzato in muratura tipo Thermotek Terra sarda 30, come verrà precisato più avanti.

Il solaio di copertura a due falde inclinate è in laterocemento con sovrapposto un pannello isolante, di tipo Coverpiù, in EPS sormontato da una lastra in acciaio con protezione multistrato e dotata di canali di ventilazione. L'isolamento verso terra è ottenuto mediante un massetto realizzato con un impasto cementizio termoisolante con EPS additivato (tipo Politerm).

Nella presente relazione si definiscono gli impianti di climatizzazione invernale ed estiva, della produzione di acqua calda sanitaria a servizio dell'edificio in questione, insieme alle pareti orizzontali e verticali e chiusure costituenti l'involucro esterno, affinché sia verificato quanto richiesto dal D.M. requisiti minimi.

L'unità immobiliare è climatizzata estate e inverno mediante l'utilizzo di una pompa di calore aria-acqua, alimentante due ventilconvettori, uno per piano, con distribuzione a canali d'aria e due calda salviette, uno per ciascun bagno.

A supporto della ventilazione naturale degli ambienti sono previste due unità di ventilazione meccanica puntuale (con recupero di calore) a parete, una per ciascun piano.

Agli effetti del calcolo dei parametri tecnici relativi alla climatizzazione, le zone termiche coincidono con i due piani dell'immobile che, data la superficie ridotta degli stessi e l'utilizzo di una sola unità per piano (con distribuzione a canali d'aria in tutta la zona termica), sono stati considerati ad ambiente unico.

La produzione di acqua calda sanitaria viene fornita mediante uno scaldacqua a pompa di calore della capacità di 120 l..

### Dati catastali:

Sezione:	
Foglio:	<b>22</b>
Particella/Mappale:	<b>2813</b>
Subalterno:	

## 1.1 TITOLO ABILITATIVO

Titolo abilitativo: da ottenere

Classificazione dell'edificio (o complesso di edifici) in base alla categoria di cui all'articolo 3 del DPR 26 agosto 1993, n. 412 ed alla definizione di "edificio" del presente provvedimento:

Numero delle unità immobiliari:	<b>1</b>	Destinazione d'uso prevalente:	<b>E.1.1</b>
---------------------------------	----------	--------------------------------	--------------

Dettaglio delle destinazioni d'uso previste per nel progetto corrente:

DENOMINAZIONE ZONA TERMICA	DESTINAZIONE D'USO DPR 419/93	VOLUME m <sup>3</sup>
Piano terra	<b>E.1.1</b>	<b>186,00</b>
Piano primo	<b>E.1.1</b>	<b>184,96</b>

## 1.2 SOGGETTI COINVOLTI

[ X ] Committente/i :	Tipologia	Persona giuridica
	Cognome e Nome / Denominazione	<b>Comune di Oristano</b>
	Indirizzo	Piazza E. d'Arborea 44
	Cap	09170

Città	ORISTANO
Provincia	OR
Partita IVA	00052090958
Telefono	0783 7911
Fax	0783 791229
Email	istituzionale@pec.comune.oristano.it

[ X ] Progettista/i :

Denominazione	<b>Arch. Francesco Deriu</b>
Indirizzo	via G. Mazzini 94
Cap	09170
Città	ORISTANO
Provincia	OR
Codice fiscale	DREFNC76H19B3540
Partita IVA	01071890956
Iscrizione	Ordine Architetti
Numero di iscrizione	99
Provincia di iscrizione	OR
Email	francescoderiu.posta@gmail.com
	AMBITI

[ X ] Tecnico/i :

Denominazione	<b>Ing. Gerolamo Sulis</b>
Indirizzo	Via XX Settembre 43
Cap	09170
Città	ORISTANO
Provincia	OR
Codice fiscale	SLSGLM75P30A192W
Partita IVA	02319100901
Telefono	3388465732
Iscrizione	Ordine Ingegneri Oristano
Numero di iscrizione	691
Provincia di iscrizione	OR
Email	studioingsulis@gmail.com
	AMBITI

- Tecnico degli impianti termici
- Tecnico lavori isolamento termico
- Tecnico lavori sistemi di ricambio d'aria

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

Gli elementi tipologici sono indicati al punto 8. della presente relazione tecnica.

### 2.1 EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO (NZEB)

Le caratteristiche del sistema edificio/impianti sono tali da poter classificare l'edificio come edificio ad energia quasi zero:

- [ X ] Sì  
[ ] No

### 3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

Gradi giorno della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93	<b>1059</b>	GG
Temperatura minima di progetto dell'aria esterna	<b>276,2</b>	°K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna	<b>306,1</b>	°K
Zona Climatica	<b>C</b>	-
Velocità del vento	<b>4,300</b>	m/s
Zona di vento	<b>4</b>	-
Temperatura media	<b>16,3</b>	°C
Irradiazione solare massima estiva su superficie orizzontale	<b>27,600</b>	MJ/m <sup>2</sup>

#### Dati invernali

Temperatura minima di progetto dell'aria esterna	<b>3,0</b>	°C
Periodo di riscaldamento	<b>137,000</b>	giorni

#### TEMPERATURE MEDIE MENSILI (°C) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>θ</b>	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80

#### IRRADIAZIONI SOLARI (MJ/m<sup>2</sup>) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>N</b>	2,08	3,07	4,08	5,39	8,70	10,54	9,96	7,32	5,04	3,60	2,51	1,92
<b>NE/NO</b>	2,26	3,83	5,93	8,11	12,29	14,30	14,22	11,33	8,12	4,97	2,83	2,12
<b>E/O</b>	3,86	6,66	9,25	10,92	15,04	16,76	17,18	14,88	12,21	8,65	4,77	4,41
<b>S</b>	7,15	10,73	11,37	9,71	10,44	10,09	10,52	11,48	12,88	12,76	8,35	9,53
<b>SE/SO</b>	5,85	9,24	11,08	11,17	13,53	13,98	14,62	14,27	13,66	11,45	6,95	7,50
<b>Oriz.</b>	5,30	9,20	13,30	16,50	23,50	26,60	27,00	22,70	17,80	12,00	6,60	5,70

#### UMIDITÀ RELATIVE MEDIE MENSILI (%) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>UR</b>	81,11	78,67	82,00	80,32	62,14	61,54	58,74	55,80	63,36	67,81	77,08	82,08

## 4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO

Climatizzazione	invernale	estiva	u.m.
Volume lordo climatizzato dell'edificio (V)	<b>370,96</b>	<b>370,96</b>	m <sup>3</sup>
Superficie esterna che delimita il volume climatizzato (S)	<b>226,40</b>	<b>226,40</b>	m <sup>2</sup>
Rapporto S/V	<b>0,61</b>		
Superficie utile energetica dell'edificio	<b>85,46</b>	<b>85,46</b>	m <sup>2</sup>
Valore di progetto della temperatura interna	<b>20,0</b>	<b>26,0</b>	°C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna	<b>50,0</b>	<b>50,0</b>	%

### 4.1 INFORMAZIONI GENERALI E PRESCRIZIONI

- Presenza di reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento a meno di 1000 m **No**
- Livello di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS) **-**
- Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture **No**
- Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) **No**
- Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore, del freddo e dell'A.C.S. **No**  
*Non necessari*
- Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare: la regolazione della temperatura avviene per singola zona termica mediante un termostato di zona comunicante con l'unità interna
- Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, 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.

Verifica (D. Lgs. 28/2011)	Percentuale di copertura del fabbisogno [%]
Verifica della copertura di almeno il 50,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria	<b>75,9 %</b>
Verifica della copertura di almeno il 50,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento	<b>67,6 %</b>
Potenza di picco installata sull'edificio	<b>2,0</b>
Potenza minima di legge $[(1/K) * S = (1/50) * 52,09]$	<b>1,0418</b>
Verifica della potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili	<b>VERIFICATO</b>

Denominazione	Tipologia	SCOP	SPF	Limite inferiore SPF	Eres* [kWh/anno]
POMPA DI CALORE UI2	Elettricità	5,0	2,19	2,88	0,00
Scaldacqua PdC - UI2	Elettricità	2,6	2,44	2,88	0,00

Tipologia impianto	Pompa di calore "POMPA DI CALORE UI2"		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	0,000	0,000	0,000
Fabbisogno totale di energia primaria (kWh anno)	1051,117	0,000	0,000

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	0,000 %	0,000 %	0,000 %
---	---------	---------	---------

Tipologia impianto	Fotovoltaico		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	290,257	494,177	639,230

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	49,286 %	78,403 %	100,000 %
---	----------	----------	-----------

- Adozione di sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale **Si**
- Adozione di sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale **No**

*Ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:*

- Verifiche della massa superficiale e della trasmittanza termica periodica dei componenti opachi (*Rif. Lettera b) del punto 3.3.4 del decreto di cui all'art.4*):

#### Componenti opachi verticali

Codice	Descrizione	Ms [kg/m <sup>2</sup> ]	Ms minimo [kg/m <sup>2</sup> ]	Yie [W/m <sup>2</sup> K]	Yie limite [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	240,00	230,00	0,022	0,10	Positiva
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	396,00	230,00	0,013	0,10	Positiva

#### Componenti opachi orizzontali o inclinati

Codice	Descrizione	Yie [W/m <sup>2</sup> K]	Yie limite [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
COP-LATCEM-COVERPIU'	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	0,038	0,18	Positiva

## 5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

### 5.1 Impianti termici

#### a) Descrizione impianto

##### Tipologia

L'impianto di climatizzazione invernale ed estiva, viene realizzato con n. 1 pompa di calore reversibile, del tipo a compressione di vapore con motore elettrico, del tipo aria-acqua, marca AERMEC mod. HMI060, la cui unità esterna è ubicata all'esterno.

La produzione di acqua calda sanitaria avviene tramite n. 1 scaldacqua a pompa di calore della capacità di 120l. Il terminali di erogazione sono 2 ventilconvettori, uno per per piano, del tipo AERMEC FCZP con distribuzione a canali d'aria nei singoli ambienti.

L'installazione degli stessi è prevista a incasso totale a controssoffitto. Nei bagni verranno installati radiatori a parete, alimentati dalla stessa pompa di calore, tipo scalda-salviette, dotati di valvola termostatica.

##### Sistema di termoregolazione

Il sistema prevede la regolazione per singola zona termica (piano) con regolazione modulante (1° C); questa viene comandata da un pannello di controllo comunicante con l'unità interna di zona dotato di termostato

##### Sistema di contabilizzazione dell'energia termica

Non necessario

##### Sistema di distribuzione del vettore termico

Il vettore termico, nel nostro caso acqua, viene distribuito a circuito chiuso, in tutti i terminali di erogazione, tramite una rete di tubi isolati in materiale multistrato del tipo PEX-AL-PEX.

##### Sistemi di ventilazione forzata

Sono presenti una unità per piano di VMC puntuale con recupero di calore ad integrazione della ventilazione naturale. Tipo INNOVA HRC05 portata 50mc/h

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

La produzione di acqua calda sanitaria avviene, come detto, tramite scaldacqua a pompa di calore, della capacità nominale di 120 l. (Tipo THE/HP 120 ACS); la distribuzione avviene attraverso pressione della rete cittadina o con elettropompa autoclave e serbatoio di accumulo.

#### b) Specifiche dei generatori

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	POMPA DI CALORE UI2
Uso	Riscaldamento
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria esterna/Acqua impianto
Potenza termica utile	6,0
Potenza elettrica assorbita	1,2
Coefficiente di prestazione (COP)	5,0

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	Scaldacqua PdC - UI2
Uso	ACS

Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria esterna/Acqua impianto
Potenza termica utile	0,9
Potenza elettrica assorbita	0,3
Coefficiente di prestazione (COP)	2,6

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	PDC raffrescam. UI2
Uso	Raffrescamento
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria_Acqua
Potenza termica utile	5,8
Indice di efficienza energetica (EER)	4,4

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

#### Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali

Le zone termiche sono dotate dei seguenti sistemi di regolazione:

Zona Termica	Tipo di regolazione	Caratteristiche della regolazione
Unità 2 tipologia B - Piano terra	Solo di zona	P banda prop. 1 °C
Unità 2 tipologia B - Piano primo	Solo di zona	P banda prop. 1 °C

### d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari

Non necessari

### e) Terminali di erogazione dell'energia

Dettaglio dei sottosistemi di emissione delle singole zone termiche:

Zona Termica	Tipologia locali	Terminali di erogazione	Potenza termica nominale [W]
Piano terra	Fino a 4 metri	Ventilconvettori	1310,654
Piano primo	Fino a 4 metri	Ventilconvettori	1507,242

### f) Schemi funzionali degli impianti termici

Alla presente relazione è allegato lo schema unifilare degli impianti termici con specificato:

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

## 5.2 Impianti fotovoltaici

Descrizione:	FTV UI2
Orientamento rispetto al SUD (Y) - Azimut:	0,000 °
Inclinazione orizzontale dei pannelli ( $\beta$ ):	0,000 °
Tipo riflessione ambientale:	Coefficiente di riflessione standard (albedo)
Coefficiente di riflessione:	0,200
Anno di installazione:	

Ostruzioni: Assente

### Energia irraggiata sul piano dei moduli [kWh/m<sup>2</sup>]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E	45,66	72,16	115,37	137,64	202,03	221,53	233,04	197,04	151,44	106,46	56,39	49,44

**Totale Irradiazione: 1588,200 kWh/m<sup>2</sup>**

### Caratteristiche dei pannelli fotovoltaici

Tipo di modulo fotovoltaico:	Silicio mono cristallino
Grado di ventilazione dei moduli:	Moduli non ventilati
Superficie di captazione:	9,100 m <sup>2</sup>
Kpv:	0,220
Fpv:	0,700
Potenza di picco Wpv:	2,0 kW

### Energia elettrica prodotta (E<sub>el,pv,out</sub>) [kWh]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E <sub>el,pv</sub>	63,99	101,13	161,68	192,89	283,13	310,45	326,59	276,13	212,23	149,19	79,02	69,28

**Totale Energia prodotta: 2225,703 kWh**

## 5.3 Impianti solari termici

*Nessun impianto solare termico presente*

## 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, 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

In attuazione della faq MiSE 3.16 del dicembre 2018, la verifica dei componenti è stata condotta per le strutture dello stesso tipo, raggruppate per tipologie di strutture corrispondenti alle tabelle dell'appendice B del D.M. Requisiti Minimi e ponderando le stesse sui corrispondenti ponti termici al fine di ottenere un'unica trasmittanza media ponderata. Di seguito è disponibile la tabella delle trasmittanze medie ponderate confrontate con i valori limite previsti dalla normativa cogente:

Tipologia:		Componenti opachi di separazione tra edifici o unità confinanti			
Confine	Dettaglio	U,pond [W/m <sup>2</sup> K]	U,lim [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica	
Altri ambienti climatizzati	Involucro edilizio (Sup,tot:134,35)	0,664	0,800	Verificato	
Dettaglio componenti interessati					
Codice	Descrizione	Superficie [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]		
MUR03-EXISOLA-ader	Muratura in THERMOTEK cm. 31,5	30,16	0,287		
INTERPIANO-EXISOLA-I	soffitto interpiano laterocemento 32,5 cm.	52,10	0,765		
PavINTERP-ExIsol-I	pav interpiano laterocemento 32,5 cm.	52,10	0,782		

Di seguito è riportato il dettaglio dei componenti:

### **STRUTTURE OPACHE VERTICALI, VERSO ESTERNO, AMBIENTI NON CLIMATIZZATI O CONTRO TERRA**

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
MUR01-EXISOLA	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	0,459
MUR01-EXISOLA	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	0,365
MUR02-EXISOLA-001	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 44	0,283
MUR02-EXISOLA-001	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 44	0,301
MUR02-EXISOLA-001	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 44	0,395
MUR01-EXISOLA	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	0,465
MUR01-EXISOLA	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	0,476
MUR02-EXISOLA-001	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 44	0,392

## STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI O INCLINATE, VERSO ESTERNO O AMBIENTI NON CLIMATIZZATI

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
COP-LATCEM-COVERPIU'	SolaioEsterno	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	0,256

## STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI DI PAVIMENTO, VERSO ESTERNO, AMBIENTI NON CLIMATIZZATI O CONTRO TERRA

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
PAV-VS-TERRA-EXISOLA	PavimentoEsterno	Pavimento su terreno cm. 70	0,373

## STRUTTURE OPACHE VERTICALI E ORIZZONTALI DI SEPARAZIONE TRA EDIFICI O UNITA' CONFINATI

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
MUR03-EXISOLA-ader	Partizione	Muratura in THERMOTEK cm. 31,5	0,287
INTERPIA NO-EXISOLA-I	Partizione	solaio interpiano laterocemento 32,5 cm.	0,765
PavINTER P-ExIsol-I	Partizione	pav interpiano laterocemento 32,5 cm.	0,782

## STRUTTURE TECNICHE TRASPARENTI E OPACHE

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
CASS-don	Cassonetto	Cassonetto isolato 1,3	1,300
PP.02	Porta	Portoncino ingresso 1 anta vetrocamera opalino basso emissivo antieffrazione	1,090
F.01	Infisso singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 80x80	1,140
PB.03	Infisso singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 120x210	1,200
PB.01	Infisso singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 130x210	1,180
PF.01	Infisso singolo	Portafinestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 120x200	1,190

## RICAMBI D'ARIA

### Zona Termica "Piano terra"

#### Ambiente PT

Tipologia di ventilazione		Ibrida
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	24,000
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	0,016
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	0,016

### Zona Termica "Piano primo"

#### Ambiente P1

Tipologia di ventilazione		Ibrida
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	24,000
Portata d'aria di progetto : Immissione	$m^3/s$	0,018
Portata d'aria di progetto : Estrazione	$m^3/s$	0,018

## b) Indici di prestazione energetica

### Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie $H'T$ [ $W/m^2K$ ]

$H'T$	0,408	<i>coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie</i>
$H'T,L$	0,600	<i>coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie</i>
<u>Verifica</u>	$H'T < H'T,L$	<b>VERIFICATO</b>

### Area solare equivalente estiva per unità di superficie ( $A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ ) [ - ]

$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	0,003	<i>area solare equivalente estiva per unità di superficie</i>
( $A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ )limite	0,030	<i>area solare equivalente estiva limite per unità di superficie</i>
<u>Verifica</u>	$A_{sol,est}/A_{sup,utile} < (A_{sol,est}/A_{sup,utile})limite$	<b>VERIFICATO</b>

### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale ( $EP_{H,nd}$ ) [ $kWh/ m^2$ ]

$EP_{H,nd}$	14,9	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio</i>
$EP_{H,nd,limite}$	15,9	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$Q_{H,nd} < Q_{H,nd,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva ( $EP_{C,nd}$ ) [ $kWh/ m^2$ ]

$EP_{C,nd}$	20,4	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio</i>
$EP_{C,nd,limite}$	29,4	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$Q_{C,nd} < Q_{C,nd,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

### Indice di prestazione energetica globale dell'edificio - energia primaria totale ( $EP_{gl,tot}$ ) [ $kWh/ m^2$ ]

$EP_{gl,tot}$	33,0	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio</i>
$EP_{gl,tot,limite}$	74,0	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

### Indice di prestazione energetica globale dell'edificio - energia primaria non rinnovabile ( $EP_{gl,nr}$ )

$EP_{gl,nr}$	9,9	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio</i>
$EP_{gl,nr,limite}$	42,6	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$EP_{gl,nr} < EP_{gl,nr,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

### Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento ( $\eta_H$ ) [ - ]

$\eta_H$	1,261	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento</i>
$\eta_{H,limite}$	1,226	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$\eta_H > \eta_{H,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

Fabbisogno di combustibile:

- Elettricità (PCI: 1,000 kWh/Nm <sup>3</sup> )	kWh/anno	1148,4
---	----------	--------

Fabbisogno di energia elettrica da rete	$kWh_e$	299
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	$kWh_e$	290
Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale	$kJ/m^3GG$	6

#### Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria( $\eta_w$ ) [ - ]

$\eta_w$	1,218	efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria
$\eta_{w,limite}$	0,811	efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acs calcolato nell'edificio di riferimento
<u>Verifica</u>	$\eta_w > \eta_{w,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

Fabbisogno di combustibile:

- Elettricità (PCI: 1,000 kWh/Nm <sup>3</sup> )	kWh/anno	1229,1
Fabbisogno di energia elettrica da rete	$kWh_e$	136
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	$kWh_e$	494

#### Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento ( $\eta_c$ ) [ - ]

$\eta_c$	2,730	efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento
$\eta_{c,limite}$	1,310	efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento
<u>Verifica</u>	$\eta_c > \eta_{c,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

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

Nessun impianto solare termico presente

#### d) Impianti fotovoltaici

Energia prodotta

- FTV UI2	$kWh$ anno	2225,7
Energia prodotta totale	$kWh$ anno	2225,7
Fabbisogno energia elettrica	$kWh$ anno	1858,5
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	%	76,6

#### e) Consuntivo energia

Energia consegnata o fornita ( $E_{del}$ )	$kWh$ anno	434,8
Energia rinnovabile ( $EP_{gl, ren}$ )	$kWh/m^2$ anno	23,1
Energia esportata ( $E_{esp}$ )	$kWh$ anno	802,0
Energia rinnovabile in situ	$kWh$ anno	2225,7
Fabbisogno globale di energia primaria ( $EP_{gl, tot}$ )	$kWh/m^2$ anno	33,0

## f) Rendimenti medi sottosistemi

### ZONA TERMICA Piano terra

Sottosistema	H	W	C
Sottosistema di emissione/erogazione	96,00	100,00	98,00
Sottosistema di regolazione	97,00	-	97,00
Sottosistema di distribuzione acqua	97,00	92,60	97,50

### ZONA TERMICA Piano primo

Sottosistema	H	W	C
Sottosistema di emissione/erogazione	96,00	100,00	98,00
Sottosistema di regolazione	97,00	-	97,00
Sottosistema di distribuzione acqua	97,00	92,60	97,50

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

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

## 8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazioni 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 dell'impianto termico contenenti gli elementi di cui all'analogha voce del paragrafo "Dati relativi agli impianti termici";
- 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 condensa interstiziale;
- 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.

I calcoli e le documentazioni che seguono sono disponibili ai fini di eventuali verifiche da parte dell'ente di controllo presso i progettisti:

- Calcolo della potenza invernale: dispersioni dei componenti e potenza di progetto dei locali;
- Calcolo energia utile invernale ( $Q_{h,nd}$ ) ed estiva ( $Q_{c,nd}$ ) mensile, secondo UNI/TS 11300-1;
- Calcolo dei coefficienti di dispersione termica  $H_T$ ,  $H_U$ ,  $H_G$ ,  $H_A$ ,  $H_V$ ;
- Calcolo mensile delle perdite ( $Q_{h,ht}$ ), degli apporti solari ( $Q_{sol}$ ) e degli apporti interni ( $Q_{int}$ ) secondo UNI/TS 11300-1;
- Calcolo dei rendimenti: emissione, regolazione, distribuzione, produzione;
- Calcolo di energia primaria (Q), mensile-stagionale secondo UNI/TS 11300 - 2/4;
- Calcolo del fabbisogno annuo di energia primaria di progetto;
- Calcolo del fabbisogno di energia primaria limite.

## 9. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto **Ing. gerolamo Sulis**, iscritto a **Ordine Ingegneri Oristano (OR)**, numero **691**, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo di attuazione della direttiva 2002/91/CE dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

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

### DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI ATTO NOTORIO

Ai sensi dell'art.15, comma 1 del D.Lgs. 192/2005, modificato dall'art.12 del D.L. 63/2013) convertito in legge con L.90/2013), la presente RELAZIONE TECNICA è resa, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'art.47 del D.P.R. 445/2000.

*Ai sensi dell'art. 38 D.P.R. n. 445 del 28/12/2000 la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e inviata unitamente a copia fotostatica, non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore, all'ufficio competente via fax, tramite un incaricato, oppure a mezzo posta.*

ORISTANO, 04/01/2022

IL TECNICO

---

## ALLEGATO 1 – CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE COMPONENTI OPACHI

### Componenti opachi verticali

**Tipologia:** Parete Esterna  
**Codice:** MUR01-EXISOLA

**Confine:** Esterno  
**Descrizione:** Muratura in THERMOTEK cm. 32,5

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Intonaco interno generico	0,010	0,700	1400,00	1000,00	11	0,014
2	THERMOTEK® TERRA SARDA 30	0,300	0,091	800,00	840,00	10	3,297
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,015	0,900	1800,00	840,00	27	0,017
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,325</b>					<b>3,498</b>

#### Legenda

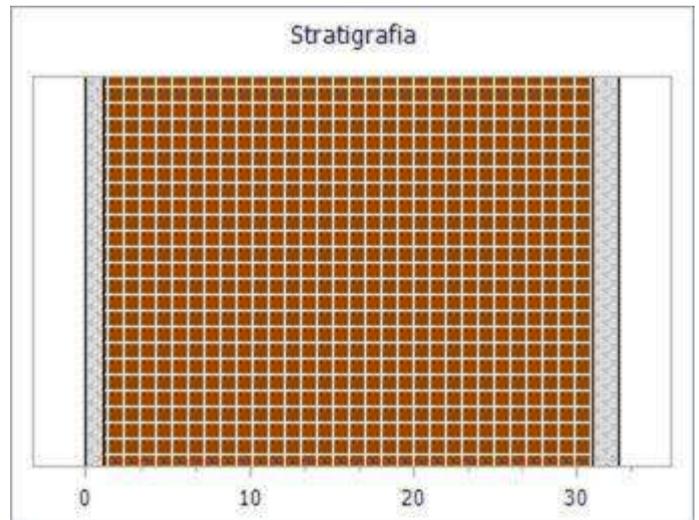
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale  
R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	32,5	cm
Trasmittanza termica	U	0,286	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,498	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	281,00	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	238,28	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>I,E</sub>	0,022	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	31,59	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	43,48	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,078	-
Sfasamento	$\varphi$	17,45	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	2,310	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	3,179	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	240,00	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

##### Metodo di calcolo

**Classe di concentrazione:**

**Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) muffa:**

**Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) condensa:**

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

### Legenda simboli

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

### Legenda pedici

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

### Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,963

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,963

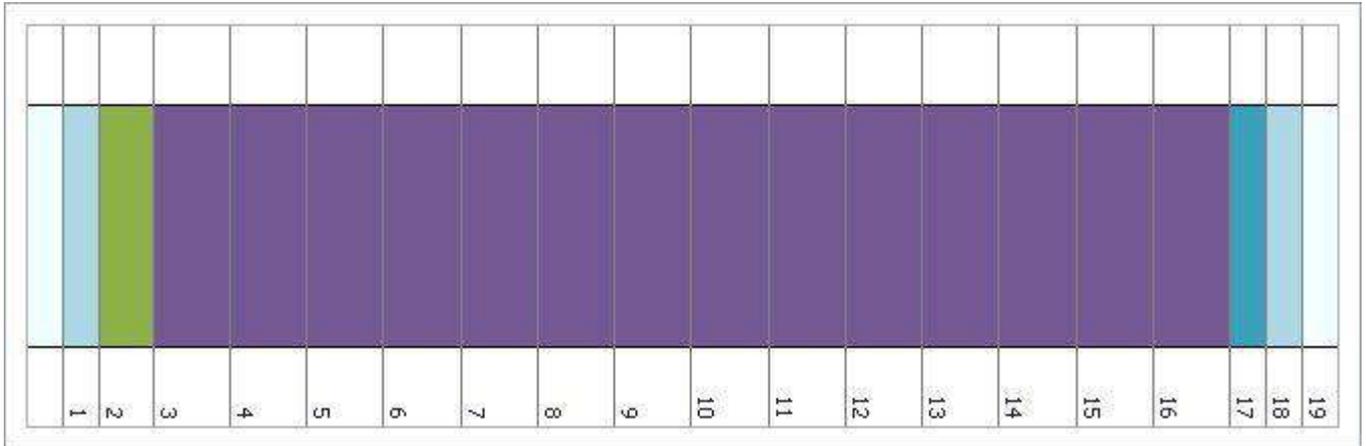
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Malta di calce o di calce e cemento	-	0,040	-
3	Malta di calce o di calce e cemento - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [0]	1,5	0,017	0,41
4	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [0] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [1]	2,1	0,235	0,21
5	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [1] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [2]	2,1	0,235	0,21
6	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [2] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [3]	2,1	0,235	0,21
7	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [3] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [4]	2,1	0,235	0,21
8	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [4] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [5]	2,1	0,235	0,21
9	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [5] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [6]	2,1	0,235	0,21
10	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [6] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [7]	2,1	0,235	0,21
11	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [7] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [8]	2,1	0,235	0,21
12	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [8] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [9]	2,1	0,235	0,21
13	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [9] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [10]	2,1	0,235	0,21
14	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [10] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [11]	2,1	0,235	0,21
15	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [11] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [12]	2,1	0,235	0,21
16	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [12] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [13]	2,1	0,235	0,21
17	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [13] - Intonaco interno generico	2,1	0,235	0,21
18	Intonaco interno generico - Strato laminare interno	1,0	0,014	0,11
19	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	$\theta$	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	$\varphi$	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1165	1245	1383	1623	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1524	1220
	$\theta$	9,22	10,21	11,79	14,24	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,28	9,92
	$\varphi$	80,57	78,21	81,63	80,23	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,82	81,59
3	Pv	995	1026	1174	1337	1350	1660	1787	1698	1560	1388	1210	1049
	Ps	1169	1249	1387	1625	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1528	1224
	$\theta$	9,28	10,26	11,83	14,26	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,61	13,31	9,97
	$\varphi$	85,09	82,13	84,70	82,30	63,05	62,07	59,22	56,26	63,93	68,95	79,23	85,67
	Pv	1024	1053	1198	1356	1360	1666	1793	1704	1566	1399	1231	1077

4	Ps	1228	1306	1439	1652	2142	2675	3018	3018	2440	2016	1574	1282
	θ	10,01	10,93	12,39	14,52	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,77	10,65
	φ	83,41	80,67	83,31	82,08	63,47	62,29	59,42	56,47	64,18	69,40	78,23	84,02
5	Pv	1054	1081	1223	1375	1369	1672	1799	1710	1572	1410	1252	1105
	Ps	1290	1365	1492	1680	2142	2675	3018	3018	2440	2019	1621	1342
	θ	10,74	11,59	12,95	14,77	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,66	14,23	11,34
6	φ	81,72	79,20	81,92	81,85	63,90	62,52	59,62	56,67	64,43	69,84	77,22	82,37
	Pv	1084	1108	1247	1393	1378	1678	1806	1716	1578	1421	1273	1133
	Ps	1354	1426	1548	1708	2142	2675	3018	3018	2440	2023	1670	1404
7	θ	11,48	12,26	13,51	15,03	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,69	14,68	12,03
	φ	80,03	77,72	80,54	81,60	64,32	62,75	59,82	56,87	64,68	70,28	76,21	80,72
	Pv	1113	1136	1271	1412	1387	1685	1812	1723	1584	1433	1294	1162
8	Ps	1422	1490	1605	1736	2142	2675	3018	3018	2440	2026	1720	1469
	θ	12,21	12,93	14,07	15,28	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,71	15,14	12,71
	φ	78,33	76,24	79,17	81,34	64,75	62,98	60,03	57,07	64,93	70,72	75,21	79,08
9	Pv	1143	1163	1295	1431	1396	1691	1818	1729	1590	1444	1314	1190
	Ps	1492	1556	1664	1765	2142	2675	3018	3018	2440	2029	1771	1536
	θ	12,95	13,59	14,63	15,54	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,74	15,60	13,40
10	φ	76,64	74,76	77,80	81,07	65,18	63,21	60,23	57,27	65,18	71,15	74,21	77,44
	Pv	1173	1191	1319	1449	1405	1697	1824	1735	1597	1455	1335	1218
	Ps	1565	1625	1725	1794	2142	2675	3018	3018	2440	2033	1824	1607
11	θ	13,68	14,26	15,19	15,80	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,77	16,06	14,09
	φ	74,95	73,29	76,45	80,80	65,60	63,43	60,43	57,48	65,43	71,59	73,21	75,81
	Pv	1203	1218	1343	1468	1414	1703	1830	1741	1603	1467	1356	1246
12	Ps	1641	1696	1788	1823	2142	2675	3018	3018	2440	2036	1878	1680
	θ	14,41	14,93	15,75	16,05	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,79	16,51	14,77
	φ	73,28	71,82	75,10	80,51	66,03	63,66	60,63	57,68	65,68	72,02	72,21	74,20
13	Pv	1232	1246	1367	1487	1423	1709	1836	1747	1609	1478	1377	1274
	Ps	1721	1771	1853	1853	2142	2675	3018	3018	2440	2040	1933	1755
	θ	15,15	15,59	16,30	16,31	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,82	16,97	15,46
14	φ	71,62	70,37	73,77	80,21	66,45	63,89	60,83	57,88	65,93	72,45	71,22	72,60
	Pv	1262	1273	1391	1505	1433	1715	1842	1753	1615	1489	1398	1303
	Ps	1804	1848	1920	1884	2142	2675	3018	3018	2440	2043	1990	1834
15	θ	15,88	16,26	16,86	16,56	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,85	17,43	16,15
	φ	69,97	68,92	72,45	79,91	66,88	64,12	61,04	58,08	66,18	72,88	70,23	71,01
	Pv	1292	1301	1415	1524	1442	1721	1848	1759	1621	1500	1418	1331
16	Ps	1890	1928	1989	1915	2142	2675	3018	3018	2440	2047	2048	1916
	θ	16,61	16,93	17,42	16,82	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,88	17,89	16,83
	φ	68,34	67,49	71,14	79,59	67,31	64,35	61,24	58,28	66,43	73,31	69,25	69,45
17	Pv	1321	1328	1439	1543	1451	1727	1854	1765	1627	1512	1439	1359
	Ps	1980	2011	2060	1946	2142	2675	3018	3018	2440	2050	2108	2001
	θ	17,35	17,59	17,98	17,08	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,90	18,35	17,52
18	φ	66,74	66,08	69,84	79,27	67,73	64,57	61,44	58,49	66,68	73,74	68,27	67,90
	Pv	1351	1356	1463	1561	1460	1733	1860	1771	1633	1523	1460	1387
	Ps	2074	2097	2134	1978	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2169	2090
19	θ	18,08	18,26	18,54	17,33	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,80	18,21
	φ	65,15	64,67	68,57	78,94	68,16	64,80	61,64	58,69	66,93	74,16	67,30	66,38
	Pv	1381	1383	1487	1580	1469	1739	1867	1777	1639	1534	1481	1415
20	Ps	2171	2186	2210	2010	2142	2675	3018	3018	2440	2057	2232	2181
	θ	18,82	18,93	19,10	17,59	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,96	19,26	18,89
	φ	63,59	63,29	67,30	78,60	68,59	65,03	61,84	58,89	67,18	74,58	66,34	64,87
21	Pv	1410	1411	1511	1599	1478	1745	1873	1784	1645	1546	1502	1443
	Ps	2273	2279	2288	2043	2142	2675	3018	3018	2440	2061	2297	2277
	θ	19,55	19,59	19,66	17,84	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,98	19,72	19,58

	$\varphi$	62,06	61,93	66,05	78,26	69,01	65,26	62,05	59,09	67,43	75,01	65,39	63,40
<b>18</b>	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2279	2284	2293	2045	2142	2675	3018	3018	2440	2061	2301	2283
	$\theta$	19,59	19,63	19,69	17,86	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,99	19,75	19,62
	$\varphi$	62,55	62,39	66,45	78,65	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,28	65,74	63,87
<b>19</b>	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2337	2337	2337	2063	2142	2675	3018	3018	2440	2063	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	18,00	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	18,00	20,00	20,00
	$\varphi$	61,00	60,98	65,20	77,96	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,21	64,72	62,38

**Legenda**

Int. Numero interfaccia  
 $P_v$  Pressione di vapore [Pa]  
 $\varphi$  Umidità relativa [%]

$\theta$  Temperatura [°C]  
 $P_s$  Pressione di saturazione [Pa]

ESITO VERIFICA: **Verificato**

**La struttura non presenta condensa interstiziale**

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

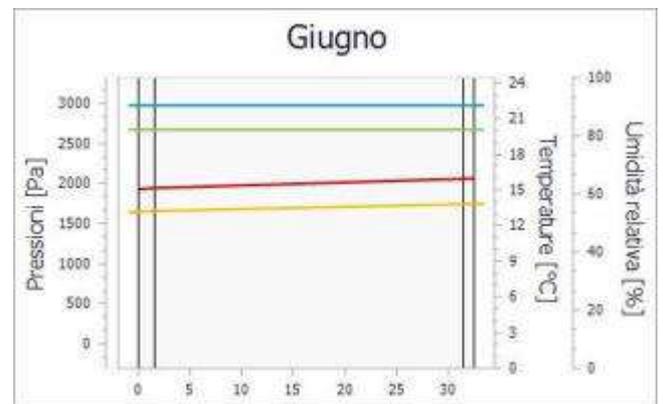
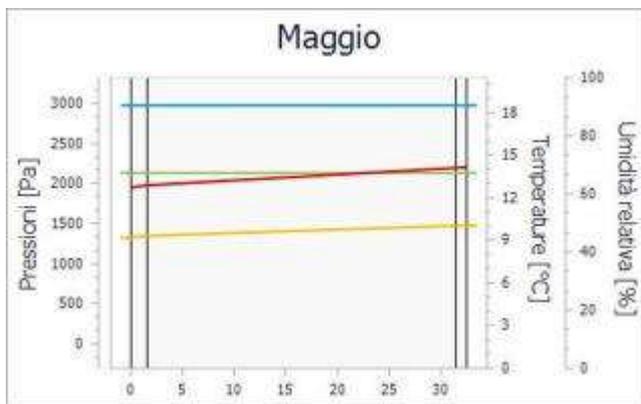
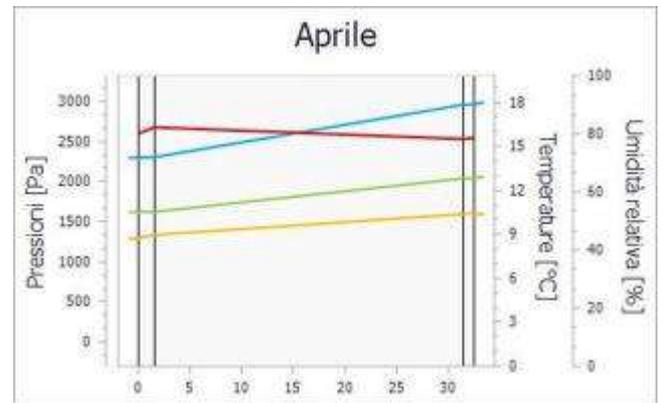
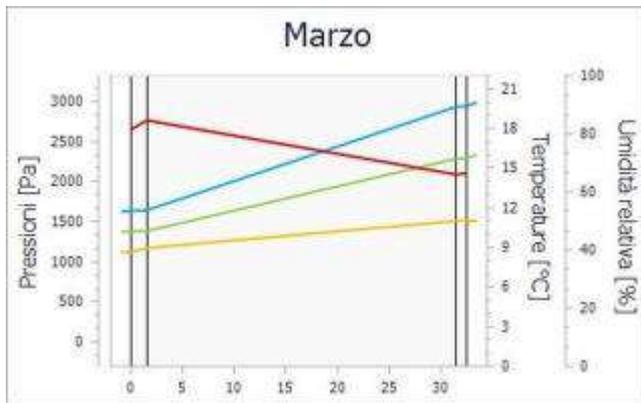
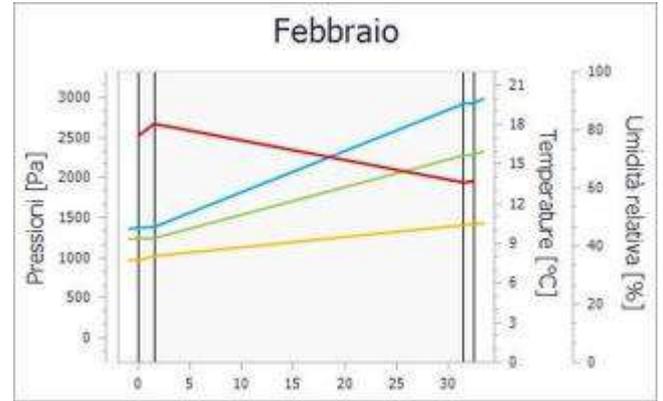
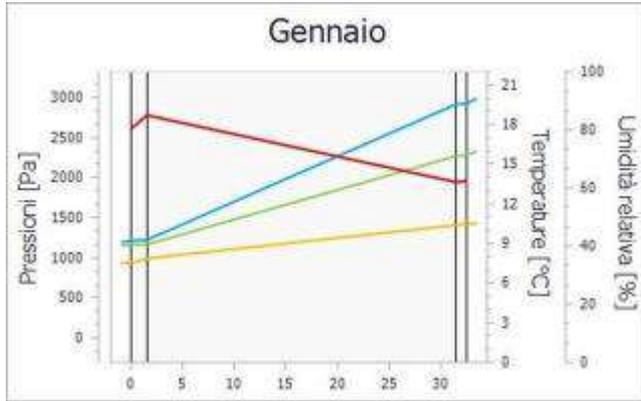
Legenda

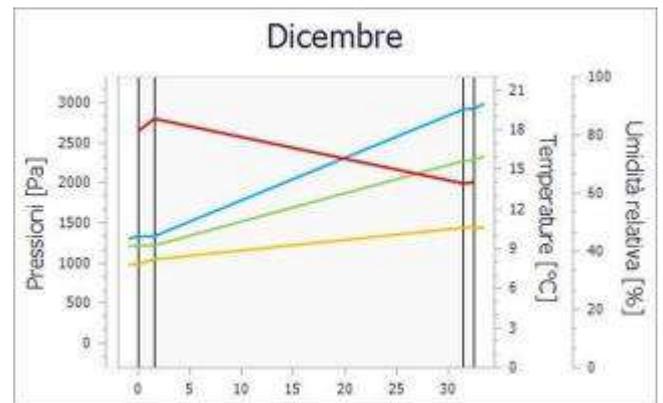
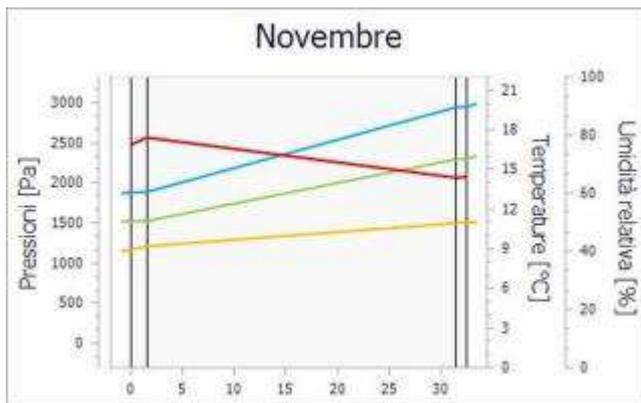
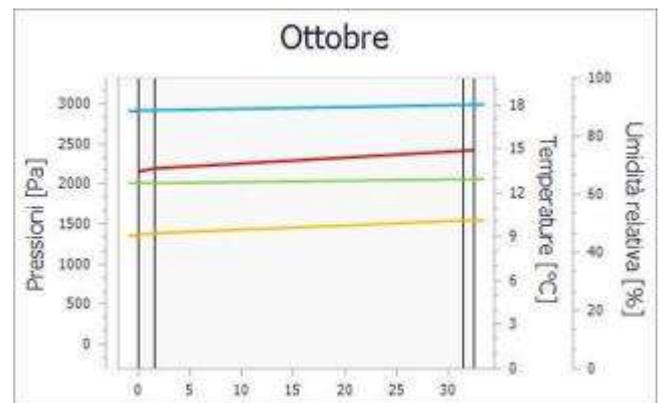
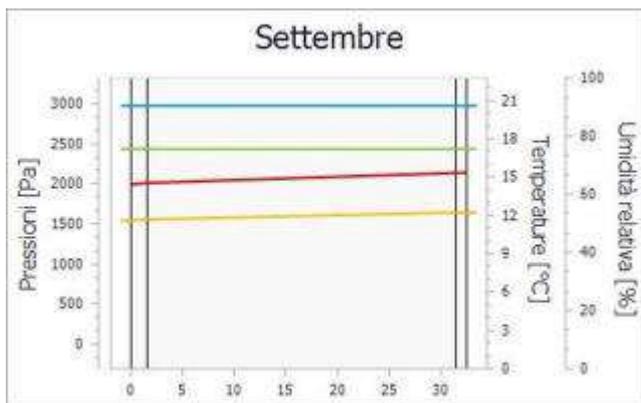
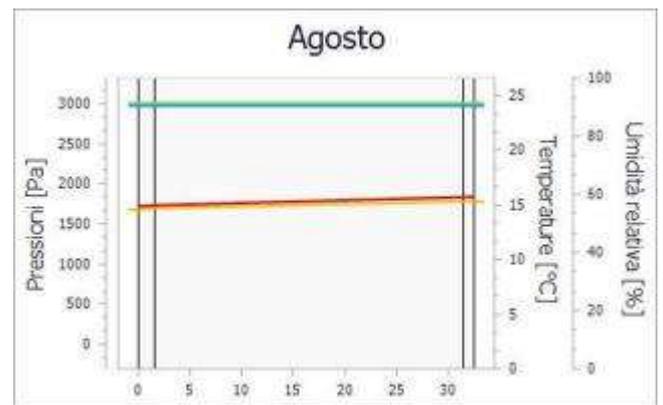
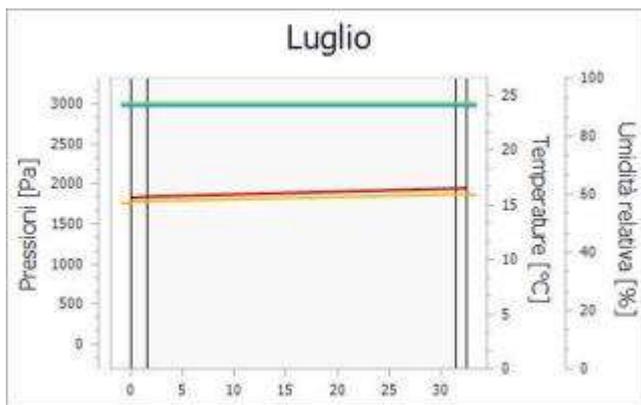
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





Tipologia: **Parete Esterna**

Confine: **Esterno**

Codice: **MUR02-EXISOLA-001**

Descrizione: **Muratura in THERMOTEK cm. 44**

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Intonaco interno generico	0,010	0,700	1400,00	1000,00	11	0,014
2	THERMOTEK® TERRA SARDA 30	0,300	0,091	800,00	840,00	10	3,297
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,010	0,900	1800,00	840,00	27	0,011
4	Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est.	0,120	0,900	1300,00	880,00	60	0,133
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,440</b>					<b>3,625</b>

#### Legenda

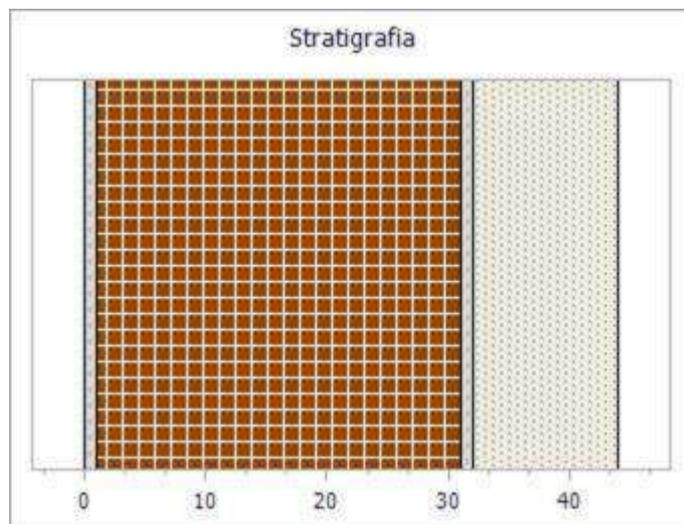
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale  
R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	44	cm
Trasmittanza termica	U	0,276	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,625	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	428,00	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	368,00	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>I,E</sub>	0,013	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	31,59	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	100,46	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,048	-
Sfasamento	$\varphi$	20,87	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	2,310	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	7,319	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>S</sub>	396,00	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:

Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) muffa:

Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

*Legenda simboli*

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

*Legenda pedici*

*i* - Interna  
*e* - Esterna  
*vap* - Vapore  
*sat* - Saturazione

*Legenda unità di misura*

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,964

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,964

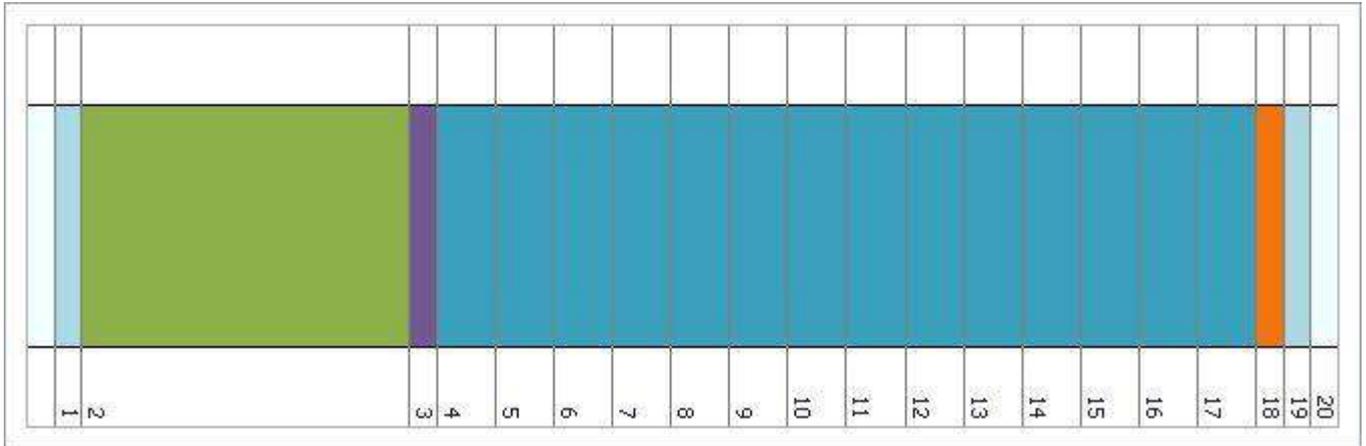
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est.	-	0,040	-
3	Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est. - Malta di calce o di calce e cemento	12,0	0,133	7,20
4	Malta di calce o di calce e cemento - THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [0]	1,0	0,011	0,27
5	THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [0] - THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [1]	2,1	0,235	0,21
6	THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [1] - THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [2]	2,1	0,235	0,21
7	THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [2] - THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [3]	2,1	0,235	0,21
8	THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [3] - THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [4]	2,1	0,235	0,21
9	THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [4] - THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [5]	2,1	0,235	0,21
10	THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [5] - THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [6]	2,1	0,235	0,21
11	THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [6] - THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [7]	2,1	0,235	0,21
12	THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [7] - THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [8]	2,1	0,235	0,21
13	THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [8] - THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [9]	2,1	0,235	0,21
14	THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [9] - THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [10]	2,1	0,235	0,21
15	THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [10] - THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [11]	2,1	0,235	0,21
16	THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [11] - THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [12]	2,1	0,235	0,21
17	THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [12] - THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [13]	2,1	0,235	0,21
18	THERMOTEEK® TERRA SARDA 30 [13] - Intonaco interno generico	2,1	0,235	0,21
19	Intonaco interno generico - Strato laminare interno	1,0	0,014	0,11
20	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	θ	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	φ	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1165	1245	1383	1623	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1524	1220
	θ	9,22	10,21	11,79	14,24	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,28	9,91
	φ	80,60	78,23	81,65	80,23	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,83	81,61
3	Pv	1196	1275	1411	1638	2142	1717	1844	1755	1617	1492	1403	1251
	Ps	1196	1275	1411	1638	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1549	1251
	θ	9,62	10,57	12,10	14,38	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,53	10,29

	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	64,18	61,09	58,14	66,25	74,10	90,59	100,00
4	Pv	1199	1278	1413	1639	2142	1719	1846	1757	1619	1497	1412	1254
	Ps	1199	1278	1413	1639	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1551	1254
	θ	9,65	10,60	12,12	14,39	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,55	10,32
	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	64,27	61,18	58,22	66,35	74,33	91,03	100,00
5	Pv	1215	1288	1421	1637	2097	1721	1848	1759	1621	1501	1419	1268
	Ps	1257	1334	1464	1665	2142	2675	3018	3018	2440	2017	1596	1310
	θ	10,36	11,25	12,66	14,64	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,65	13,99	10,98
	φ	96,61	96,57	97,04	98,29	97,88	64,35	61,24	58,29	66,43	74,39	88,88	96,75
6	Pv	1230	1298	1428	1635	2051	1723	1850	1761	1623	1505	1426	1282
	Ps	1318	1392	1517	1692	2142	2675	3018	3018	2440	2021	1643	1369
	θ	11,07	11,89	13,20	14,89	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,67	14,43	11,64
	φ	93,34	93,28	94,18	96,61	95,76	64,43	61,31	58,36	66,52	74,45	86,80	93,62
7	Pv	1246	1308	1436	1633	2006	1725	1852	1763	1625	1508	1433	1296
	Ps	1381	1452	1571	1719	2142	2675	3018	3018	2440	2024	1690	1430
	θ	11,78	12,53	13,74	15,13	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,70	14,87	12,31
	φ	90,19	90,11	91,41	94,97	93,64	64,50	61,38	58,42	66,60	74,52	84,76	90,60
8	Pv	1262	1318	1444	1630	1960	1727	1854	1765	1627	1512	1440	1310
	Ps	1447	1514	1627	1747	2142	2675	3018	3018	2440	2027	1739	1494
	θ	12,49	13,18	14,28	15,38	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,72	15,31	12,97
	φ	87,16	87,07	88,73	93,35	91,52	64,58	61,44	58,49	66,68	74,58	82,79	87,69
9	Pv	1277	1329	1451	1628	1915	1729	1857	1767	1629	1516	1447	1324
	Ps	1516	1579	1685	1774	2142	2675	3018	3018	2440	2031	1789	1560
	θ	13,19	13,82	14,82	15,63	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,75	15,75	13,63
	φ	84,24	84,14	86,15	91,76	89,40	64,65	61,51	58,56	66,77	74,64	80,86	84,88
10	Pv	1293	1339	1459	1626	1869	1731	1859	1769	1631	1520	1454	1338
	Ps	1588	1646	1744	1803	2142	2675	3018	3018	2440	2034	1840	1628
	θ	13,90	14,46	15,36	15,87	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,78	16,20	14,29
	φ	81,43	81,32	83,65	90,21	87,28	64,73	61,58	58,62	66,85	74,71	78,99	82,17
11	Pv	1308	1349	1466	1624	1824	1733	1861	1771	1633	1523	1460	1352
	Ps	1662	1716	1805	1831	2142	2675	3018	3018	2440	2037	1893	1700
	θ	14,61	15,10	15,90	16,12	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,80	16,64	14,96
	φ	78,72	78,61	81,23	88,68	85,16	64,80	61,65	58,69	66,93	74,77	77,16	79,56
12	Pv	1324	1359	1474	1622	1779	1735	1863	1773	1635	1527	1467	1366
	Ps	1740	1788	1868	1860	2142	2675	3018	3018	2440	2041	1946	1774
	θ	15,32	15,75	16,44	16,37	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,83	17,08	15,62
	φ	76,11	76,00	78,89	87,18	83,04	64,88	61,71	58,76	67,02	74,83	75,39	77,04
13	Pv	1340	1369	1482	1620	1733	1737	1865	1775	1637	1531	1474	1380
	Ps	1820	1863	1933	1890	2142	2675	3018	3018	2440	2044	2002	1850
	θ	16,03	16,39	16,97	16,61	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,85	17,52	16,28
	φ	73,59	73,49	76,63	85,71	80,92	64,96	61,78	58,83	67,10	74,89	73,66	74,60
14	Pv	1355	1379	1489	1618	1688	1739	1867	1777	1639	1535	1481	1394
	Ps	1904	1941	2001	1920	2142	2675	3018	3018	2440	2047	2058	1930
	θ	16,73	17,03	17,51	16,86	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,88	17,96	16,94
	φ	71,17	71,07	74,44	84,27	78,80	65,03	61,85	58,89	67,18	74,95	71,97	72,26
15	Pv	1371	1389	1497	1616	1642	1741	1869	1780	1641	1538	1488	1408
	Ps	1992	2021	2070	1950	2142	2675	3018	3018	2440	2051	2116	2012
	θ	17,44	17,68	18,05	17,11	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,91	18,40	17,61
	φ	68,83	68,74	72,32	82,85	76,68	65,11	61,91	58,96	67,26	75,01	70,33	69,99
16	Pv	1386	1400	1504	1613	1597	1744	1871	1782	1643	1542	1495	1423
	Ps	2082	2105	2141	1981	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2175	2098
	θ	18,15	18,32	18,59	17,36	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,85	18,27
	φ	66,58	66,50	70,28	81,46	74,56	65,18	61,98	59,03	67,35	75,07	68,73	67,80
	Pv	1402	1410	1512	1611	1552	1746	1873	1784	1645	1546	1502	1437



17	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

#### Legenda

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]

$M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia	$M_a$	40,17	$g/m^2$
Interfaccia		4	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	$g/m^2$
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a  $40,17 g/m^2$  (inferiore al limite di  $500,00 g/m^2$ ), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

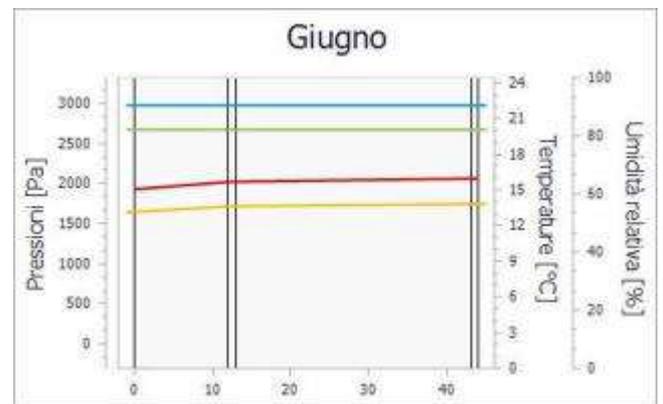
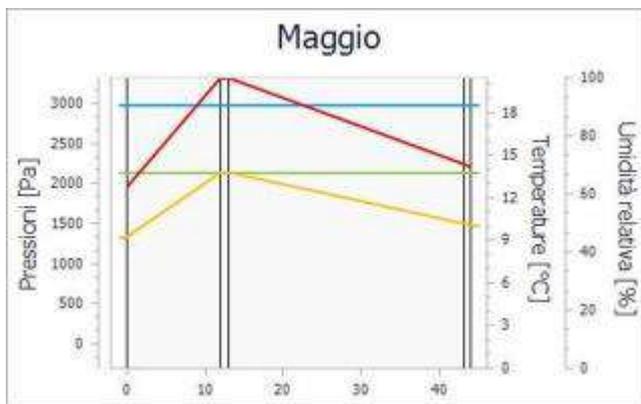
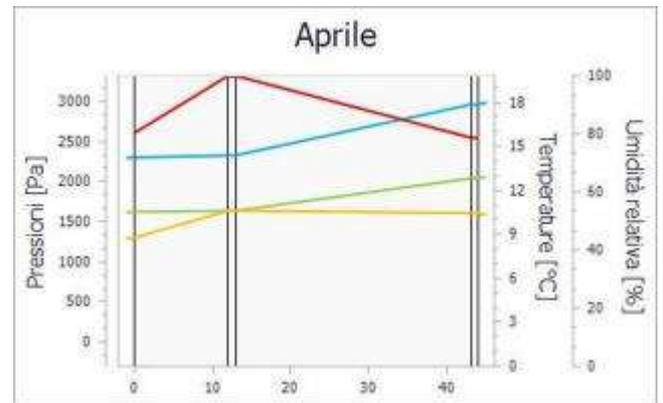
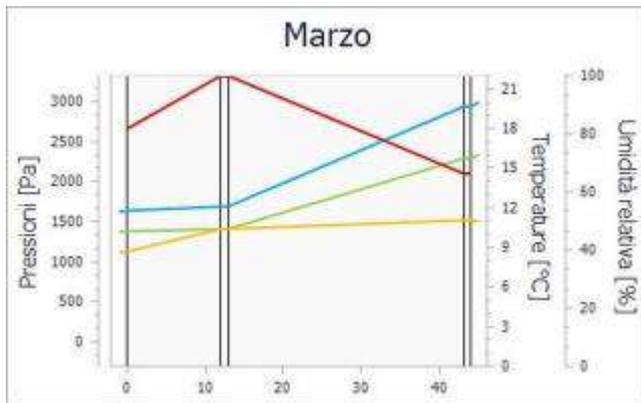
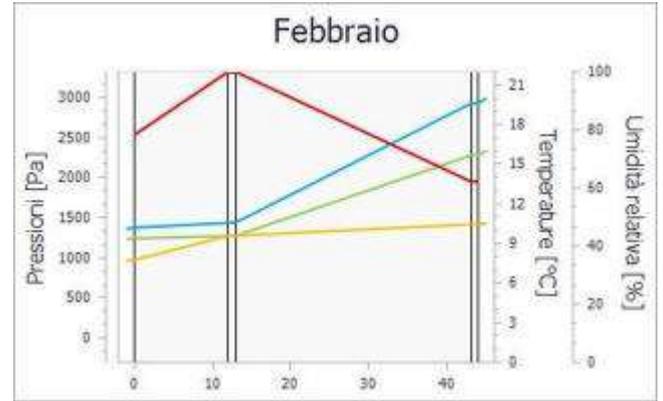
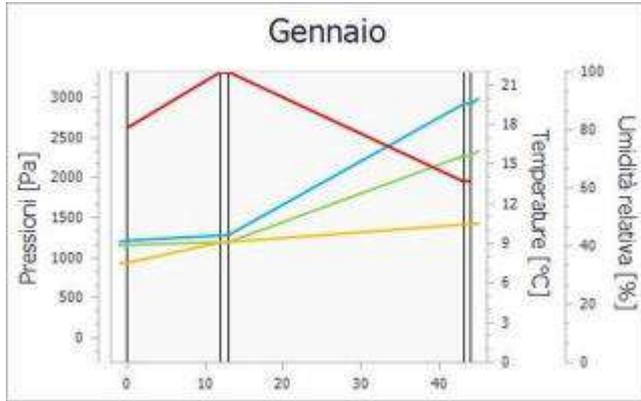
Legenda

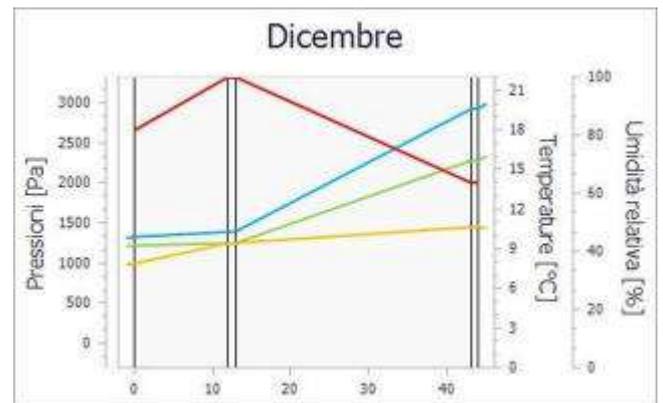
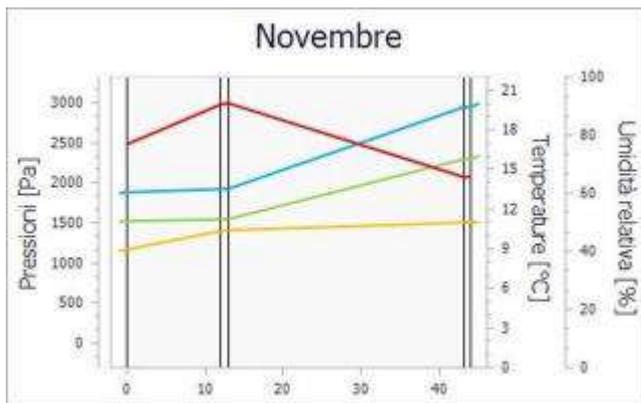
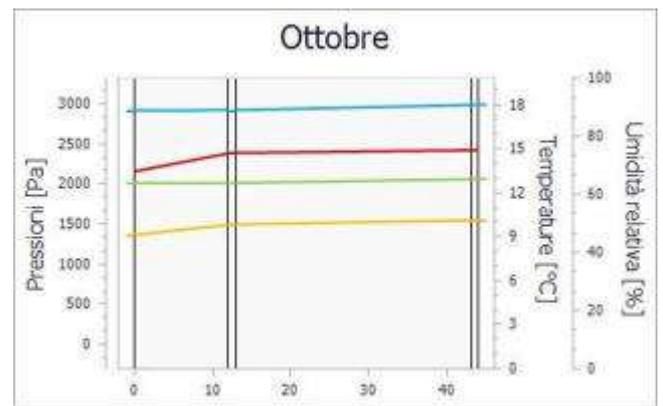
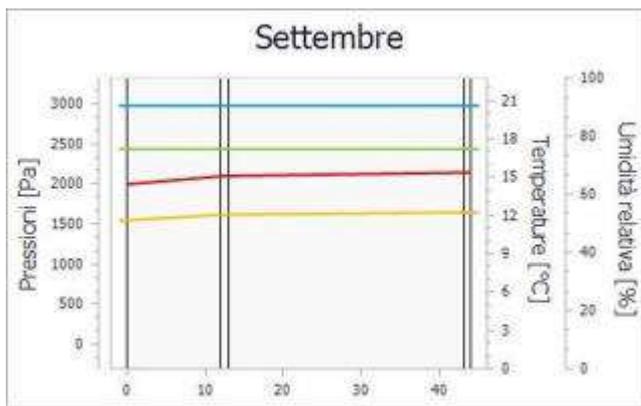
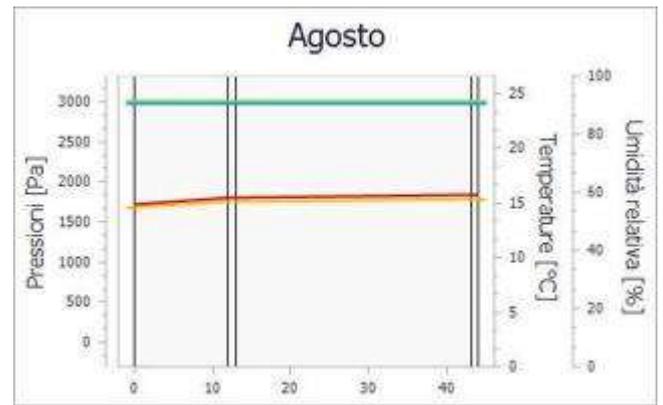
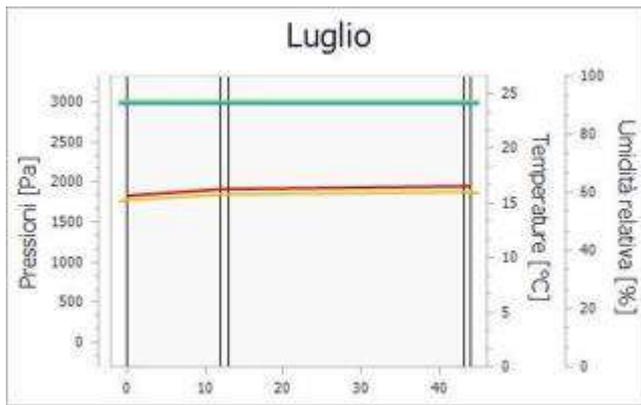
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





## Componenti opachi orizzontali o inclinati

Tipologia:	<u>Pavimento Esterno</u>	Confine:	<u>Esterno</u>
Codice:	<u>PAV-VS-TERRA-EXISOLA</u>	Descrizione:	<u>Pavimento su terreno cm. 70</u>

### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,170
1	Pavimentazione interna - gres	0,010	1,470	1700,00	1000,00	200	0,007
2	Sottofondo in cls - malta di cemento	0,050	1,400	2000,00	1000,00	60	0,036
3	Massetto isolante termico di politerm	0,150	0,067	265,00	1400,00	12	2,239
4	Calcestruzzo armato (getto)	0,040	1,910	2400,00	1000,00	130	0,021
5	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.)	0,350	-	1,30	1000,00	1	0,090
6	C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	0,100	1,310	2000,00	880,00	60	0,076
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,700</b>					<b>2,679</b>

#### Legenda

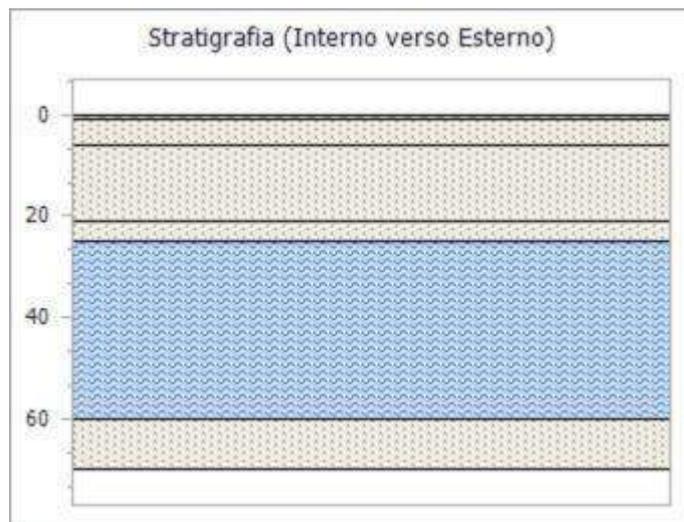
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale  
 R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	70	cm
Trasmittanza termica	U	0,373	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	2,679	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	453,21	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	445,11	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>I,E</sub>	0,054	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	61,77	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	128,95	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,146	-
Sfasamento	$\varphi$	15,15	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	4,478	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	9,373	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>S</sub>	453,21	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo	Classe di concentrazione del vapore all'interno
Classe di concentrazione:	Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata
$\varphi$ muffa:	0,80 [-]
$\varphi$ condensa:	1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

### Legenda simboli

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

### Legenda pedici

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

### Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,937

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,937

Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	-	0,040	-
3	C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne - Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.)	10,0	0,076	6,00
4	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.) - Calcestruzzo armato (getto)	35,0	0,090	0,35
5	Calcestruzzo armato (getto) - Massetto isolante termico di politerm [0]	4,0	0,021	5,20
6	Massetto isolante termico di politerm [0] - Massetto isolante termico di politerm [1]	1,7	0,249	0,19
7	Massetto isolante termico di politerm [1] - Massetto isolante termico di politerm [2]	1,7	0,249	0,19
8	Massetto isolante termico di politerm [2] - Massetto isolante termico di politerm [3]	1,7	0,249	0,19
9	Massetto isolante termico di politerm [3] - Massetto isolante termico di politerm [4]	1,7	0,249	0,19
10	Massetto isolante termico di politerm [4] - Massetto isolante termico di politerm [5]	1,7	0,249	0,19
11	Massetto isolante termico di politerm [5] - Massetto isolante termico di politerm [6]	1,7	0,249	0,19
12	Massetto isolante termico di politerm [6] - Massetto isolante termico di politerm [7]	1,7	0,249	0,19
13	Massetto isolante termico di politerm [7] - Massetto isolante termico di politerm [8]	1,7	0,249	0,19
14	Massetto isolante termico di politerm [8] - Sottofondo in cls - malta di cemento	1,7	0,249	0,19
15	Sottofondo in cls - malta di cemento - Pavimentazione interna - gres	5,0	0,036	3,00
16	Pavimentazione interna - gres - Strato laminare interno	1,0	0,007	2,00
17	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,170	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	$\theta$	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	$\varphi$	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1168	1248	1386	1625	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1527	1223
	$\theta$	9,26	10,25	11,82	14,26	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,61	13,30	9,95

	φ	80,36	78,03	81,48	80,16	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,70	81,39
3	Pv	1099	1122	1259	1403	1382	1681	1809	1719	1581	1427	1283	1147
	Ps	1193	1272	1407	1636	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1546	1247
	θ	9,57	10,53	12,06	14,37	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,50	10,24
	φ	92,11	88,23	89,42	85,74	64,54	62,86	59,92	56,97	64,80	70,87	82,99	91,98
4	Pv	1108	1131	1266	1408	1385	1683	1811	1721	1583	1431	1290	1156
	Ps	1222	1300	1433	1650	2142	2675	3018	3018	2440	2015	1569	1276
	θ	9,94	10,86	12,34	14,49	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,72	10,59
	φ	90,63	86,96	88,32	85,39	64,67	62,93	59,99	57,03	64,88	70,98	82,18	90,60
5	Pv	1229	1307	1378	1496	1428	1712	1839	1750	1612	1483	1387	1283
	Ps	1229	1307	1440	1653	2142	2675	3018	3018	2440	2016	1575	1283
	θ	10,02	10,94	12,40	14,52	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,78	10,67
	φ	100,00	100,00	95,75	90,49	66,66	64,00	60,93	57,98	66,05	73,58	88,06	100,00
6	Pv	1235	1310	1383	1499	1429	1713	1840	1751	1613	1485	1390	1288
	Ps	1315	1389	1514	1691	2142	2675	3018	3018	2440	2021	1641	1366
	θ	11,04	11,86	13,18	14,88	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,67	14,41	11,61
	φ	93,89	94,33	91,30	88,64	66,73	64,04	60,96	58,01	66,09	73,51	84,75	94,27
7	Pv	1241	1314	1387	1502	1431	1714	1841	1752	1614	1487	1394	1293
	Ps	1406	1475	1592	1730	2142	2675	3018	3018	2440	2025	1709	1454
	θ	12,05	12,78	13,95	15,23	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,71	15,04	12,56
	φ	88,21	89,03	87,09	86,84	66,80	64,08	61,00	58,05	66,13	73,43	81,57	88,91
8	Pv	1246	1317	1391	1505	1432	1715	1842	1753	1615	1489	1397	1298
	Ps	1503	1567	1674	1769	2142	2675	3018	3018	2440	2030	1779	1547
	θ	13,06	13,70	14,72	15,58	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,75	15,67	13,51
	φ	82,91	84,06	83,10	85,07	66,88	64,12	61,03	58,08	66,18	73,35	78,53	83,89
9	Pv	1252	1320	1395	1508	1434	1716	1843	1754	1616	1491	1401	1303
	Ps	1605	1663	1759	1810	2142	2675	3018	3018	2440	2035	1853	1645
	θ	14,07	14,62	15,49	15,93	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,78	16,30	14,45
	φ	77,97	79,40	79,32	83,35	66,95	64,15	61,07	58,12	66,22	73,28	75,62	79,19
10	Pv	1257	1324	1399	1512	1436	1717	1844	1755	1617	1493	1405	1308
	Ps	1714	1764	1847	1851	2142	2675	3018	3018	2440	2040	1929	1749
	θ	15,09	15,54	16,26	16,29	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,82	16,93	15,40
	φ	73,36	75,03	75,73	81,67	67,02	64,19	61,10	58,15	66,26	73,20	72,83	74,79
11	Pv	1263	1327	1403	1515	1437	1718	1845	1756	1618	1495	1408	1313
	Ps	1829	1871	1940	1893	2142	2675	3018	3018	2440	2044	2007	1858
	θ	16,10	16,46	17,03	16,64	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,86	17,57	16,35
	φ	69,06	70,93	72,32	80,02	67,10	64,23	61,14	58,19	66,31	73,13	70,16	70,66
12	Pv	1269	1330	1407	1518	1439	1719	1846	1757	1619	1497	1412	1318
	Ps	1950	1983	2037	1936	2142	2675	3018	3018	2440	2049	2089	1973
	θ	17,11	17,38	17,80	16,99	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,89	18,20	17,30
	φ	65,04	67,08	69,09	78,42	67,17	64,27	61,17	58,22	66,35	73,05	67,60	66,79
13	Pv	1274	1334	1411	1521	1440	1720	1847	1758	1620	1499	1415	1323
	Ps	2079	2101	2138	1979	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2173	2095
	θ	18,12	18,30	18,57	17,35	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,83	18,24
	φ	61,29	63,47	66,02	76,85	67,24	64,31	61,21	58,25	66,39	72,97	65,14	63,16
14	Pv	1280	1337	1416	1524	1442	1721	1848	1759	1621	1501	1419	1328
	Ps	2215	2226	2243	2024	2142	2675	3018	3018	2440	2059	2260	2222
	θ	19,14	19,21	19,34	17,70	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,46	19,19
	φ	57,78	60,08	63,10	75,31	67,32	64,35	61,24	58,29	66,44	72,90	62,79	59,75
15	Pv	1367	1390	1480	1575	1466	1738	1865	1776	1638	1531	1475	1406
	Ps	2235	2244	2259	2031	2142	2675	3018	3018	2440	2059	2273	2241
	θ	19,28	19,35	19,45	17,75	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,55	19,33
	φ	61,18	61,94	65,54	77,55	68,47	64,96	61,79	58,83	67,11	74,35	64,90	62,73
	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458

16	Ps	2239	2248	2262	2032	2142	2675	3018	3018	2440	2060	2275	2245
	$\theta$	19,31	19,37	19,47	17,76	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,57	19,35
	$\varphi$	63,68	63,41	67,36	79,15	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,33	66,47	64,94
17	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2337	2337	2337	2063	2142	2675	3018	3018	2440	2063	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	18,00	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	18,00	20,00	20,00
	$\varphi$	61,00	60,98	65,20	77,96	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,21	64,72	62,38

**Legenda**

Int.	Numero interfaccia	$\theta$	Temperatura [ $^{\circ}$ C]
$P_v$	Pressione di vapore [Pa]	$P_s$	Pressione di saturazione [Pa]
$\varphi$	Umidità relativa [%]		

Dall'analisi risulta formazione di condensa interstiziale. Di seguito i dettagli delle masse condensate ed evaporate:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	$g_c$	2,15	-5,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
	$M_a$	2,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
6	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Legenda**

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]  
 $M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia	$M_a$	2,74	$\text{g/m}^2$
Interfaccia		5	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	$\text{g/m}^2$
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a  $2,74 \text{ g/m}^2$  (inferiore al limite di  $500,00 \text{ g/m}^2$ ), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

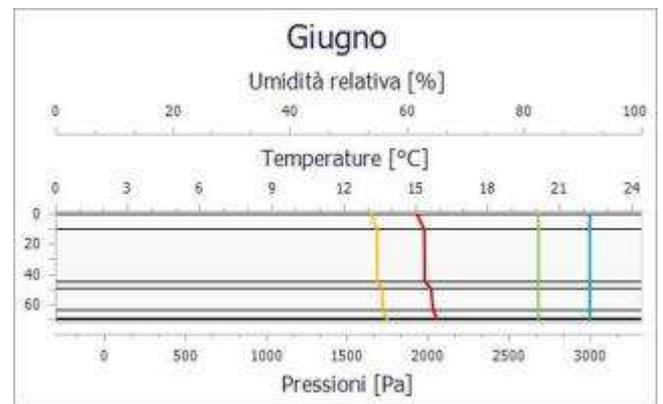
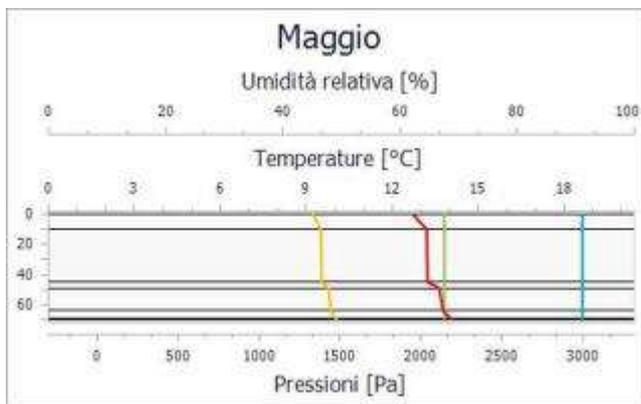
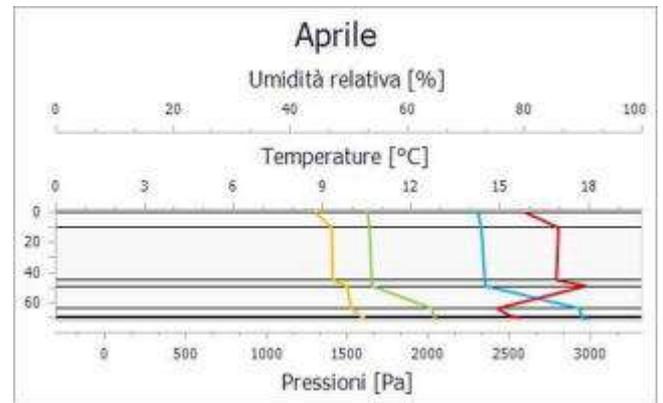
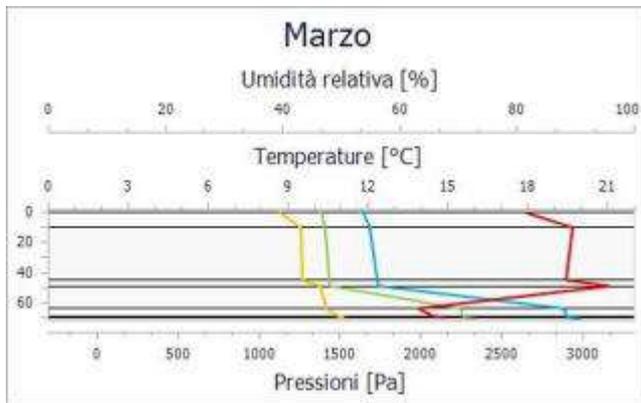
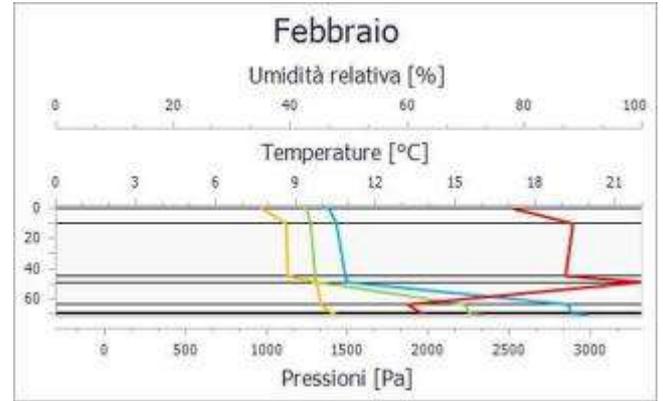
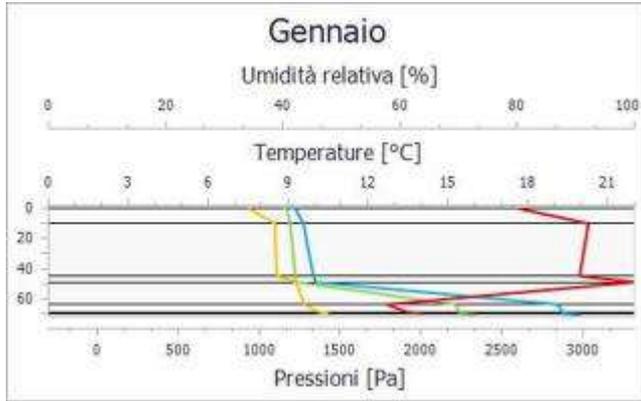
Legenda

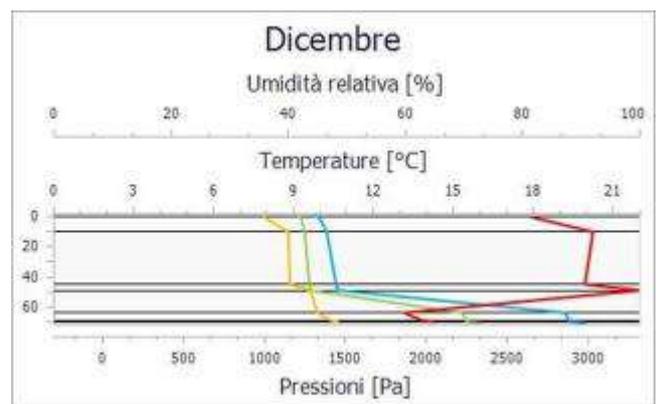
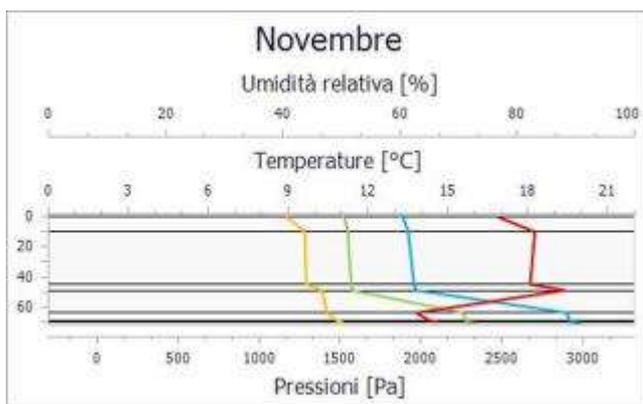
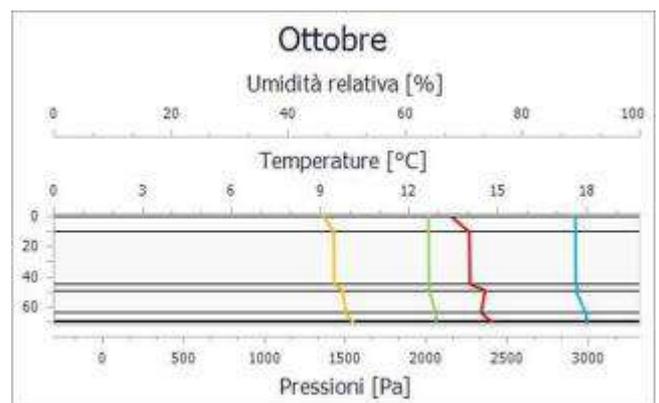
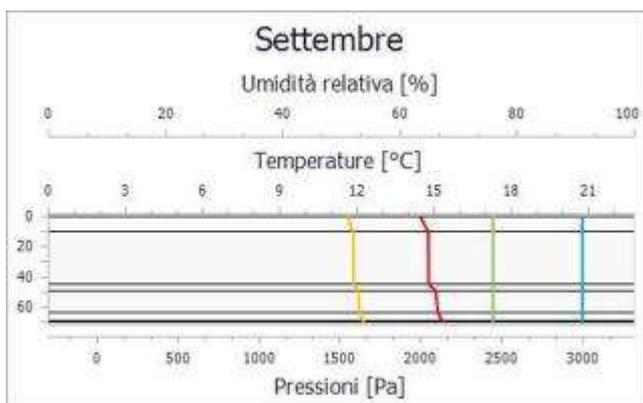
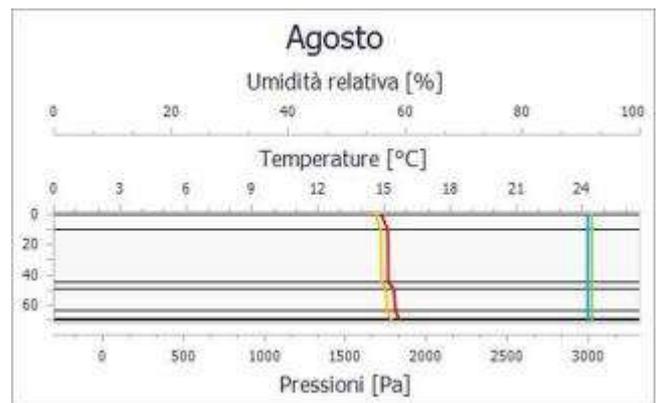
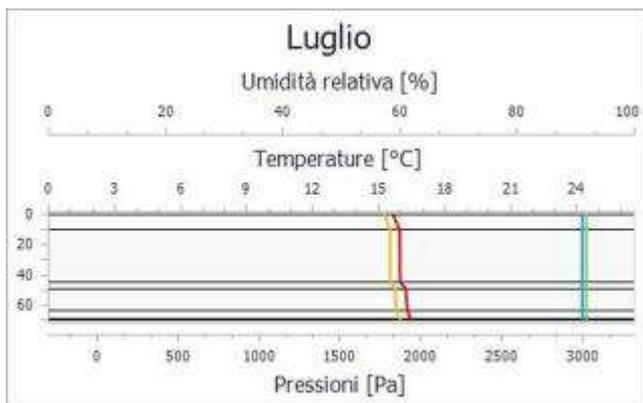
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





Tipologia: Solaio Esterno

Confine: Esterno

Codice: COP-LATCEM-COVERPIU'

Descrizione: Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù

### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,100
1	Intonaco di calce e sabbia	0,010	0,800	1600,00	1000,00	6	0,013
2	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm)	0,160	-	900,00	1000,00	100	0,300
3	Calcestruzzo armato generico	0,040	-	2400,00	1000,00	130	0,330
4	polistirene espanso sinterizzato con Grafite	0,100	0,032	88,70	1450,00	40	3,125
5	Acciaio	0,005	52,000	7800,00	500,00	1000000	0,000
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,315</b>					<b>3,908</b>

#### Legenda

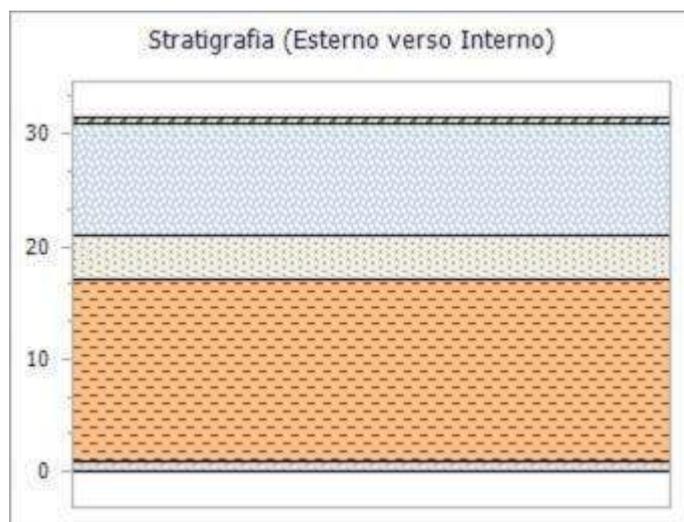
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale  
R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	31,5	cm
Trasmittanza termica	U	0,256	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,908	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	303,87	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	288,36	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	$\gamma_{IE}$	0,038	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	59,80	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	24,07	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,149	-
Sfasamento	$\varphi$	12,38	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	4,318	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	1,743	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	287,87	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:

$\varphi$  muffa:

$\varphi$  condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	7,10	81,11	818	1008	20,00	58,87	1376	2337
Febbraio	8,10	78,67	849	1080	20,00	58,70	1372	2337
Marzo	9,70	82,00	986	1203	20,00	62,13	1452	2337
Aprile	12,20	80,32	1141	1420	18,00	73,58	1518	2063
Maggio	16,60	62,14	1173	1888	18,00	67,58	1394	2063
Giugno	20,20	61,54	1456	2366	20,20	65,77	1556	2366
Luglio	22,20	58,74	1571	2675	22,20	62,48	1671	2675
Agosto	22,20	55,80	1493	2675	22,20	59,54	1593	2675
Settembre	18,70	63,36	1366	2155	18,70	70,14	1512	2155
Ottobre	15,60	67,81	1201	1771	18,00	70,65	1457	2063
Novembre	11,20	77,08	1025	1330	20,00	61,50	1437	2337
Dicembre	7,80	82,08	868	1058	20,00	59,96	1401	2337

*Legenda simboli*

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

*Legenda pedici*

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

*Legenda unità di misura*

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1720	1715	1815	1897	1742	1945	2089	1991	1890	1822	1797	1752
$\theta_{si,min}$	°C	15,14	15,09	15,98	16,68	15,34	17,07	18,20	17,43	16,61	16,04	15,82	15,42
$f_{R,si,min}$	[-]	0,623	0,588	0,610	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,525	0,625

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,625

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,974

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1376	1372	1452	1518	1394	1556	1671	1593	1512	1457	1437	1401
$\theta_{si,min}$	°C	11,72	11,67	12,53	13,21	11,91	13,59	14,69	13,95	13,15	12,59	12,38	11,99
$f_{R,si,min}$	[-]	0,358	0,300	0,275	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,134	0,344

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,358

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,974

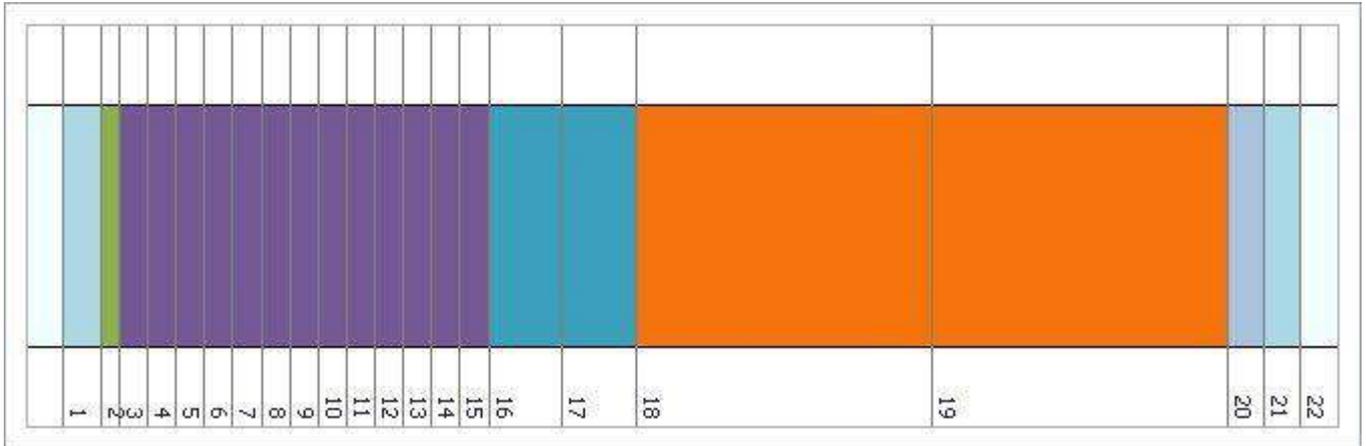
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Acciaio	-	0,040	-
3	Acciaio - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [0]	0,5	0,000	5000,00
4	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [0] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [1]	0,8	0,240	0,31
5	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [1] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [2]	0,8	0,240	0,31
6	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [2] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [3]	0,8	0,240	0,31
7	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [3] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [4]	0,8	0,240	0,31
8	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [4] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [5]	0,8	0,240	0,31
9	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [5] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [6]	0,8	0,240	0,31
10	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [6] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [7]	0,8	0,240	0,31
11	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [7] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [8]	0,8	0,240	0,31
12	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [8] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [9]	0,8	0,240	0,31
13	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [9] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [10]	0,8	0,240	0,31
14	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [10] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [11]	0,8	0,240	0,31
15	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [11] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [12]	0,8	0,240	0,31
16	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [12] - Calcestruzzo armato generico [0]	0,8	0,240	0,31
17	Calcestruzzo armato generico [0] - Calcestruzzo armato generico [1]	2,0	0,165	2,60
18	Calcestruzzo armato generico [1] - Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [0]	2,0	0,165	2,60
19	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [0] - Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [1]	8,0	0,150	8,00
20	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [1] - Intonaco di calce e sabbia	8,0	0,150	8,00
21	Intonaco di calce e sabbia - Strato laminare interno	1,0	0,013	0,06
22	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,100	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	818	849	986	1141	1173	1456	1571	1493	1366	1201	1025	868
	Ps	1008	1080	1203	1420	1888	2366	2675	2675	2155	1771	1330	1058
	θ	7,10	8,10	9,70	12,20	16,60	20,20	22,20	22,20	18,70	15,60	11,20	7,80
	φ	81,11	78,67	82,00	80,32	62,14	61,54	58,74	55,80	63,36	67,81	77,08	82,08
2	Pv	818	849	986	1141	1173	1456	1571	1493	1366	1201	1025	868
	Ps	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	2675	2155	1774	1338	1067
	θ	7,23	8,22	9,81	12,26	16,61	20,20	22,20	22,20	18,70	15,62	11,29	7,92
	φ	80,38	78,02	81,42	80,01	62,08	61,54	58,74	55,80	63,36	67,70	76,62	81,38
3	Pv	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	1592	1511	1456	1338	1067
	Ps	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	2675	2155	1774	1338	1067
	θ	7,23	8,22	9,81	12,26	16,61	20,20	22,20	22,20	18,70	15,62	11,29	7,93
	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	59,52	70,11	82,07	100,00
4	Pv	1022	1092	1214	1427	1884	2356	2663	1592	1511	1456	1339	1071
	Ps	1074	1144	1264	1460	1900	2366	2675	2675	2155	1791	1386	1123
	θ	8,03	8,95	10,44	12,62	16,70	20,20	22,20	22,20	18,70	15,77	11,83	8,68
	φ	95,13	95,46	96,08	97,76	99,14	99,58	99,54	59,52	70,11	81,30	96,57	95,39
5	Pv	1026	1095	1217	1428	1878	2346	2650	1592	1511	1456	1340	1075
	Ps	1134	1202	1318	1494	1911	2366	2675	2675	2155	1808	1437	1181
	θ	8,82	9,69	11,07	12,97	16,79	20,20	22,20	22,20	18,70	15,92	12,37	9,43
	φ	90,53	91,15	92,33	95,58	98,28	99,17	99,09	59,52	70,11	80,54	93,27	91,02
6	Pv	1031	1099	1220	1429	1872	2336	2638	1592	1511	1456	1341	1079
	Ps	1196	1262	1375	1530	1921	2366	2675	2675	2155	1825	1489	1242
	θ	9,61	10,42	11,71	13,33	16,87	20,20	22,20	22,20	18,70	16,07	12,91	10,18
	φ	86,17	87,07	88,75	93,45	97,43	98,75	98,63	59,52	70,11	79,78	90,10	86,88
7	Pv	1035	1102	1223	1430	1866	2327	2626	1592	1511	1456	1342	1083
	Ps	1261	1325	1434	1566	1932	2366	2675	2675	2155	1842	1542	1306
	θ	10,41	11,15	12,34	13,69	16,96	20,20	22,20	22,20	18,70	16,22	13,46	10,93
	φ	82,06	83,18	85,32	91,37	96,59	98,33	98,17	59,52	70,11	79,03	87,05	82,95
8	Pv	1039	1106	1226	1432	1860	2317	2614	1592	1511	1456	1344	1087
	Ps	1330	1391	1494	1602	1942	2366	2675	2675	2155	1860	1597	1372
	θ	11,20	11,88	12,97	14,04	17,04	20,20	22,20	22,20	18,70	16,36	14,00	11,68
	φ	78,16	79,50	82,04	89,35	95,75	97,92	97,71	59,52	70,11	78,30	84,11	79,22
9	Pv	1044	1109	1229	1433	1854	2307	2601	1592	1511	1456	1345	1091
	Ps	1401	1460	1557	1640	1953	2366	2675	2675	2155	1877	1654	1442
	θ	11,99	12,61	13,61	14,40	17,13	20,20	22,20	22,20	18,70	16,51	14,54	12,43
	φ	74,48	75,99	78,91	87,37	94,92	97,50	97,26	59,52	70,11	77,56	81,29	75,68
10	Pv	1048	1113	1232	1434	1848	2297	2589	1592	1511	1456	1346	1095
	Ps	1476	1531	1623	1678	1963	2366	2675	2675	2155	1895	1713	1515
	θ	12,79	13,35	14,24	14,76	17,22	20,20	22,20	22,20	18,70	16,66	15,08	13,18
	φ	70,99	72,67	75,91	85,45	94,10	97,08	96,80	59,52	70,11	76,84	78,57	72,32
11	Pv	1052	1116	1235	1435	1842	2287	2577	1592	1511	1456	1347	1099
	Ps	1555	1606	1691	1717	1974	2366	2675	2675	2155	1913	1774	1590
	θ	13,58	14,08	14,87	15,11	17,30	20,20	22,20	22,20	18,70	16,81	15,62	13,93
	φ	67,68	69,50	73,04	83,57	93,28	96,66	96,34	59,52	70,11	76,12	75,95	69,12
12	Pv	1057	1120	1238	1436	1835	2277	2565	1592	1511	1456	1348	1103
	Ps	1637	1684	1761	1757	1985	2366	2675	2675	2155	1931	1836	1670
	θ	14,37	14,81	15,51	15,47	17,39	20,20	22,20	22,20	18,70	16,95	16,16	14,68
	φ	64,55	66,49	70,29	81,74	92,47	96,25	95,89	59,52	70,11	75,42	73,44	66,09
13	Pv	1061	1123	1241	1437	1829	2267	2553	1592	1511	1456	1350	1108
	Ps	1723	1765	1834	1797	1996	2366	2675	2675	2155	1949	1901	1752
	θ	15,17	15,54	16,14	15,83	17,48	20,20	22,20	22,20	18,70	17,10	16,70	15,43
	φ	61,58	63,63	67,66	79,96	91,66	95,83	95,43	59,52	70,11	74,71	71,01	63,21



7	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Legenda**

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]

$M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia

$M_a$

29,00

$g/m^2$

Interfaccia		3	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	g/m <sup>2</sup>
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a 29,00 g/m<sup>2</sup> (inferiore al limite di 500,00 g/m<sup>2</sup>), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

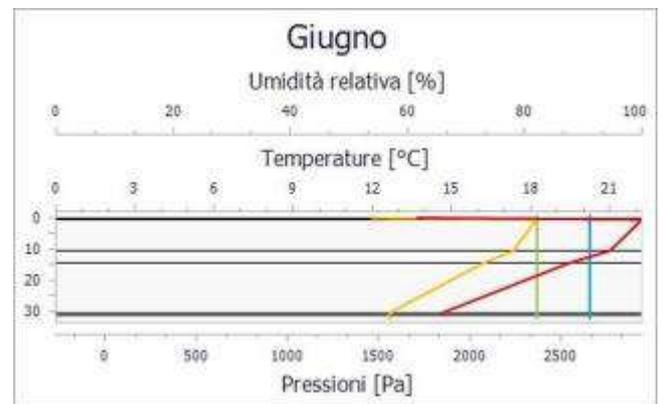
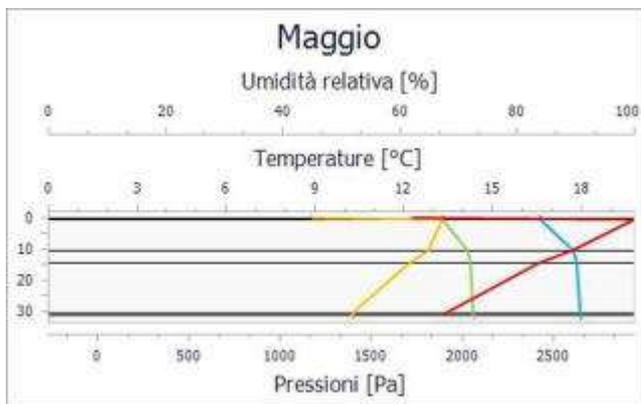
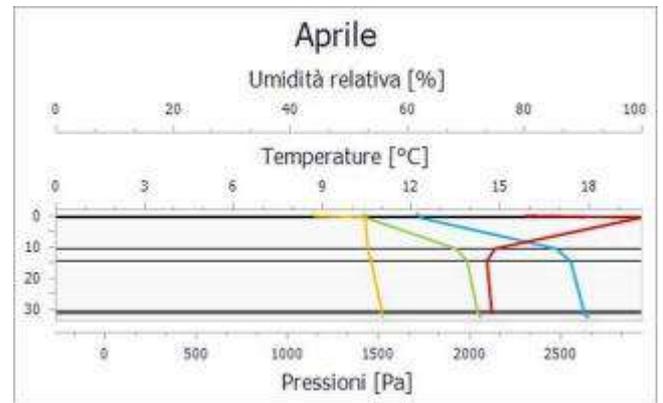
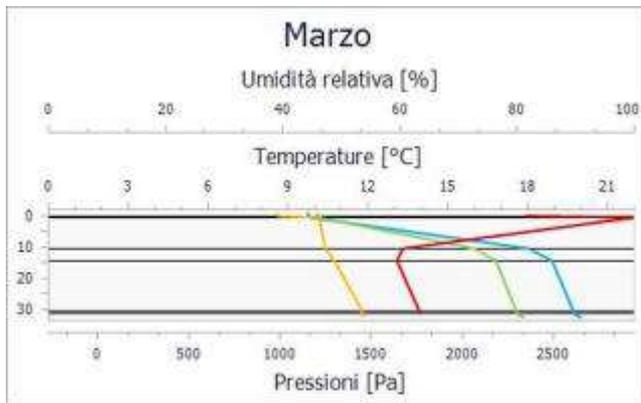
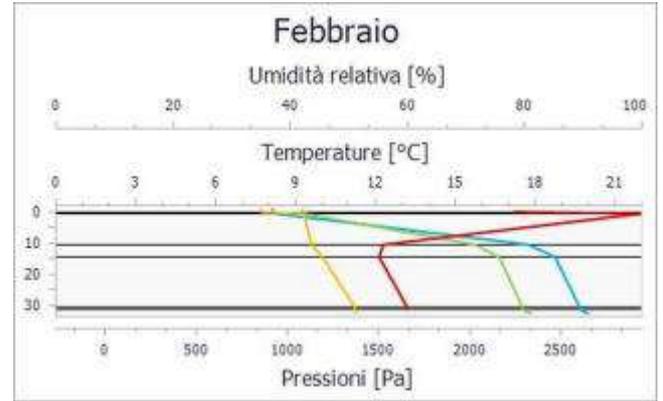
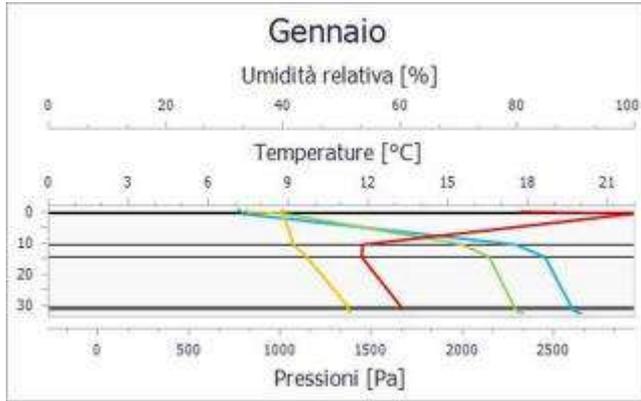
Legenda

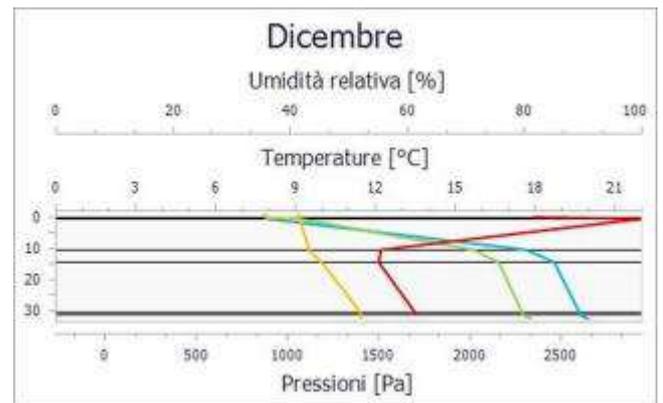
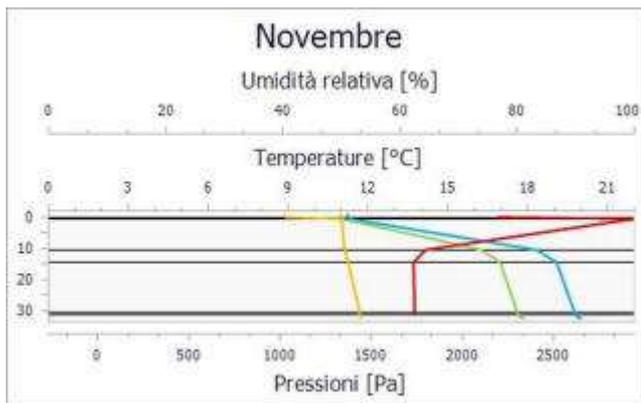
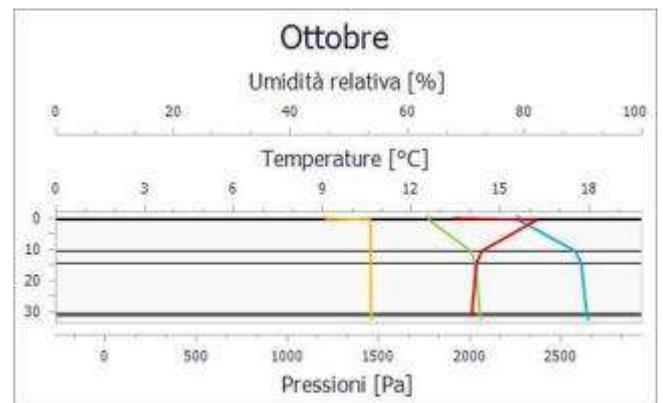
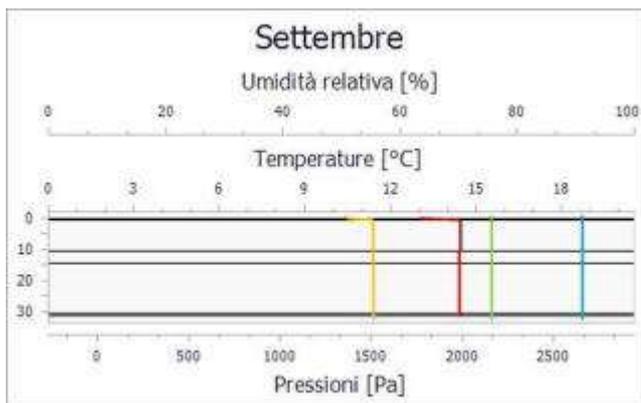
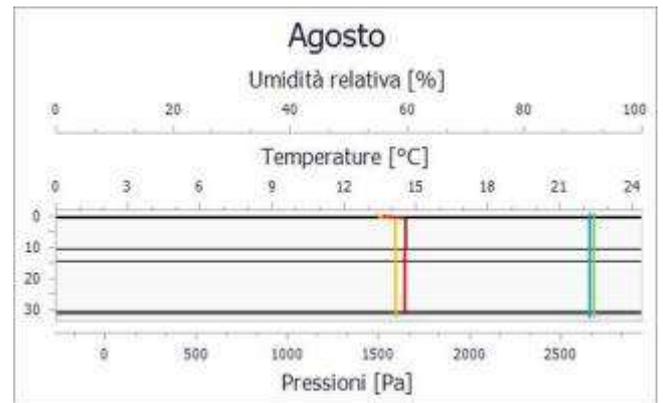
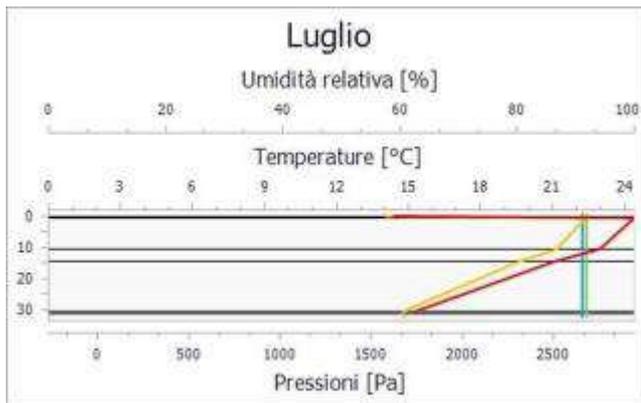
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità

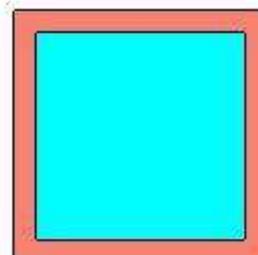




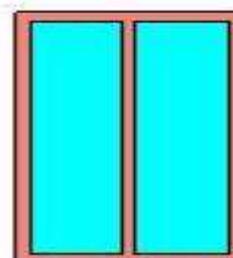


## ALLEGATO 2 – CARATTERISTICHE TERMICHE COMPONENTI FINESTRATI

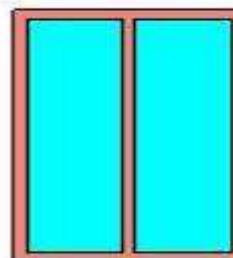
Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
F.01	Singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 80x80
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,140 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	
<i>*Trasmittanza fornita dal produttore</i>		



Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
PB.03	Singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 120x210
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,200 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	
<i>*Trasmittanza fornita dal produttore</i>		



Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
PB.01	Singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 130x210
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,180 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	
<i>*Trasmittanza fornita dal produttore</i>		

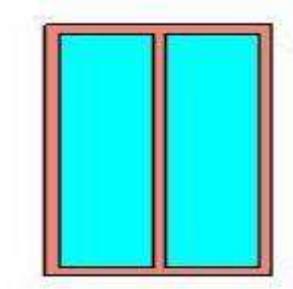


Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
PF.01	Singolo	Portafinestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 120x200

Dati vetro	
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale
Trasmittanza di energia solare (ggl,n)	0,670

Dati telaio	
Tipo	PVC - Profilo vuoto

Dati infisso	
Trasmittanza (U <sub>w</sub> )*	1,190 W/m <sup>2</sup> K
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione



\*Trasmittanza fornita dal produttore



### ALLEGATO 3 – VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

Di seguito si riportano le verifiche termoisometriche dei componenti oggetto di intervento.

#### Componenti verso esterno

Codice	Descrizione	Confine	Condensa superficiale	Condensa interstiziale	Muffa
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	SUD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	NORD_OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	SUD_OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	NORD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
PAV-VS-TERRA-EXISOLA	Pavimento su terreno cm. 70	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
PP.02	Portoncino ingresso 1 anta vetrocamera opalino basso emissivo antieffrazione	SUD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	NORD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	SUD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	NORD_OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	NORD	Non presente	Non presente	Non presente
COP-LATCEM-COVERPIU'	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	SUD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
COP-LATCEM-COVERPIU'	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	NORD_OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente

## ALLEGATO 4 – RIEPILOGO PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito si riporta un riepilogo dei principali risultati di calcolo.

Simbolo	Descrizione
$H'_T$	Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	Area solare equivalente estiva per unità di superficie
$EP_{H,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale
$EP_{C,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva
$EP_{W,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria
$\eta_H$	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione invernale
$\eta_C$	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione estiva
$\eta_W$	Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di acqua calda sanitaria
$EP_{x,nren}$	Indice di prestazione energetica non rinnovabile per il servizio energetico X
$EP_{x,ren}$	Indice di prestazione energetica rinnovabile per il servizio energetico X
$EP_{x,tot}$	Indice di prestazione energetica totale per il servizio energetico X
$EP_{gl,nren}$	Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile
$EP_{gl,ren}$	Indice di prestazione energetica globale rinnovabile
$EP_{gl,tot}$	Indice di prestazione energetica globale
$FER_w$	Percentuale di copertura dei fabbisogni di acqua calda sanitaria
$FER_{gl}$	Percentuale di copertura dei fabbisogni di riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento
X	Servizio energetico: <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>H - Climatizzazione invernale</span> <span>W - Acqua calda sanitaria</span> <span>C - Climatizzazione estiva</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>V - ventilazione meccanica</span> <span>L - Illuminazione</span> <span>T - trasporto</span> </div>

### Unità 2 tipologia B

Indice	U.M.	Edificio reale	Edificio di riferimento
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,408	0,600
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	-	0,003	0,030
$EP_{H,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	14,95	15,91
$EP_{C,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	20,42	29,44
$EP_{W,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	16,62	16,62
$\eta_H$	-	1,261	1,226
$\eta_C$	-	2,730	1,310
$\eta_W$	-	1,218	0,811
$EP_{H,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	6,81	8,83
$EP_{H,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	5,04	4,14
$EP_{H,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	11,85	12,97
$EP_{W,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	3,11	7,62
$EP_{W,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	10,54	12,67
$EP_{W,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	13,64	20,29
$EP_{C,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	11,39
$EP_{C,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	7,48	11,09
$EP_{C,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	7,48	22,48
$EP_{V,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	14,74
$EP_{V,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	3,55
$EP_{V,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	18,29
$EP_{gl,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	9,92	42,58
$EP_{gl,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	23,06	13,16
$EP_{gl,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	32,98	55,75
$FER_w$	%	75,91	50,00
$FER_{gl}$	%	67,56	50,00





## RELAZIONE TECNICA

ai sensi dell'Art. 8 del D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 e  
D.M. 26 Giugno 2015 (ex Legge 10)

Area geografica

Regione **Sardegna**  
Provincia di **Oristano**  
Comune di **ORISTANO**

Ubicazione intervento

,

Proprietà  
Comune di Oristano

Progettista  
Arch. Francesco Deriu

Costruttore

Tecnico  
Ing. Gerolamo Sulis

Revisione n° 0



Data elaborazione: 04/01/2022



# RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005 E DM 26 GIUGNO 2015, ATTESTANTE LA RISPONDEZZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NUOVA COSTRUZIONE</b>	Edifici di nuova costruzione o oggetto di demolizione e ricostruzione
-------------------------------------	--------------------------	---

## 1.0 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'unità immobiliare residenziale in progetto è composta da un piano fuori terra. La struttura portante è in c.a. e il tamponamento perimetrale è realizzato in muratura tipo Thermotek Terra sarda 30, come verrà precisato più avanti.

Il solaio di copertura a due falde inclinate è in laterocemento con sovrapposto un pannello isolante, di tipo Coverpiù, in EPS sormontato da una lastra in acciaio con protezione multistrato e dotata di canali di ventilazione. L'isolamento verso terra è ottenuto mediante un massetto realizzato con un impasto cementizio termoisolante con EPS additivato (tipo Politerm).

Nella presente relazione si definiscono gli impianti di climatizzazione invernale ed estiva, della produzione di acqua calda sanitaria a servizio dell'edificio in questione, insieme alle pareti orizzontali e verticali e chiusure costituenti l'involucro esterno, affinché sia verificato quanto richiesto dal D.M. requisiti minimi.

L'unità immobiliare è climatizzata estate e inverno mediante l'utilizzo di una pompa di calore aria-acqua, alimentante un ventilconvettore, con distribuzione a canali d'aria e uno scaldavivande nel bagno.

A supporto della ventilazione naturale degli ambienti è prevista una unità di ventilazione meccanica puntuale (con recupero di calore) a parete.

Agli effetti del calcolo dei parametri tecnici relativi alla climatizzazione, la zona termica coincide con l'immobile che, data la superficie ridotta dello stesso e l'utilizzo di una sola unità interna (con distribuzione a canali d'aria in tutta la zona termica), è stato considerato ad ambiente unico.

La produzione di acqua calda sanitaria viene fornita mediante uno scaldacqua a pompa di calore della capacità di 80L.

### Dati catastali:

Sezione:	
Foglio:	<b>22</b>
Particella/Mappale:	<b>2813</b>
Subalterno:	

## 1.1 TITOLO ABILITATIVO

Titolo abilitativo: da ottenere

Classificazione dell'edificio (o complesso di edifici) in base alla categoria di cui all'articolo 3 del DPR 26 agosto 1993, n. 412 ed alla definizione di "edificio" del presente provvedimento:

Numero delle unità immobiliari:	<b>1</b>	Destinazione d'uso prevalente:	<b>E.1.1</b>
---------------------------------	----------	--------------------------------	--------------

Dettaglio delle destinazioni d'uso previste per nel progetto corrente:

DENOMINAZIONE ZONA TERMICA	DESTINAZIONE D'USO DPR 419/93	VOLUME m <sup>3</sup>
Piano unico	<b>E.1.1</b>	<b>250,92</b>

## 1.2 SOGGETTI COINVOLTI

[ X ] Committente/i :

Tipologia	Persona giuridica
Cognome e Nome / Denominazione	<b>Comune di Oristano</b>
Indirizzo	Piazza E. d'Arborea 44
Cap	09170
Città	ORISTANO
Provincia	OR

Partita IVA	00052090958
Telefono	0783 7911
Fax	0783 791229
Email	istituzionale@pec.comune.oristano.it

[ X ] Progettista/i :

Denominazione	<b>Arch. Francesco Deriu</b>
Indirizzo	via G. Mazzini 94
Cap	09170
Città	ORISTANO
Provincia	OR
Codice fiscale	DREFNC76H19B3540
Partita IVA	01071890956
Iscrizione	Ordine Architetti
Numero di iscrizione	99
Provincia di iscrizione	OR
Email	francescoderiu.posta@gmail.com
	AMBITI

[ X ] Tecnico/i :

Denominazione	<b>Ing. Gerolamo Sulis</b>
Indirizzo	Via XX Settembre 43
Cap	09170
Città	ORISTANO
Provincia	OR
Codice fiscale	SLSGLM75P30A192W
Partita IVA	02319100901
Telefono	3388465732
Iscrizione	Ordine Ingegneri Oristano
Numero di iscrizione	691
Provincia di iscrizione	OR
Email	studioingsulis@gmail.com
	AMBITI

- Tecnico degli impianti termici
- Tecnico lavori isolamento termico
- Tecnico lavori sistemi di ricambio d'aria

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

Gli elementi tipologici sono indicati al punto 8. della presente relazione tecnica.

### 2.1 EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO (NZEB)

Le caratteristiche del sistema edificio/impianti sono tali da poter classificare l'edificio come edificio ad energia quasi zero:

- [ X ] Sì  
[ ] No

### 3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

Gradi giorno della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93	<b>1059</b>	GG
Temperatura minima di progetto dell'aria esterna	<b>276,2</b>	°K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna	<b>306,1</b>	°K
Zona Climatica	<b>C</b>	-
Velocità del vento	<b>4,300</b>	m/s
Zona di vento	<b>4</b>	-
Temperatura media	<b>16,3</b>	°C
Irradiazione solare massima estiva su superficie orizzontale	<b>27,600</b>	MJ/m <sup>2</sup>

#### Dati invernali

Temperatura minima di progetto dell'aria esterna	<b>3,0</b>	°C
Periodo di riscaldamento	<b>137,000</b>	giorni

#### TEMPERATURE MEDIE MENSILI (°C) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>θ</b>	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80

#### IRRADIAZIONI SOLARI (MJ/m<sup>2</sup>) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>N</b>	2,08	3,07	4,08	5,39	8,70	10,54	9,96	7,32	5,04	3,60	2,51	1,92
<b>NE/NO</b>	2,26	3,83	5,93	8,11	12,29	14,30	14,22	11,33	8,12	4,97	2,83	2,12
<b>E/O</b>	3,86	6,66	9,25	10,92	15,04	16,76	17,18	14,88	12,21	8,65	4,77	4,41
<b>S</b>	7,15	10,73	11,37	9,71	10,44	10,09	10,52	11,48	12,88	12,76	8,35	9,53
<b>SE/SO</b>	5,85	9,24	11,08	11,17	13,53	13,98	14,62	14,27	13,66	11,45	6,95	7,50
<b>Oriz.</b>	5,30	9,20	13,30	16,50	23,50	26,60	27,00	22,70	17,80	12,00	6,60	5,70

#### UMIDITÀ RELATIVE MEDIE MENSILI (%) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>UR</b>	81,11	78,67	82,00	80,32	62,14	61,54	58,74	55,80	63,36	67,81	77,08	82,08

## 4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO

Climatizzazione	invernale	estiva	u.m.
Volume lordo climatizzato dell'edificio (V)	<b>250,92</b>	<b>250,92</b>	m <sup>3</sup>
Superficie esterna che delimita il volume climatizzato (S)	<b>183,52</b>	<b>183,52</b>	m <sup>2</sup>
Rapporto S/V	<b>0,73</b>		
Superficie utile energetica dell'edificio	<b>48,96</b>	<b>48,96</b>	m <sup>2</sup>
Valore di progetto della temperatura interna	<b>20,0</b>	<b>26,0</b>	°C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna	<b>50,0</b>	<b>50,0</b>	%

### 4.1 INFORMAZIONI GENERALI E PRESCRIZIONI

- Presenza di reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento a meno di 1000 m **No**
- Livello di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS) **-**
- Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture **No**
- Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) **No**
- Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore, del freddo e dell'A.C.S. **No**  
*Non necessari*
- Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare: la regolazione della temperatura avviene per singola zona termica mediante un termostato di zona comunicante con l'unità interna
- Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, 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.

Verifica (D. Lgs. 28/2011)	Percentuale di copertura del fabbisogno [%]
Verifica della copertura di almeno il 50,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria	<b>73,1 %</b>
Verifica della copertura di almeno il 50,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento	<b>68,8 %</b>
Potenza di picco installata sull'edificio	<b>2,0</b>
Potenza minima di legge $[(1/K) * S = (1/50) * 59,18]$	<b>1,1836</b>
Verifica della potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili	<b>VERIFICATO</b>

Denominazione	Tipologia	SCOP	SPF	Limite inferiore SPF	Eres* [kWh/anno]
POMPA DI CALORE UI3	Elettricità	5,1	2,70	2,88	0,00
Scaldacqua PdC - UI3	Elettricità	2,7	2,04	2,88	0,00

Tipologia impianto	Pompa di calore "POMPA DI CALORE UI3"		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	264,933	0,000	0,000
Fabbisogno totale di energia primaria (kWh anno)	1196,448	0,000	0,000

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	22,143 %	0,000 %	0,000 %
---	----------	---------	---------

Tipologia impianto	Fotovoltaico		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	292,346	382,533	322,707

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	56,592 %	82,317 %	100,000 %
---	----------	----------	-----------

- Adozione di sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale **Si**
- Adozione di sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale **No**

*Ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:*

- Verifiche della massa superficiale e della trasmittanza termica periodica dei componenti opachi (*Rif. Lettera b) del punto 3.3.4 del decreto di cui all'art.4*):

#### Componenti opachi verticali

Codice	Descrizione	Ms [kg/m <sup>2</sup> ]	Ms minimo [kg/m <sup>2</sup> ]	Yie [W/m <sup>2</sup> K]	Yie limite [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	240,00	230,00	0,022	0,10	Positiva
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	396,00	230,00	0,013	0,10	Positiva

#### Componenti opachi orizzontali o inclinati

Codice	Descrizione	Yie [W/m <sup>2</sup> K]	Yie limite [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
COP-LATCEM-COVERPIU'	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	0,038	0,18	Positiva

## 5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

### 5.1 Impianti termici

#### a) Descrizione impianto

##### Tipologia

L'impianto di climatizzazione invernale ed estiva, viene realizzato con n. 1 pompa di calore reversibile, del tipo a compressione di vapore con motore elettrico, del tipo aria-acqua, marca AERMEC mod. HMI040, la cui unità esterna è ubicata all'esterno.

La produzione di acqua calda sanitaria avviene tramite n. 1 scaldacqua a pompa di calore della capacità di 80l. Il terminale di erogazione è un ventilconvettore, del tipo AERMEC FCZP con distribuzione a canali d'aria nei singoli ambienti.

L'installazione dello stesso è prevista a incasso totale a controsoffitto. Nel bagno verrà

Installato un radiatore a parete, alimentato dalla stessa pompa di calore, tipo scalda-salviette, dotato di valvola termostatica.

##### Sistema di termoregolazione

Il sistema prevede la regolazione per singola zona termica (intera unità) con regolazione modulante (1° C); questa viene comandata da un pannello di controllo comunicante con l'unità interna di zona dotato di termostato

##### Sistema di contabilizzazione dell'energia termica

Non necessario

##### Sistema di distribuzione del vettore termico

Il vettore termico, nel nostro caso acqua, viene distribuito a circuito chiuso, in tutti i terminali di erogazione, tramite una rete di tubi isolati in materiale multistrato del tipo PEX-AL-PEX.

##### Sistemi di ventilazione forzata

E' presente una unità di VMC puntuale con recupero di calore ad integrazione della ventilazione naturale. Tipo INNOVA HRC05 portata 50mc/h

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

La produzione di acqua calda sanitaria avviene, come detto, tramite scaldacqua a pompa di calore, della capacità nominale di 80 l. (Tipo THE/HP 80 ACS); la distribuzione avviene attraverso pressione della rete cittadina o con elettropompa autoclave e serbatoio di accumulo.

#### b) Specifiche dei generatori

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	POMPA DI CALORE UI3
Uso	Riscaldamento
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria esterna/Acqua impianto
Potenza termica utile	4,0
Potenza elettrica assorbita	0,8
Coefficiente di prestazione (COP)	5,1
Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	Scaldacqua PdC - UI3

Uso	ACS
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria esterna/Acqua impianto
Potenza termica utile	0,9
Potenza elettrica assorbita	0,3
Coefficiente di prestazione (COP)	2,7

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	PDC raffrescam. UI3
Uso	Raffrescamento
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria_Acqua
Potenza termica utile	3,8
Indice di efficienza energetica (EER)	4,6

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

#### Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali

Le zone termiche sono dotate dei seguenti sistemi di regolazione:

Zona Termica	Tipo di regolazione	Caratteristiche della regolazione
Unità 3 tipologia A - Piano unico	Solo di zona	P banda prop. 1 °C

### d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari

non necessari.

### e) Terminali di erogazione dell'energia

Dettaglio dei sottosistemi di emissione delle singole zone termiche:

Zona Termica	Tipologia locali	Terminali di erogazione	Potenza termica nominale [W]
Piano unico	Fino a 4 metri	Ventilconvettori	1970,303

### f) Schemi funzionali degli impianti termici

Alla presente relazione è allegato lo schema unifilare degli impianti termici con specificato:

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

## 5.2 Impianti fotovoltaici

Descrizione:	FTV UI3
Orientamento rispetto al SUD (Y) - Azimut:	0,000 °
Inclinazione orizzontale dei pannelli ( $\beta$ ):	0,000 °
Tipo riflessione ambientale:	Coefficiente di riflessione standard (albedo)
Coefficiente di riflessione:	0,200
Anno di installazione:	
Ostruzioni:	Assente

### Energia irraggiata sul piano dei moduli [kWh/m<sup>2</sup>]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E	45,66	72,16	115,37	137,64	202,03	221,53	233,04	197,04	151,44	106,46	56,39	49,44

**Totale Irradiazione: 1588,200 kWh/m<sup>2</sup>**

### Caratteristiche dei pannelli fotovoltaici

Tipo di modulo fotovoltaico:	Silicio mono cristallino
Grado di ventilazione dei moduli:	Moduli non ventilati
Superficie di captazione:	9,100 m <sup>2</sup>
Kpv:	0,220
Fpv:	0,700
Potenza di picco Wpv:	2,0 kW

### Energia elettrica prodotta (E<sub>el,pv,out</sub>) [kWh]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E <sub>el,pv</sub>	63,99	101,13	161,68	192,89	283,13	310,45	326,59	276,13	212,23	149,19	79,02	69,28

**Totale Energia prodotta: 2225,703 kWh**

## 5.3 Impianti solari termici

*Nessun impianto solare termico presente*

## 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, 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

In attuazione della faq MiSE 3.16 del dicembre 2018, la verifica dei componenti è stata condotta per le strutture dello stesso tipo, raggruppate per tipologie di strutture corrispondenti alle tabelle dell'appendice B del D.M. Requisiti Minimi e ponderando le stesse sui corrispondenti ponti termici al fine di ottenere un'unica trasmittanza media ponderata. Di seguito è disponibile la tabella delle trasmittanze medie ponderate confrontate con i valori limite previsti dalla normativa cogente:

Tipologia:		Componenti opachi di separazione tra edifici o unità confinanti			
Confine	Dettaglio	U,pond [W/m <sup>2</sup> K]	U,lim [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica	
Altri ambienti climatizzati	Involucro edilizio (Sup,tot:32,40)	0,292	0,800	Verificato	
Dettaglio componenti interessati					
Codice	Descrizione	Superficie [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]		
MUR03-EXISOLA-ader	Muratura in THERMOTEK cm. 31,5	32,40	0,287		
Dettaglio ponti termici interessati					
Tipo		Lunghezza [m]	Coeff. di assegnazione	Psi [W/mK]	
Angolo sporgente con pilastro		4,24	1,00	0,037	

Di seguito è riportato il dettaglio dei componenti:

#### STRUTTURE OPACHE VERTICALI, VERSO ESTERNO, AMBIENTI NON CLIMATIZZATI O CONTRO TERRA

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
MUR01-EXISOLA	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	0,277
MUR02-EXISOLA-001	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 44	0,293
MUR01-EXISOLA	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	0,354
MUR02-EXISOLA-001	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 44	0,427

#### STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI O INCLINATE, VERSO ESTERNO O AMBIENTI NON CLIMATIZZATI

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
COP-LATCEM-COVERPIU'	SolaioEsterno	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	0,256

## STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI DI PAVIMENTO, VERSO ESTERNO, AMBIENTI NON CLIMATIZZATI O CONTRO TERRA

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
PAV-VS-TERRA-EXISOLA	PavimentoEsterno	Pavimento su terreno cm. 70	0,373

## STRUTTURE OPACHE VERTICALI E ORIZZONTALI DI SEPARAZIONE TRA EDIFICI O UNITA' CONFINATI

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
MUR03-EXISOLA-ader	Partizione	Muratura in THERMOTEK cm. 31,5	0,287

## STRUTTURE TECNICHE TRASPARENTI E OPACHE

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
CASS-don	Cassonetto	Cassonetto isolato 1,3	1,300
PP.01	Porta	Portoncino ingresso 1 anta vetrocamera opalino basso emissivo antieffrazione	1,090
F.01	Infisso singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 80x80	1,140
PB.03	Infisso singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 120x210	1,200
PB.04	Infisso singolo	portafinestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 150x210	1,170

## RICAMBI D'ARIA

### Zona Termica "Piano unico"

#### Ambiente PU

Tipologia di ventilazione		Ibrida
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	24,000
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	0,022
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	0,022

### b) Indici di prestazione energetica

#### Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie H'T) [W/m<sup>2</sup>K]

H'T	0,362	<i>coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie</i>
H'T,L	0,550	<i>coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie</i>
<u>Verifica</u>	H'T < H'T,L	<b>VERIFICATO</b>

#### Area solare equivalente estiva per unità di superficie (Asol,est/Asup,utile) [ - ]

Asol,est/Asup,utile	0,003	<i>area solare equivalente estiva per unità di superficie</i>
(Asol,est/Asup,utile)limite	0,030	<i>area solare equivalente estiva limite per unità di superficie</i>
<u>Verifica</u>	Asol,est/Asup,utile < (Asol,est/Asup,utile)limite	<b>VERIFICATO</b>

#### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale (EPH,nd) [kWh/ m<sup>2</sup>]

<b>EP<sub>H,nd</sub></b>	27,5	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio</i>
<b>EP<sub>H,nd,limite</sub></b>	32,4	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<b>Verifica</b>	<b>Q<sub>H,nd</sub> &lt; Q<sub>H,nd,limite</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>

#### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva (EP<sub>C,nd</sub>) [kWh/ m<sup>2</sup>]

<b>EP<sub>C,nd</sub></b>	19,2	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio</i>
<b>EP<sub>C,nd,limite</sub></b>	26,2	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<b>Verifica</b>	<b>Q<sub>C,nd</sub> &lt; Q<sub>C,nd,limite</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>

#### Indice di prestazione energetica globale dell'edificio - energia primaria totale (EP<sub>gl,tot</sub>) [kWh/ m<sup>2</sup>]

<b>EP<sub>gl,tot</sub></b>	42,0	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio</i>
<b>EP<sub>gl,tot,limite</sub></b>	93,5	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<b>Verifica</b>	<b>EP<sub>gl,tot</sub> &lt; EP<sub>gl,tot,limite</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>

#### Indice di prestazione energetica globale dell'edificio - energia primaria non rinnovabile (EP<sub>gl,nr</sub>)

<b>EP<sub>gl,nr</sub></b>	12,2	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio</i>
<b>EP<sub>gl,nr,limite</sub></b>	35,4	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<b>Verifica</b>	<b>EP<sub>gl,nr</sub> &lt; EP<sub>gl,nr,limite</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>

#### Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento (η<sub>H</sub>) [ - ]

<b>η<sub>H</sub></b>	1,226	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento</i>
<b>η<sub>H,limite</sub></b>	0,655	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<b>Verifica</b>	<b>η<sub>H</sub> &gt; η<sub>H,limite</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>

Fabbisogno di combustibile:

- Elettricità (PCI: 1,000 kWh/Nm <sup>3</sup> )	kWh/anno	<b>1007,3</b>
Fabbisogno di energia elettrica da rete	kWh <sub>e</sub>	<b>224</b>
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	kWh <sub>e</sub>	<b>292</b>
Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale	<b>kJ/m<sup>3</sup>GG</b>	<b>3</b>

#### Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria(η<sub>W</sub>) [ - ]

<b>η<sub>W</sub></b>	1,382	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria</i>
<b>η<sub>W,limite</sub></b>	1,028	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acs calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<b>Verifica</b>	<b>η<sub>W</sub> &gt; η<sub>W,limite</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>

Fabbisogno di combustibile:

- Elettricità (PCI: 1,000 kWh/Nm <sup>3</sup> )	kWh/anno	<b>906,2</b>
Fabbisogno di energia elettrica da rete	kWh <sub>e</sub>	<b>82</b>
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	kWh <sub>e</sub>	<b>383</b>

#### Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (η<sub>C</sub>) [ - ]

<b>η<sub>C</sub></b>	2,910	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento</i>
----------------------	-------	--

$\eta_{C,limite}$  1,763 *efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento*  
Verifica  $\eta_C > \eta_{C,limite}$  **VERIFICATO**

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

*Nessun impianto solare termico presente*

### d) Impianti fotovoltaici

Energia prodotta

- FTV UI3 *kWh anno* **2225,7**

Energia prodotta totale *kWh anno* **2225,7**

Fabbisogno energia elettrica *kWh anno* **1304,0**

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo % **76,5**

### e) Consuntivo energia

Energia consegnata o fornita ( $E_{del}$ )	<i>kWh anno</i>	<b>306,4</b>
Energia rinnovabile ( $EP_{gl, ren}$ )	<i>kWh/m<sup>2</sup> anno</i>	<b>29,8</b>
Energia esportata ( $E_{esp}$ )	<i>kWh anno</i>	<b>1228,1</b>
Energia rinnovabile in situ	<i>kWh anno</i>	<b>2225,7</b>
Fabbisogno globale di energia primaria ( $EP_{gl, tot}$ )	<i>kWh/m<sup>2</sup> anno</i>	<b>42,0</b>

### f) Rendimenti medi sottosistemi

#### ZONA TERMICA Piano unico

Sottosistema	H	W	C
Sottosistema di emissione/erogazione	96,00	100,00	98,00
Sottosistema di regolazione	97,00	-	97,00
Sottosistema di distribuzione acqua	97,00	92,60	97,50

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

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

## 8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazioni 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 dell'impianto termico contenenti gli elementi di cui all'analogia voce del paragrafo "Dati relativi agli impianti termici";
- 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 condensa interstiziale;
- 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.

I calcoli e le documentazioni che seguono sono disponibili ai fini di eventuali verifiche da parte dell'ente di controllo presso i progettisti:

- Calcolo della potenza invernale: dispersioni dei componenti e potenza di progetto dei locali;
- Calcolo energia utile invernale ( $Q_{h,nd}$ ) ed estiva ( $Q_{c,nd}$ ) mensile, secondo UNI/TS 11300-1;
- Calcolo dei coefficienti di dispersione termica  $H_T$ ,  $H_U$ ,  $H_G$ ,  $H_A$ ,  $H_V$ ;
- Calcolo mensile delle perdite ( $Q_{h,ht}$ ), degli apporti solari ( $Q_{sol}$ ) e degli apporti interni ( $Q_{int}$ ) secondo UNI/TS 11300-1;
- Calcolo dei rendimenti: emissione, regolazione, distribuzione, produzione;
- Calcolo di energia primaria (Q), mensile-stagionale secondo UNI/TS 11300 - 2/4;
- Calcolo del fabbisogno annuo di energia primaria di progetto;
- Calcolo del fabbisogno di energia primaria limite.

## 9. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto **Ing. gerolamo Sulis**, iscritto a **Ordine Ingegneri Oristano (OR)**, numero **691**, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo di attuazione della direttiva 2002/91/CE dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

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

### DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI ATTO NOTORIO

Ai sensi dell'art.15, comma 1 del D.Lgs. 192/2005, modificato dall'art.12 del D.L. 63/2013) convertito in legge con L.90/2013), la presente RELAZIONE TECNICA è resa, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'art.47 del D.P.R. 445/2000.

*Ai sensi dell'art. 38 D.P.R. n. 445 del 28/12/2000 la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e inviata unitamente a copia fotostatica, non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore, all'ufficio competente via fax, tramite un incaricato, oppure a mezzo posta.*

ORISTANO, 04/01/2022

IL TECNICO

---

## ALLEGATO 1 – CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE COMPONENTI OPACHI

### Componenti opachi verticali

<b>Tipologia:</b>	<b><u>Parete Esterna</u></b>	<b>Confine:</b>	<b><u>Esterno</u></b>
<b>Codice:</b>	<b><u>MUR01-EXISOLA</u></b>	<b>Descrizione:</b>	<b><u>Muratura in THERMOTEK cm. 32,5</u></b>

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	μ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Intonaco interno generico	0,010	0,700	1400,00	1000,00	11	0,014
2	THERMOTEK® TERRA SARDA 30	0,300	0,091	800,00	840,00	10	3,297
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,015	0,900	1800,00	840,00	27	0,017
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,325</b>					<b>3,498</b>

#### Legenda

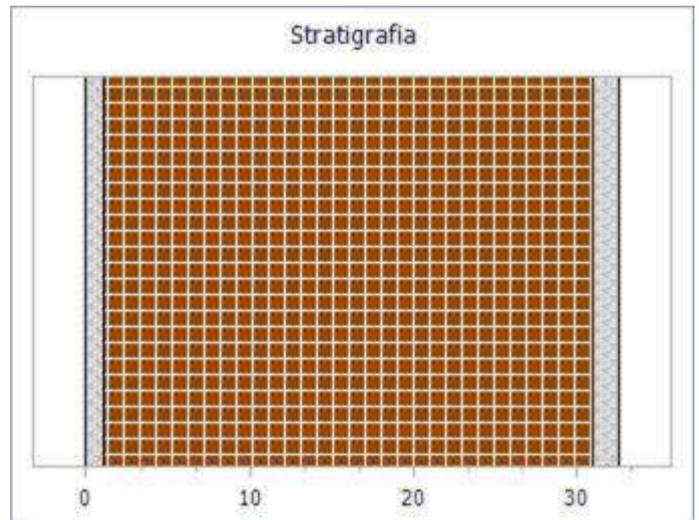
s Spessore dello strato  
ρ Massa volumica

λ Conducibilità termica del materiale  
μ Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale  
R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	<b>32,5</b>	cm
Trasmittanza termica	U	<b>0,286</b>	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	<b>3,498</b>	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	<b>281,00</b>	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	<b>238,28</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>I,E</sub>	<b>0,022</b>	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	<b>31,59</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	<b>43,48</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	<b>0,078</b>	-
Sfasamento	φ	<b>17,45</b>	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	<b>2,310</b>	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	<b>3,179</b>	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	<b>240,00</b>	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

<b>Metodo di calcolo</b>	Classe di concentrazione del vapore all'interno
<b>Classe di concentrazione:</b>	Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata
<b>Umidità critica (φ<sub>cr</sub>) muffa:</b>	0,80 [-]
<b>Umidità critica (φ<sub>cr</sub>) condensa:</b>	1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

### Legenda simboli

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

### Legenda pedici

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

### Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,963

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,963

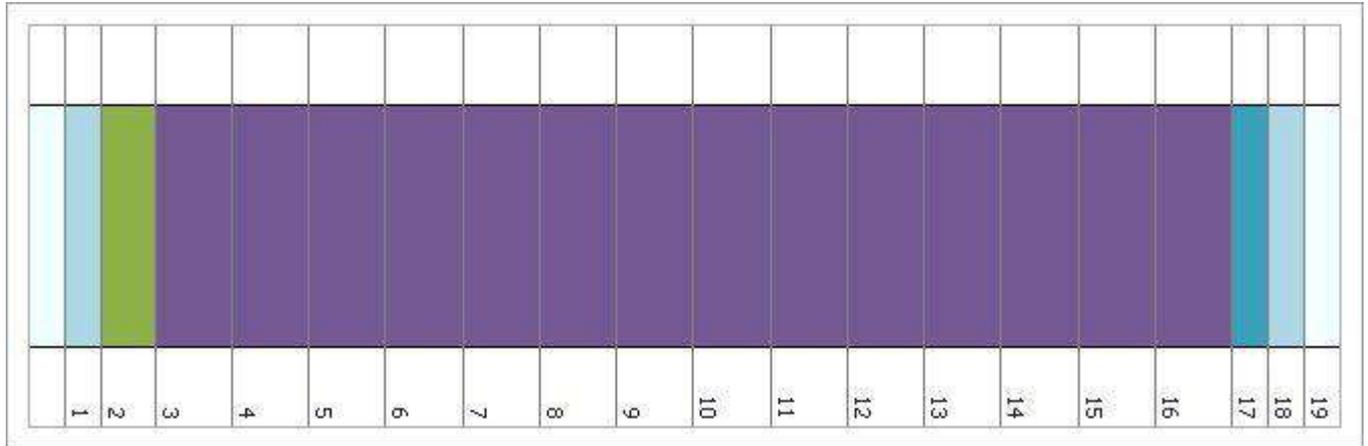
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Malta di calce o di calce e cemento	-	0,040	-
3	Malta di calce o di calce e cemento - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [0]	1,5	0,017	0,41
4	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [0] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [1]	2,1	0,235	0,21
5	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [1] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [2]	2,1	0,235	0,21
6	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [2] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [3]	2,1	0,235	0,21
7	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [3] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [4]	2,1	0,235	0,21
8	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [4] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [5]	2,1	0,235	0,21
9	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [5] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [6]	2,1	0,235	0,21
10	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [6] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [7]	2,1	0,235	0,21
11	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [7] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [8]	2,1	0,235	0,21
12	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [8] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [9]	2,1	0,235	0,21
13	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [9] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [10]	2,1	0,235	0,21
14	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [10] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [11]	2,1	0,235	0,21
15	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [11] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [12]	2,1	0,235	0,21
16	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [12] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [13]	2,1	0,235	0,21
17	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [13] - Intonaco interno generico	2,1	0,235	0,21
18	Intonaco interno generico - Strato laminare interno	1,0	0,014	0,11
19	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	$\theta$	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	$\varphi$	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1165	1245	1383	1623	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1524	1220
	$\theta$	9,22	10,21	11,79	14,24	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,28	9,92
	$\varphi$	80,57	78,21	81,63	80,23	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,82	81,59
3	Pv	995	1026	1174	1337	1350	1660	1787	1698	1560	1388	1210	1049
	Ps	1169	1249	1387	1625	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1528	1224
	$\theta$	9,28	10,26	11,83	14,26	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,61	13,31	9,97
	$\varphi$	85,09	82,13	84,70	82,30	63,05	62,07	59,22	56,26	63,93	68,95	79,23	85,67
	Pv	1024	1053	1198	1356	1360	1666	1793	1704	1566	1399	1231	1077

4	P <sub>s</sub>	1228	1306	1439	1652	2142	2675	3018	3018	2440	2016	1574	1282
	θ	10,01	10,93	12,39	14,52	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,77	10,65
	φ	83,41	80,67	83,31	82,08	63,47	62,29	59,42	56,47	64,18	69,40	78,23	84,02
5	P <sub>v</sub>	1054	1081	1223	1375	1369	1672	1799	1710	1572	1410	1252	1105
	P <sub>s</sub>	1290	1365	1492	1680	2142	2675	3018	3018	2440	2019	1621	1342
	θ	10,74	11,59	12,95	14,77	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,66	14,23	11,34
6	φ	81,72	79,20	81,92	81,85	63,90	62,52	59,62	56,67	64,43	69,84	77,22	82,37
	P <sub>v</sub>	1084	1108	1247	1393	1378	1678	1806	1716	1578	1421	1273	1133
	P <sub>s</sub>	1354	1426	1548	1708	2142	2675	3018	3018	2440	2023	1670	1404
7	θ	11,48	12,26	13,51	15,03	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,69	14,68	12,03
	φ	80,03	77,72	80,54	81,60	64,32	62,75	59,82	56,87	64,68	70,28	76,21	80,72
	P <sub>v</sub>	1113	1136	1271	1412	1387	1685	1812	1723	1584	1433	1294	1162
8	P <sub>s</sub>	1422	1490	1605	1736	2142	2675	3018	3018	2440	2026	1720	1469
	θ	12,21	12,93	14,07	15,28	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,71	15,14	12,71
	φ	78,33	76,24	79,17	81,34	64,75	62,98	60,03	57,07	64,93	70,72	75,21	79,08
9	P <sub>v</sub>	1143	1163	1295	1431	1396	1691	1818	1729	1590	1444	1314	1190
	P <sub>s</sub>	1492	1556	1664	1765	2142	2675	3018	3018	2440	2029	1771	1536
	θ	12,95	13,59	14,63	15,54	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,74	15,60	13,40
10	φ	76,64	74,76	77,80	81,07	65,18	63,21	60,23	57,27	65,18	71,15	74,21	77,44
	P <sub>v</sub>	1173	1191	1319	1449	1405	1697	1824	1735	1597	1455	1335	1218
	P <sub>s</sub>	1565	1625	1725	1794	2142	2675	3018	3018	2440	2033	1824	1607
11	θ	13,68	14,26	15,19	15,80	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,77	16,06	14,09
	φ	74,95	73,29	76,45	80,80	65,60	63,43	60,43	57,48	65,43	71,59	73,21	75,81
	P <sub>v</sub>	1203	1218	1343	1468	1414	1703	1830	1741	1603	1467	1356	1246
12	P <sub>s</sub>	1641	1696	1788	1823	2142	2675	3018	3018	2440	2036	1878	1680
	θ	14,41	14,93	15,75	16,05	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,79	16,51	14,77
	φ	73,28	71,82	75,10	80,51	66,03	63,66	60,63	57,68	65,68	72,02	72,21	74,20
13	P <sub>v</sub>	1232	1246	1367	1487	1423	1709	1836	1747	1609	1478	1377	1274
	P <sub>s</sub>	1721	1771	1853	1853	2142	2675	3018	3018	2440	2040	1933	1755
	θ	15,15	15,59	16,30	16,31	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,82	16,97	15,46
14	φ	71,62	70,37	73,77	80,21	66,45	63,89	60,83	57,88	65,93	72,45	71,22	72,60
	P <sub>v</sub>	1262	1273	1391	1505	1433	1715	1842	1753	1615	1489	1398	1303
	P <sub>s</sub>	1804	1848	1920	1884	2142	2675	3018	3018	2440	2043	1990	1834
15	θ	15,88	16,26	16,86	16,56	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,85	17,43	16,15
	φ	69,97	68,92	72,45	79,91	66,88	64,12	61,04	58,08	66,18	72,88	70,23	71,01
	P <sub>v</sub>	1292	1301	1415	1524	1442	1721	1848	1759	1621	1500	1418	1331
16	P <sub>s</sub>	1890	1928	1989	1915	2142	2675	3018	3018	2440	2047	2048	1916
	θ	16,61	16,93	17,42	16,82	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,88	17,89	16,83
	φ	68,34	67,49	71,14	79,59	67,31	64,35	61,24	58,28	66,43	73,31	69,25	69,45
17	P <sub>v</sub>	1321	1328	1439	1543	1451	1727	1854	1765	1627	1512	1439	1359
	P <sub>s</sub>	1980	2011	2060	1946	2142	2675	3018	3018	2440	2050	2108	2001
	θ	17,35	17,59	17,98	17,08	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,90	18,35	17,52
18	φ	66,74	66,08	69,84	79,27	67,73	64,57	61,44	58,49	66,68	73,74	68,27	67,90
	P <sub>v</sub>	1351	1356	1463	1561	1460	1733	1860	1771	1633	1523	1460	1387
	P <sub>s</sub>	2074	2097	2134	1978	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2169	2090
19	θ	18,08	18,26	18,54	17,33	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,80	18,21
	φ	65,15	64,67	68,57	78,94	68,16	64,80	61,64	58,69	66,93	74,16	67,30	66,38
	P <sub>v</sub>	1381	1383	1487	1580	1469	1739	1867	1777	1639	1534	1481	1415
20	P <sub>s</sub>	2171	2186	2210	2010	2142	2675	3018	3018	2440	2057	2232	2181
	θ	18,82	18,93	19,10	17,59	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,96	19,26	18,89
	φ	63,59	63,29	67,30	78,60	68,59	65,03	61,84	58,89	67,18	74,58	66,34	64,87
21	P <sub>v</sub>	1410	1411	1511	1599	1478	1745	1873	1784	1645	1546	1502	1443
	P <sub>s</sub>	2273	2279	2288	2043	2142	2675	3018	3018	2440	2061	2297	2277
	θ	19,55	19,59	19,66	17,84	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,98	19,72	19,58

	$\varphi$	62,06	61,93	66,05	78,26	69,01	65,26	62,05	59,09	67,43	75,01	65,39	63,40
<b>18</b>	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2279	2284	2293	2045	2142	2675	3018	3018	2440	2061	2301	2283
	$\theta$	19,59	19,63	19,69	17,86	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,99	19,75	19,62
	$\varphi$	62,55	62,39	66,45	78,65	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,28	65,74	63,87
<b>19</b>	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2337	2337	2337	2063	2142	2675	3018	3018	2440	2063	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	18,00	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	18,00	20,00	20,00
	$\varphi$	61,00	60,98	65,20	77,96	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,21	64,72	62,38

**Legenda**

Int. Numero interfaccia  
 $P_v$  Pressione di vapore [Pa]  
 $\varphi$  Umidità relativa [%]

$\theta$  Temperatura [°C]  
 $P_s$  Pressione di saturazione [Pa]

ESITO VERIFICA: **Verificato**

**La struttura non presenta condensa interstiziale**

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

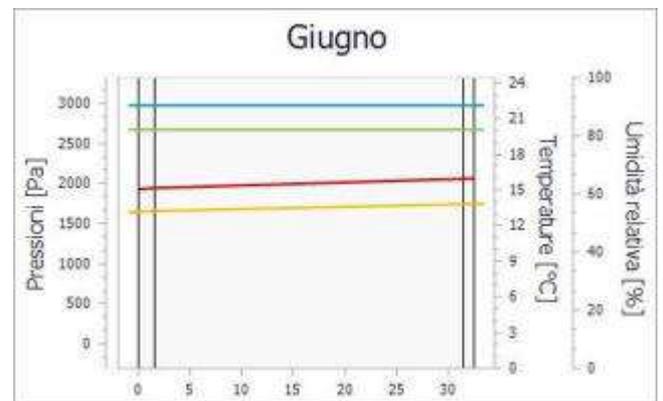
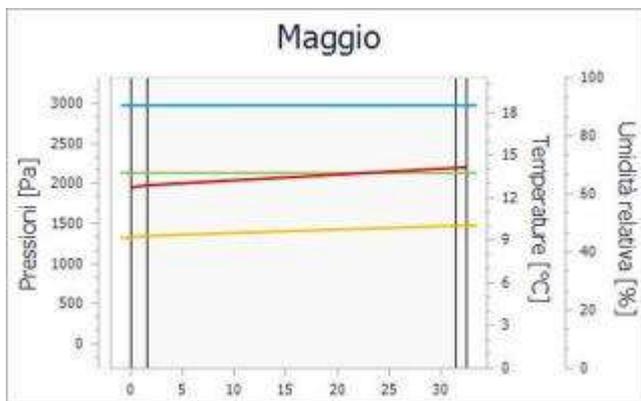
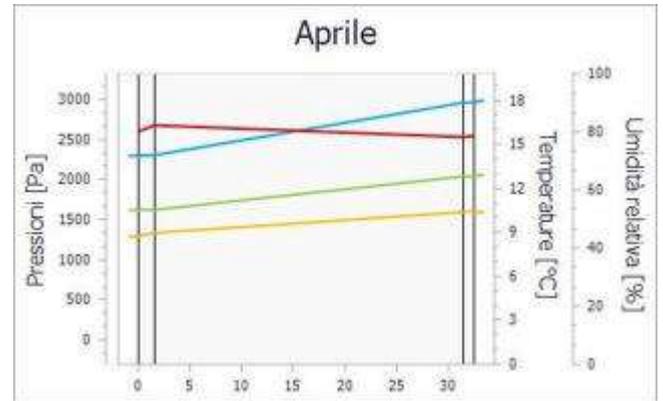
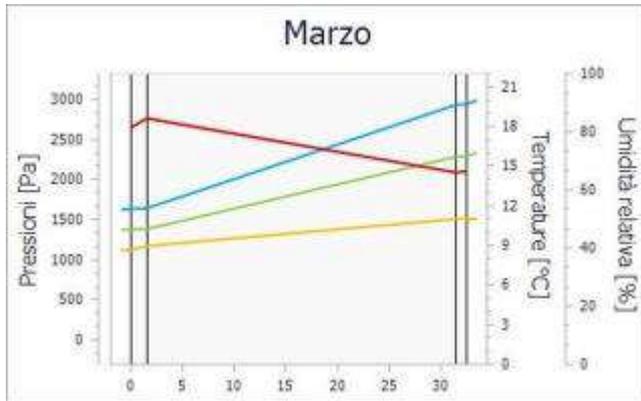
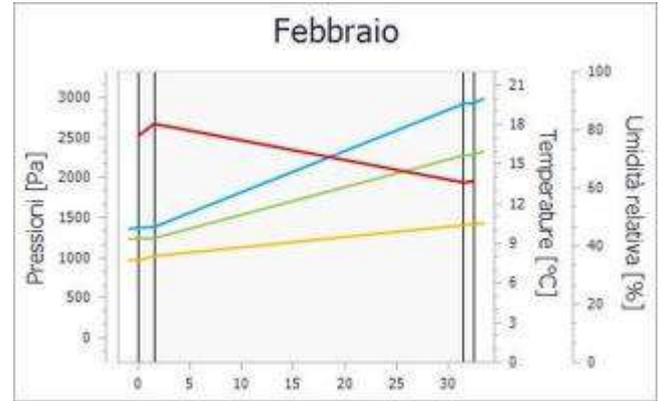
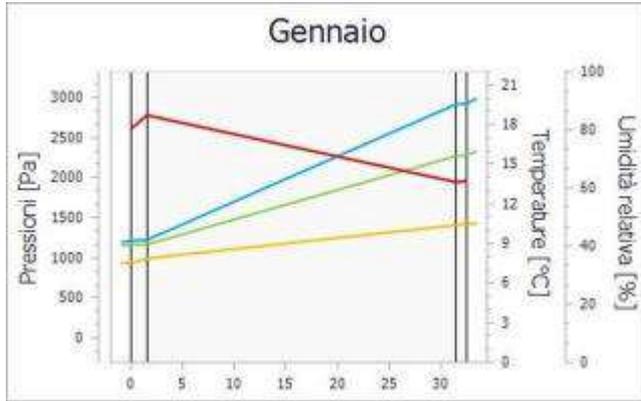
Legenda

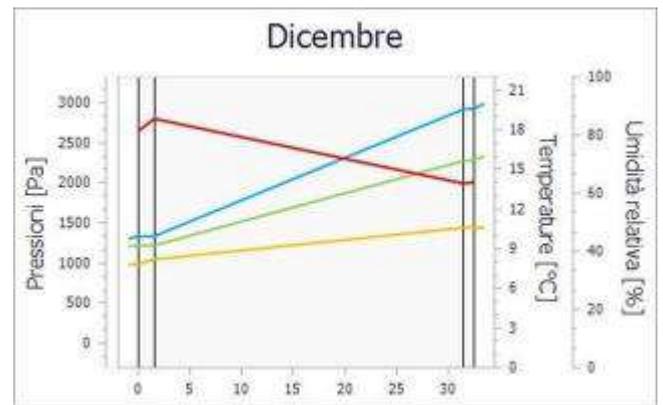
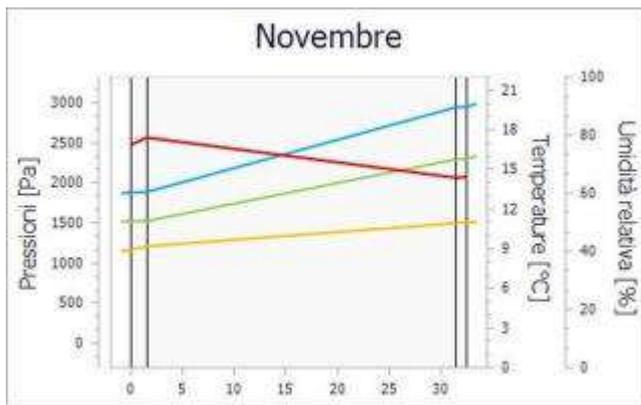
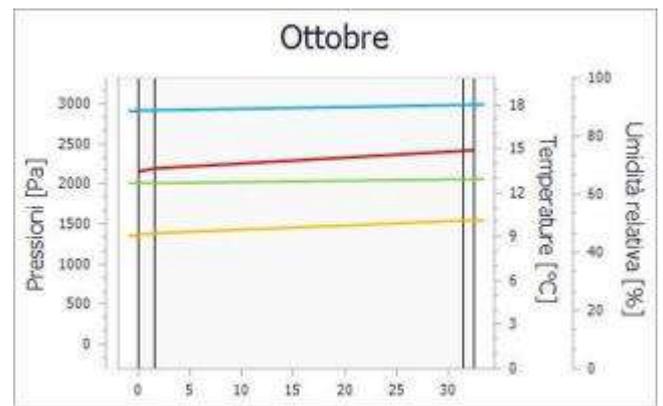
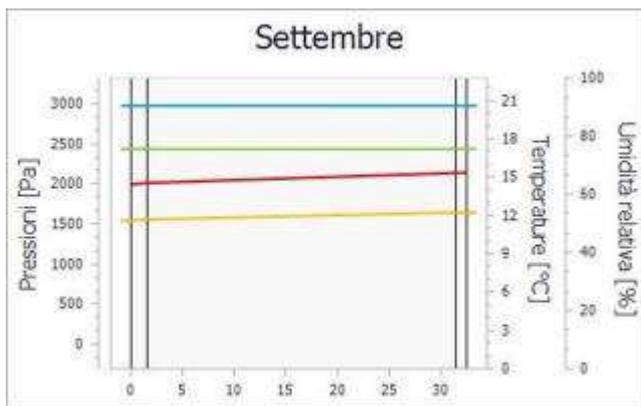
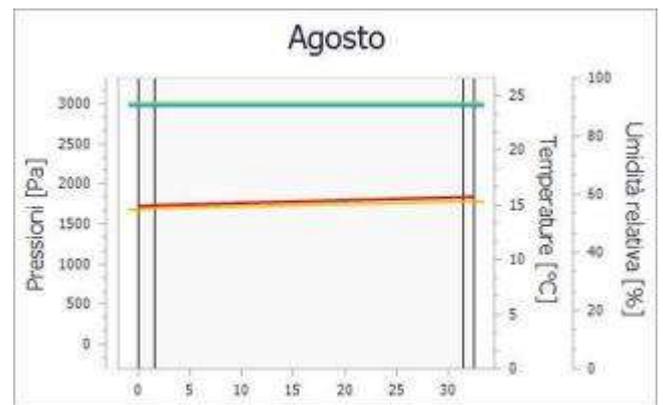
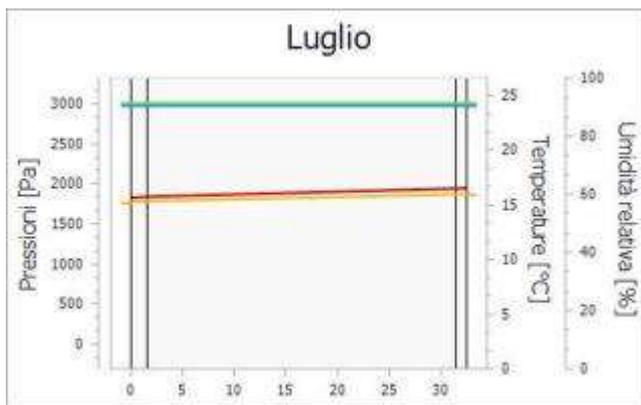
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





Tipologia: **Parete Esterna**

Confine: **Esterno**

Codice: **MUR02-EXISOLA-001**

Descrizione: **Muratura in THERMOTEK cm. 44**

### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Intonaco interno generico	0,010	0,700	1400,00	1000,00	11	0,014
2	THERMOTEK® TERRA SARDA 30	0,300	0,091	800,00	840,00	10	3,297
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,010	0,900	1800,00	840,00	27	0,011
4	Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est.	0,120	0,900	1300,00	880,00	60	0,133
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,440</b>					<b>3,625</b>

#### Legenda

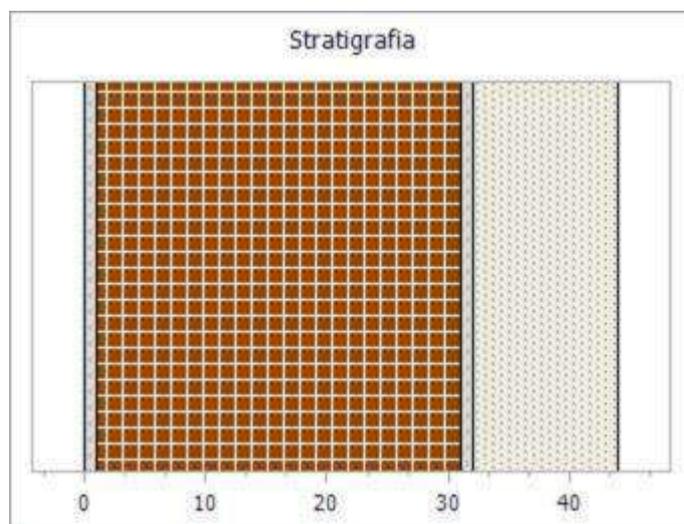
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

C Calore specifico del materiale  
R Resistenza termica degli strati

### Parametri termici

Spessore	s	44	cm
Trasmittanza termica	U	0,276	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,625	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	428,00	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	368,00	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>I,E</sub>	0,013	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	31,59	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	100,46	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,048	-
Sfasamento	$\varphi$	20,87	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	2,310	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	7,319	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>S</sub>	396,00	kg/m <sup>2</sup>



### Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:

Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) muffa:

Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

*Legenda simboli*

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

*Legenda pedici*

*i* - Interna  
*e* - Esterna  
*vap* - Vapore  
*sat* - Saturazione

*Legenda unità di misura*

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,964

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,964

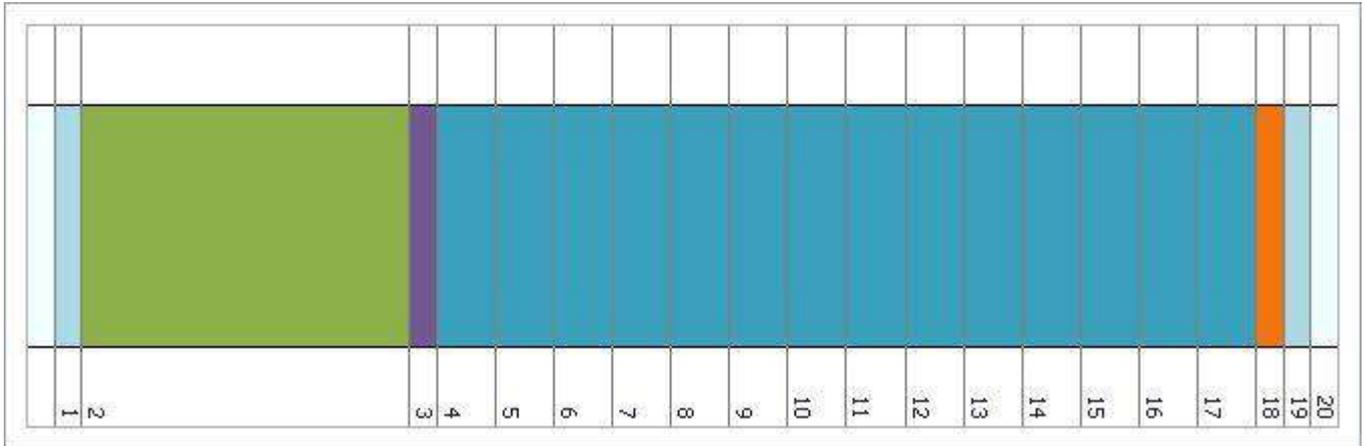
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est.	-	0,040	-
3	Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est. - Malta di calce o di calce e cemento	12,0	0,133	7,20
4	Malta di calce o di calce e cemento - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [0]	1,0	0,011	0,27
5	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [0] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [1]	2,1	0,235	0,21
6	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [1] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [2]	2,1	0,235	0,21
7	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [2] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [3]	2,1	0,235	0,21
8	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [3] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [4]	2,1	0,235	0,21
9	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [4] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [5]	2,1	0,235	0,21
10	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [5] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [6]	2,1	0,235	0,21
11	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [6] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [7]	2,1	0,235	0,21
12	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [7] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [8]	2,1	0,235	0,21
13	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [8] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [9]	2,1	0,235	0,21
14	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [9] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [10]	2,1	0,235	0,21
15	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [10] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [11]	2,1	0,235	0,21
16	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [11] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [12]	2,1	0,235	0,21
17	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [12] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [13]	2,1	0,235	0,21
18	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [13] - Intonaco interno generico	2,1	0,235	0,21
19	Intonaco interno generico - Strato laminare interno	1,0	0,014	0,11
20	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	θ	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	φ	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1165	1245	1383	1623	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1524	1220
	θ	9,22	10,21	11,79	14,24	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,28	9,91
	φ	80,60	78,23	81,65	80,23	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,83	81,61
3	Pv	1196	1275	1411	1638	2142	1717	1844	1755	1617	1492	1403	1251
	Ps	1196	1275	1411	1638	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1549	1251
	θ	9,62	10,57	12,10	14,38	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,53	10,29

	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	64,18	61,09	58,14	66,25	74,10	90,59	100,00
4	Pv	1199	1278	1413	1639	2142	1719	1846	1757	1619	1497	1412	1254
	Ps	1199	1278	1413	1639	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1551	1254
	θ	9,65	10,60	12,12	14,39	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,55	10,32
	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	64,27	61,18	58,22	66,35	74,33	91,03	100,00
5	Pv	1215	1288	1421	1637	2097	1721	1848	1759	1621	1501	1419	1268
	Ps	1257	1334	1464	1665	2142	2675	3018	3018	2440	2017	1596	1310
	θ	10,36	11,25	12,66	14,64	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,65	13,99	10,98
	φ	96,61	96,57	97,04	98,29	97,88	64,35	61,24	58,29	66,43	74,39	88,88	96,75
6	Pv	1230	1298	1428	1635	2051	1723	1850	1761	1623	1505	1426	1282
	Ps	1318	1392	1517	1692	2142	2675	3018	3018	2440	2021	1643	1369
	θ	11,07	11,89	13,20	14,89	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,67	14,43	11,64
	φ	93,34	93,28	94,18	96,61	95,76	64,43	61,31	58,36	66,52	74,45	86,80	93,62
7	Pv	1246	1308	1436	1633	2006	1725	1852	1763	1625	1508	1433	1296
	Ps	1381	1452	1571	1719	2142	2675	3018	3018	2440	2024	1690	1430
	θ	11,78	12,53	13,74	15,13	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,70	14,87	12,31
	φ	90,19	90,11	91,41	94,97	93,64	64,50	61,38	58,42	66,60	74,52	84,76	90,60
8	Pv	1262	1318	1444	1630	1960	1727	1854	1765	1627	1512	1440	1310
	Ps	1447	1514	1627	1747	2142	2675	3018	3018	2440	2027	1739	1494
	θ	12,49	13,18	14,28	15,38	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,72	15,31	12,97
	φ	87,16	87,07	88,73	93,35	91,52	64,58	61,44	58,49	66,68	74,58	82,79	87,69
9	Pv	1277	1329	1451	1628	1915	1729	1857	1767	1629	1516	1447	1324
	Ps	1516	1579	1685	1774	2142	2675	3018	3018	2440	2031	1789	1560
	θ	13,19	13,82	14,82	15,63	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,75	15,75	13,63
	φ	84,24	84,14	86,15	91,76	89,40	64,65	61,51	58,56	66,77	74,64	80,86	84,88
10	Pv	1293	1339	1459	1626	1869	1731	1859	1769	1631	1520	1454	1338
	Ps	1588	1646	1744	1803	2142	2675	3018	3018	2440	2034	1840	1628
	θ	13,90	14,46	15,36	15,87	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,78	16,20	14,29
	φ	81,43	81,32	83,65	90,21	87,28	64,73	61,58	58,62	66,85	74,71	78,99	82,17
11	Pv	1308	1349	1466	1624	1824	1733	1861	1771	1633	1523	1460	1352
	Ps	1662	1716	1805	1831	2142	2675	3018	3018	2440	2037	1893	1700
	θ	14,61	15,10	15,90	16,12	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,80	16,64	14,96
	φ	78,72	78,61	81,23	88,68	85,16	64,80	61,65	58,69	66,93	74,77	77,16	79,56
12	Pv	1324	1359	1474	1622	1779	1735	1863	1773	1635	1527	1467	1366
	Ps	1740	1788	1868	1860	2142	2675	3018	3018	2440	2041	1946	1774
	θ	15,32	15,75	16,44	16,37	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,83	17,08	15,62
	φ	76,11	76,00	78,89	87,18	83,04	64,88	61,71	58,76	67,02	74,83	75,39	77,04
13	Pv	1340	1369	1482	1620	1733	1737	1865	1775	1637	1531	1474	1380
	Ps	1820	1863	1933	1890	2142	2675	3018	3018	2440	2044	2002	1850
	θ	16,03	16,39	16,97	16,61	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,85	17,52	16,28
	φ	73,59	73,49	76,63	85,71	80,92	64,96	61,78	58,83	67,10	74,89	73,66	74,60
14	Pv	1355	1379	1489	1618	1688	1739	1867	1777	1639	1535	1481	1394
	Ps	1904	1941	2001	1920	2142	2675	3018	3018	2440	2047	2058	1930
	θ	16,73	17,03	17,51	16,86	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,88	17,96	16,94
	φ	71,17	71,07	74,44	84,27	78,80	65,03	61,85	58,89	67,18	74,95	71,97	72,26
15	Pv	1371	1389	1497	1616	1642	1741	1869	1780	1641	1538	1488	1408
	Ps	1992	2021	2070	1950	2142	2675	3018	3018	2440	2051	2116	2012
	θ	17,44	17,68	18,05	17,11	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,91	18,40	17,61
	φ	68,83	68,74	72,32	82,85	76,68	65,11	61,91	58,96	67,26	75,01	70,33	69,99
16	Pv	1386	1400	1504	1613	1597	1744	1871	1782	1643	1542	1495	1423
	Ps	2082	2105	2141	1981	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2175	2098
	θ	18,15	18,32	18,59	17,36	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,85	18,27
	φ	66,58	66,50	70,28	81,46	74,56	65,18	61,98	59,03	67,35	75,07	68,73	67,80
	Pv	1402	1410	1512	1611	1552	1746	1873	1784	1645	1546	1502	1437



17	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

#### Legenda

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]

$M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia	$M_a$	40,17	$g/m^2$
Interfaccia		4	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	$g/m^2$
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a  $40,17 g/m^2$  (inferiore al limite di  $500,00 g/m^2$ ), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

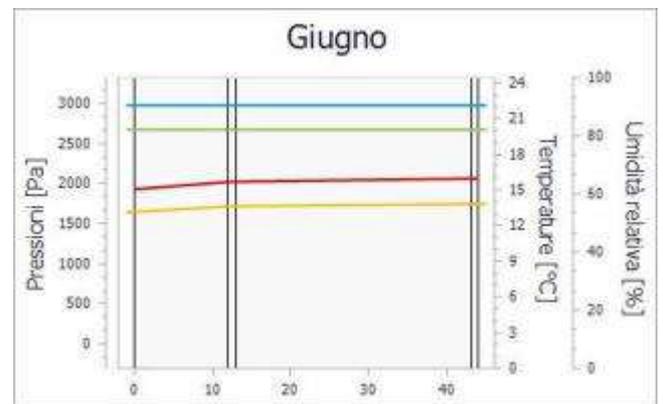
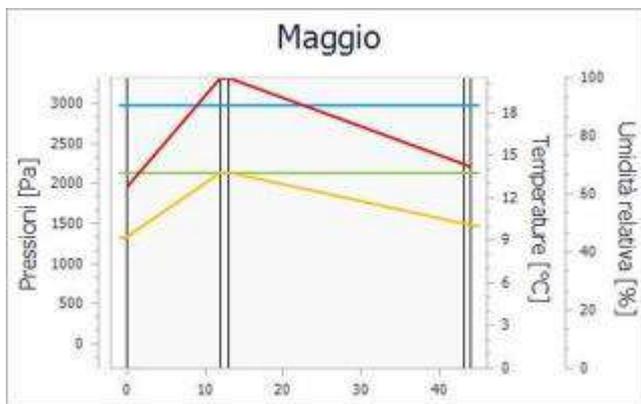
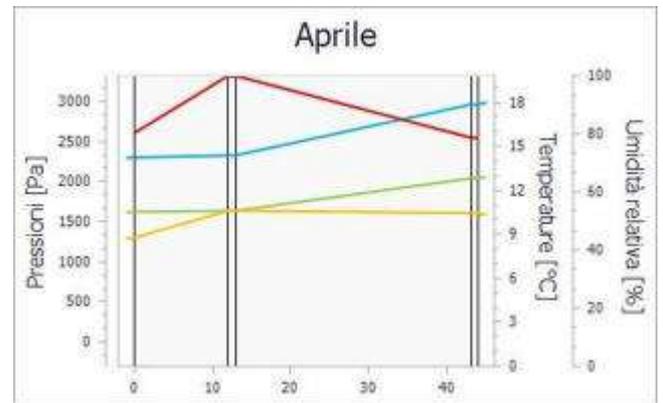
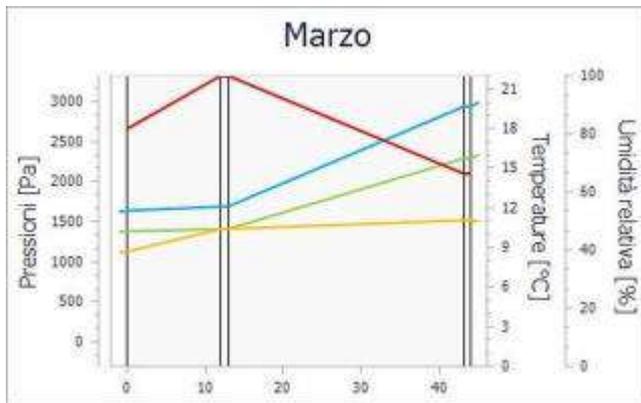
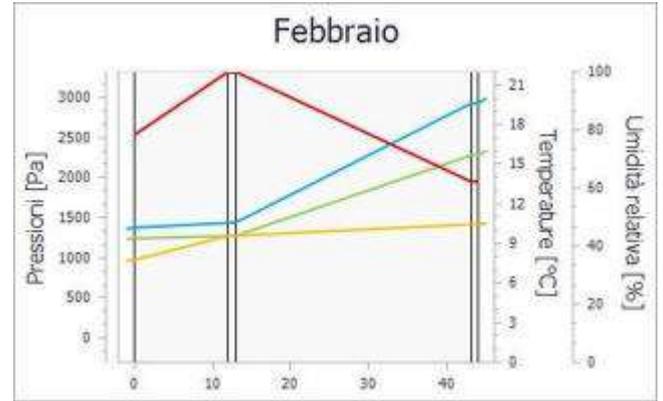
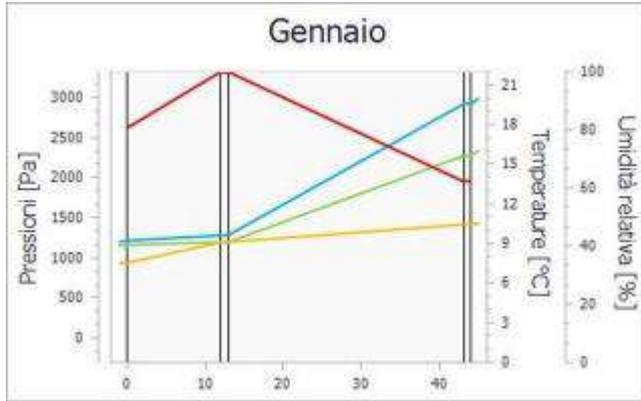
Legenda

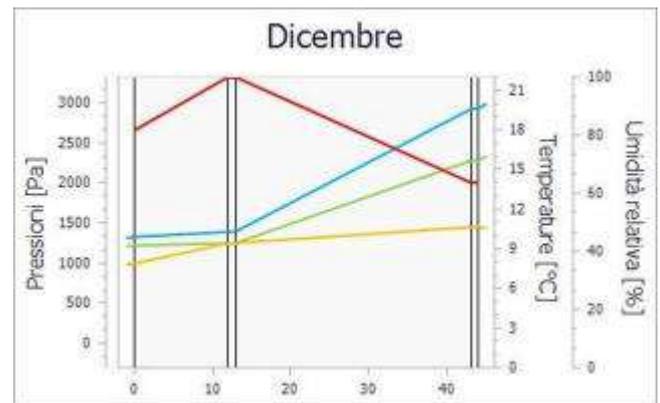
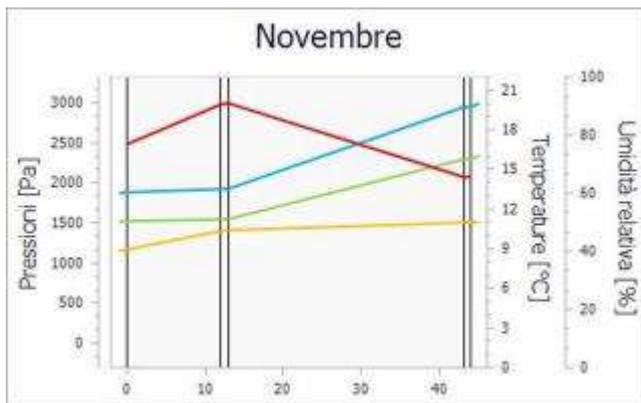
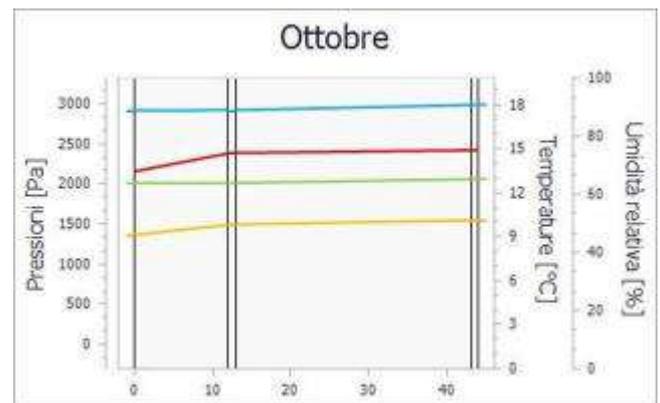
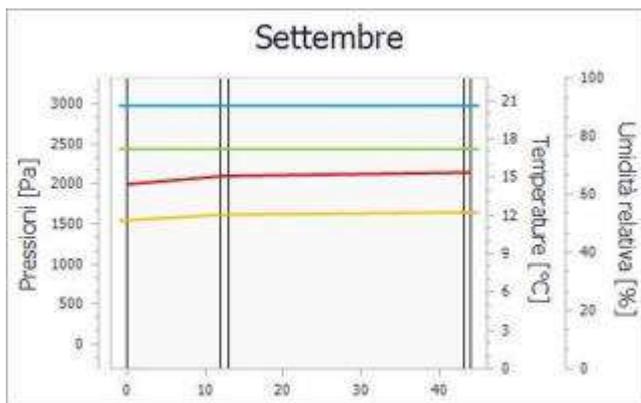
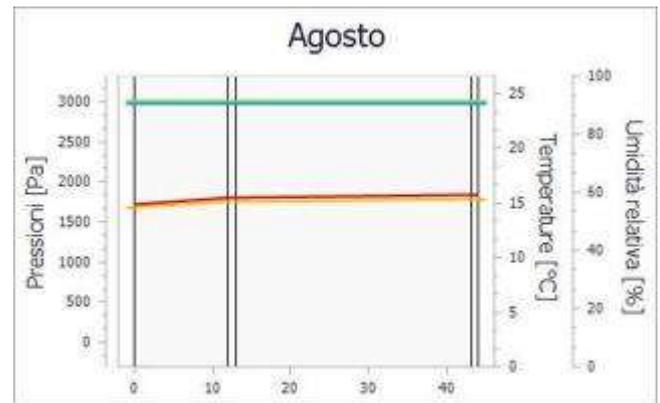
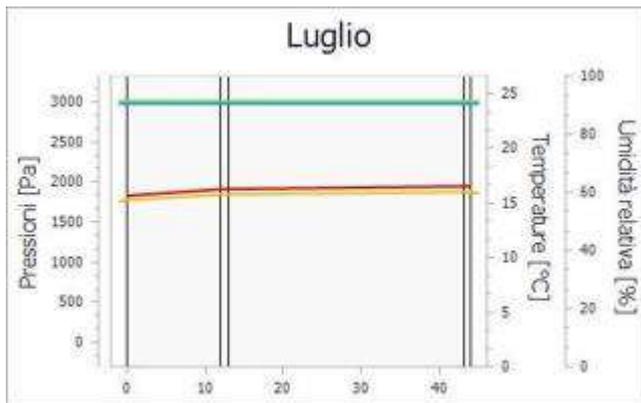
— Temperatura

— Pressione di vapore

— Pressione di saturazione

— Umidità





## Componenti opachi orizzontali o inclinati

Tipologia:	<u>Solaio Esterno</u>	Confine:	<u>Esterno</u>
Codice:	<u>COP-LATCEM-COVERPIU'</u>	Descrizione:	<u>Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù</u>

### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,100
1	Intonaco di calce e sabbia	0,010	0,800	1600,00	1000,00	6	0,013
2	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm)	0,160	-	900,00	1000,00	100	0,300
3	Calcestruzzo armato generico	0,040	-	2400,00	1000,00	130	0,330
4	polistirene espanso sinterizzato con Grafite	0,100	0,032	88,70	1450,00	40	3,125
5	Acciaio	0,005	52,000	7800,00	500,00	1000000	0,000
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,315</b>					<b>3,908</b>

#### Legenda

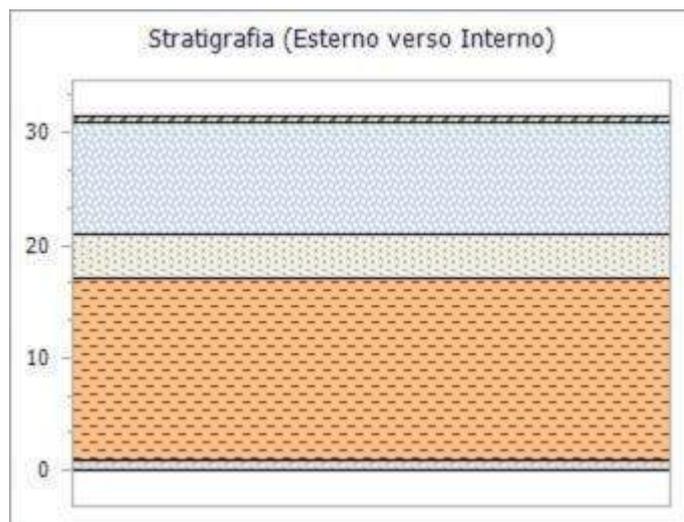
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

C Calore specifico del materiale  
 R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	31,5	cm
Trasmittanza termica	U	0,256	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,908	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	303,87	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	288,36	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>I,E</sub>	0,038	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	59,80	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	24,07	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,149	-
Sfasamento	$\phi$	12,38	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	4,318	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	1,743	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	287,87	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo  
 Classe di concentrazione:  
 $\phi$  muffa:  
 $\phi$  condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno  
 Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata  
 0,80 [-]  
 1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	7,10	81,11	818	1008	20,00	58,87	1376	2337
Febbraio	8,10	78,67	849	1080	20,00	58,70	1372	2337
Marzo	9,70	82,00	986	1203	20,00	62,13	1452	2337
Aprile	12,20	80,32	1141	1420	18,00	73,58	1518	2063
Maggio	16,60	62,14	1173	1888	18,00	67,58	1394	2063
Giugno	20,20	61,54	1456	2366	20,20	65,77	1556	2366
Luglio	22,20	58,74	1571	2675	22,20	62,48	1671	2675
Agosto	22,20	55,80	1493	2675	22,20	59,54	1593	2675
Settembre	18,70	63,36	1366	2155	18,70	70,14	1512	2155
Ottobre	15,60	67,81	1201	1771	18,00	70,65	1457	2063
Novembre	11,20	77,08	1025	1330	20,00	61,50	1437	2337
Dicembre	7,80	82,08	868	1058	20,00	59,96	1401	2337

*Legenda simboli*

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

*Legenda pedici*

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

*Legenda unità di misura*

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1720	1715	1815	1897	1742	1945	2089	1991	1890	1822	1797	1752
$\theta_{si,min}$	°C	15,14	15,09	15,98	16,68	15,34	17,07	18,20	17,43	16,61	16,04	15,82	15,42
$f_{R,si,min}$	[-]	0,623	0,588	0,610	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,525	0,625

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,625

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,974

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1376	1372	1452	1518	1394	1556	1671	1593	1512	1457	1437	1401
$\theta_{si,min}$	°C	11,72	11,67	12,53	13,21	11,91	13,59	14,69	13,95	13,15	12,59	12,38	11,99
$f_{R,si,min}$	[-]	0,358	0,300	0,275	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,134	0,344

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,358

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,974

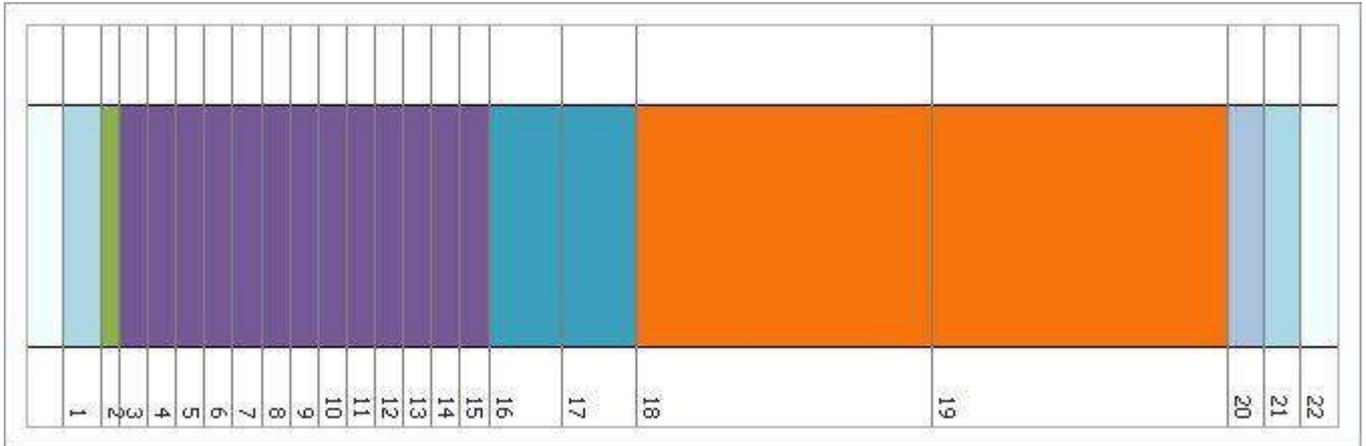
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Acciaio	-	0,040	-
3	Acciaio - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [0]	0,5	0,000	5000,00
4	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [0] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [1]	0,8	0,240	0,31
5	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [1] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [2]	0,8	0,240	0,31
6	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [2] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [3]	0,8	0,240	0,31
7	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [3] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [4]	0,8	0,240	0,31
8	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [4] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [5]	0,8	0,240	0,31
9	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [5] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [6]	0,8	0,240	0,31
10	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [6] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [7]	0,8	0,240	0,31
11	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [7] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [8]	0,8	0,240	0,31
12	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [8] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [9]	0,8	0,240	0,31
13	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [9] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [10]	0,8	0,240	0,31
14	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [10] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [11]	0,8	0,240	0,31
15	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [11] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [12]	0,8	0,240	0,31
16	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [12] - Calcestruzzo armato generico [0]	0,8	0,240	0,31
17	Calcestruzzo armato generico [0] - Calcestruzzo armato generico [1]	2,0	0,165	2,60
18	Calcestruzzo armato generico [1] - Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [0]	2,0	0,165	2,60
19	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [0] - Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [1]	8,0	0,150	8,00
20	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [1] - Intonaco di calce e sabbia	8,0	0,150	8,00
21	Intonaco di calce e sabbia - Strato laminare interno	1,0	0,013	0,06
22	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,100	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	818	849	986	1141	1173	1456	1571	1493	1366	1201	1025	868
	Ps	1008	1080	1203	1420	1888	2366	2675	2675	2155	1771	1330	1058
	θ	7,10	8,10	9,70	12,20	16,60	20,20	22,20	22,20	18,70	15,60	11,20	7,80
	φ	81,11	78,67	82,00	80,32	62,14	61,54	58,74	55,80	63,36	67,81	77,08	82,08
2	Pv	818	849	986	1141	1173	1456	1571	1493	1366	1201	1025	868
	Ps	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	2675	2155	1774	1338	1067
	θ	7,23	8,22	9,81	12,26	16,61	20,20	22,20	22,20	18,70	15,62	11,29	7,92
	φ	80,38	78,02	81,42	80,01	62,08	61,54	58,74	55,80	63,36	67,70	76,62	81,38
3	Pv	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	1592	1511	1456	1338	1067
	Ps	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	2675	2155	1774	1338	1067
	θ	7,23	8,22	9,81	12,26	16,61	20,20	22,20	22,20	18,70	15,62	11,29	7,93
	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	59,52	70,11	82,07	100,00
4	Pv	1022	1092	1214	1427	1884	2356	2663	1592	1511	1456	1339	1071
	Ps	1074	1144	1264	1460	1900	2366	2675	2675	2155	1791	1386	1123
	θ	8,03	8,95	10,44	12,62	16,70	20,20	22,20	22,20	18,70	15,77	11,83	8,68
	φ	95,13	95,46	96,08	97,76	99,14	99,58	99,54	59,52	70,11	81,30	96,57	95,39
5	Pv	1026	1095	1217	1428	1878	2346	2650	1592	1511	1456	1340	1075
	Ps	1134	1202	1318	1494	1911	2366	2675	2675	2155	1808	1437	1181
	θ	8,82	9,69	11,07	12,97	16,79	20,20	22,20	22,20	18,70	15,92	12,37	9,43
	φ	90,53	91,15	92,33	95,58	98,28	99,17	99,09	59,52	70,11	80,54	93,27	91,02
6	Pv	1031	1099	1220	1429	1872	2336	2638	1592	1511	1456	1341	1079
	Ps	1196	1262	1375	1530	1921	2366	2675	2675	2155	1825	1489	1242
	θ	9,61	10,42	11,71	13,33	16,87	20,20	22,20	22,20	18,70	16,07	12,91	10,18
	φ	86,17	87,07	88,75	93,45	97,43	98,75	98,63	59,52	70,11	79,78	90,10	86,88
7	Pv	1035	1102	1223	1430	1866	2327	2626	1592	1511	1456	1342	1083
	Ps	1261	1325	1434	1566	1932	2366	2675	2675	2155	1842	1542	1306
	θ	10,41	11,15	12,34	13,69	16,96	20,20	22,20	22,20	18,70	16,22	13,46	10,93
	φ	82,06	83,18	85,32	91,37	96,59	98,33	98,17	59,52	70,11	79,03	87,05	82,95
8	Pv	1039	1106	1226	1432	1860	2317	2614	1592	1511	1456	1344	1087
	Ps	1330	1391	1494	1602	1942	2366	2675	2675	2155	1860	1597	1372
	θ	11,20	11,88	12,97	14,04	17,04	20,20	22,20	22,20	18,70	16,36	14,00	11,68
	φ	78,16	79,50	82,04	89,35	95,75	97,92	97,71	59,52	70,11	78,30	84,11	79,22
9	Pv	1044	1109	1229	1433	1854	2307	2601	1592	1511	1456	1345	1091
	Ps	1401	1460	1557	1640	1953	2366	2675	2675	2155	1877	1654	1442
	θ	11,99	12,61	13,61	14,40	17,13	20,20	22,20	22,20	18,70	16,51	14,54	12,43
	φ	74,48	75,99	78,91	87,37	94,92	97,50	97,26	59,52	70,11	77,56	81,29	75,68
10	Pv	1048	1113	1232	1434	1848	2297	2589	1592	1511	1456	1346	1095
	Ps	1476	1531	1623	1678	1963	2366	2675	2675	2155	1895	1713	1515
	θ	12,79	13,35	14,24	14,76	17,22	20,20	22,20	22,20	18,70	16,66	15,08	13,18
	φ	70,99	72,67	75,91	85,45	94,10	97,08	96,80	59,52	70,11	76,84	78,57	72,32
11	Pv	1052	1116	1235	1435	1842	2287	2577	1592	1511	1456	1347	1099
	Ps	1555	1606	1691	1717	1974	2366	2675	2675	2155	1913	1774	1590
	θ	13,58	14,08	14,87	15,11	17,30	20,20	22,20	22,20	18,70	16,81	15,62	13,93
	φ	67,68	69,50	73,04	83,57	93,28	96,66	96,34	59,52	70,11	76,12	75,95	69,12
12	Pv	1057	1120	1238	1436	1835	2277	2565	1592	1511	1456	1348	1103
	Ps	1637	1684	1761	1757	1985	2366	2675	2675	2155	1931	1836	1670
	θ	14,37	14,81	15,51	15,47	17,39	20,20	22,20	22,20	18,70	16,95	16,16	14,68
	φ	64,55	66,49	70,29	81,74	92,47	96,25	95,89	59,52	70,11	75,42	73,44	66,09
13	Pv	1061	1123	1241	1437	1829	2267	2553	1592	1511	1456	1350	1108
	Ps	1723	1765	1834	1797	1996	2366	2675	2675	2155	1949	1901	1752
	θ	15,17	15,54	16,14	15,83	17,48	20,20	22,20	22,20	18,70	17,10	16,70	15,43
	φ	61,58	63,63	67,66	79,96	91,66	95,83	95,43	59,52	70,11	74,71	71,01	63,21



7	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Legenda**

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]

$M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia

$M_a$

29,00

$g/m^2$

Interfaccia		3	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	g/m <sup>2</sup>
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a 29,00 g/m<sup>2</sup> (inferiore al limite di 500,00 g/m<sup>2</sup>), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

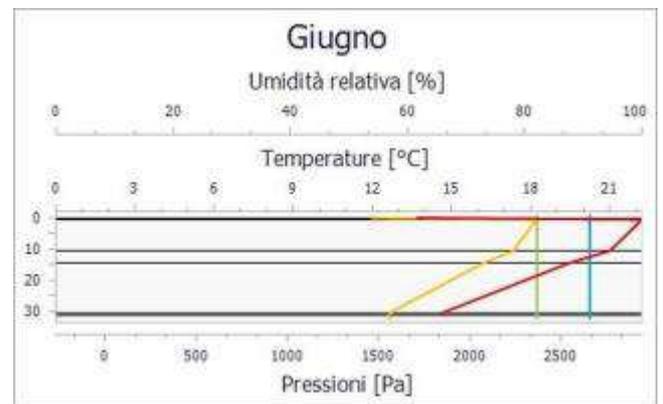
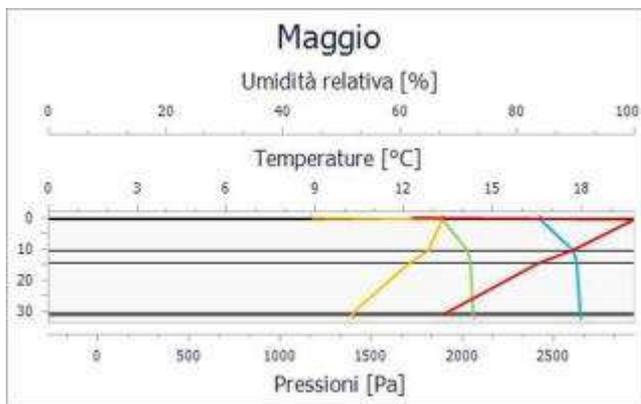
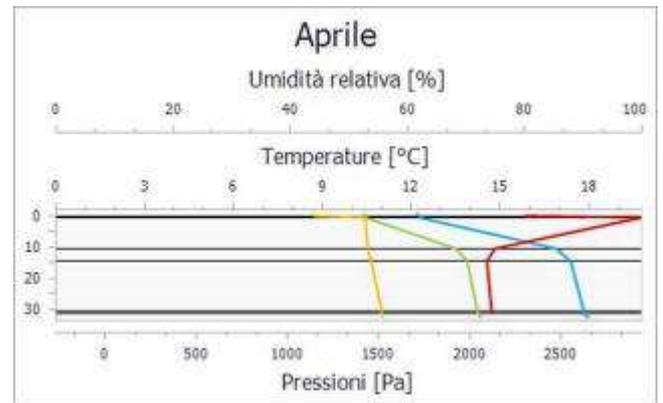
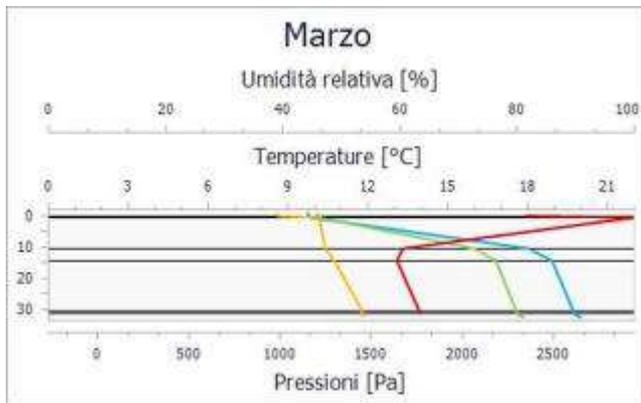
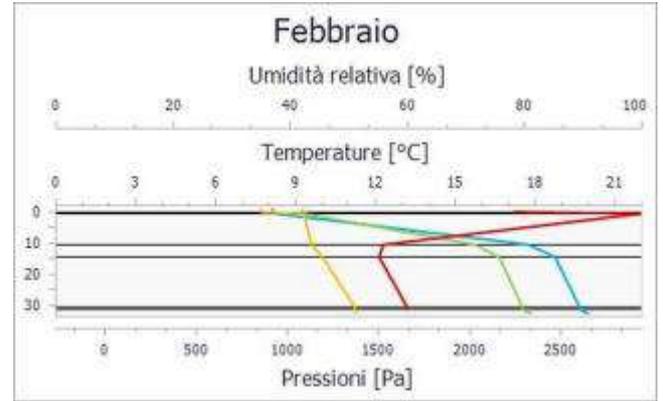
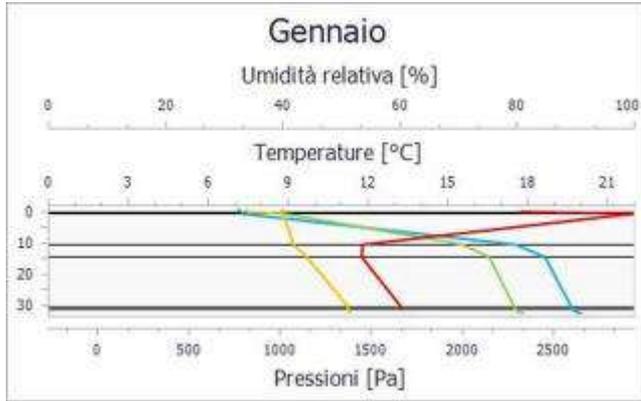
Legenda

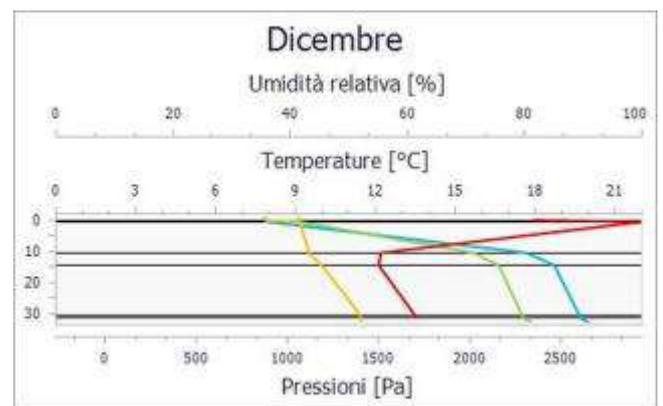
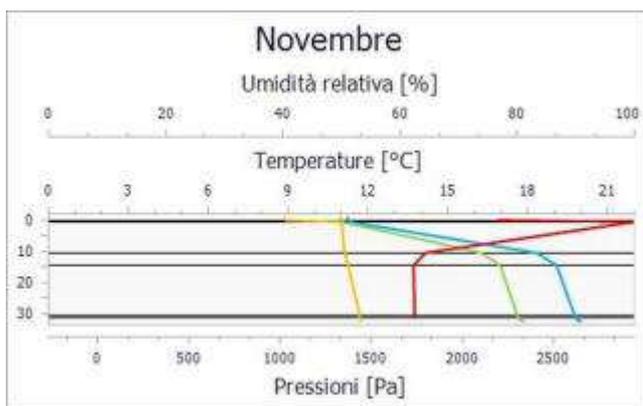
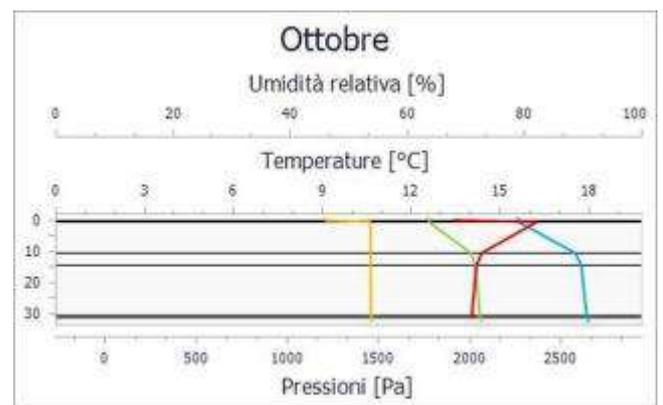
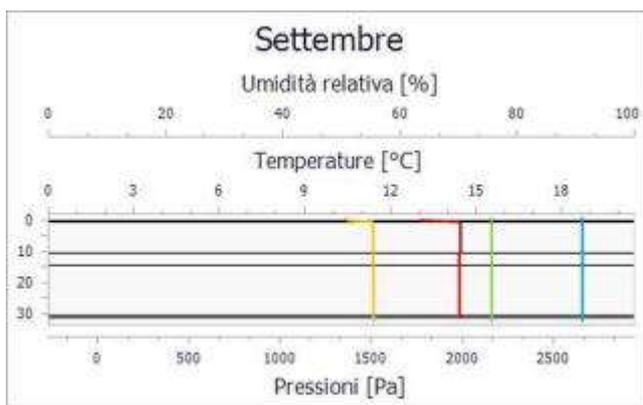
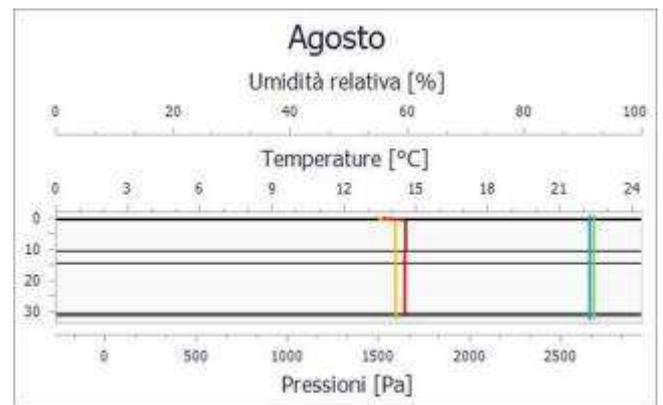
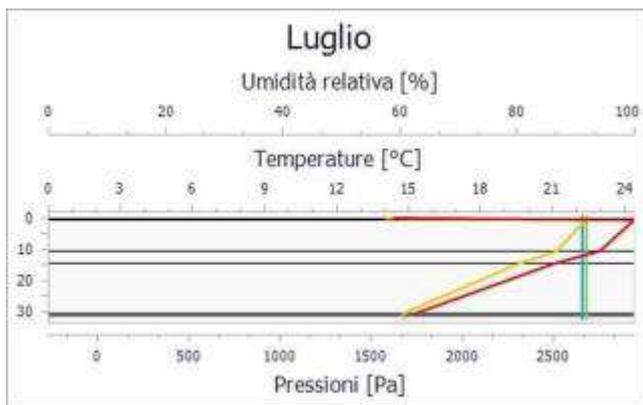
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





**Tipologia:** Pavimento Esterno      **Confine:** Esterno  
**Codice:** PAV-VS-TERRA-EXISOLA      **Descrizione:** Pavimento su terreno cm. 70

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,170
1	Pavimentazione interna - gres	0,010	1,470	1700,00	1000,00	200	0,007
2	Sottofondo in cls - malta di cemento	0,050	1,400	2000,00	1000,00	60	0,036
3	Massetto isolante termico di politerm	0,150	0,067	265,00	1400,00	12	2,239
4	Calcestruzzo armato (getto)	0,040	1,910	2400,00	1000,00	130	0,021
5	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.)	0,350	-	1,30	1000,00	1	0,090
6	C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	0,100	1,310	2000,00	880,00	60	0,076
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,700</b>					<b>2,679</b>

#### Legenda

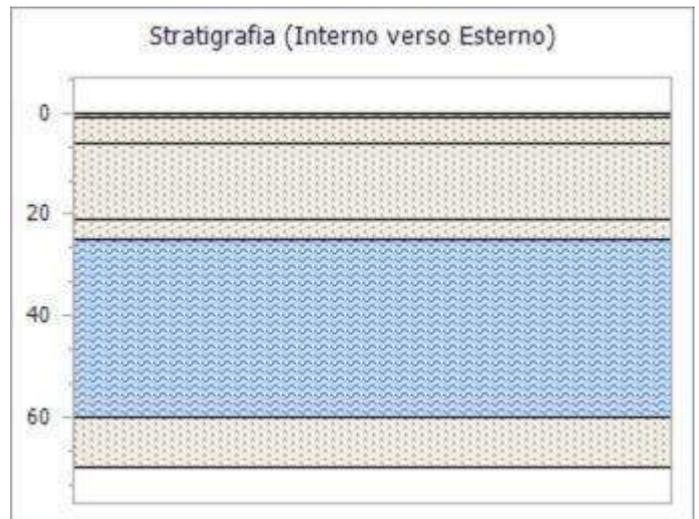
*s* Spessore dello strato  
 *$\rho$*  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

*c* Calore specifico del materiale  
*R* Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	70	cm
Trasmittanza termica	U	0,373	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	2,679	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	453,21	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	445,11	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>IE</sub>	0,054	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	61,77	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	128,95	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,146	-
Sfasamento	$\varphi$	15,15	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	4,478	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	9,373	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	453,21	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

**Metodo di calcolo**  
**Classe di concentrazione:**  
 $\varphi$  muffa:  
 $\varphi$  condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno  
 Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata  
 0,80 [-]  
 1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

### Legenda simboli

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

### Legenda pedici

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

### Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,937

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,937

Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	-	0,040	-
3	C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne - Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.)	10,0	0,076	6,00
4	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.) - Calcestruzzo armato (getto)	35,0	0,090	0,35
5	Calcestruzzo armato (getto) - Massetto isolante termico di politerm [0]	4,0	0,021	5,20
6	Massetto isolante termico di politerm [0] - Massetto isolante termico di politerm [1]	1,7	0,249	0,19
7	Massetto isolante termico di politerm [1] - Massetto isolante termico di politerm [2]	1,7	0,249	0,19
8	Massetto isolante termico di politerm [2] - Massetto isolante termico di politerm [3]	1,7	0,249	0,19
9	Massetto isolante termico di politerm [3] - Massetto isolante termico di politerm [4]	1,7	0,249	0,19
10	Massetto isolante termico di politerm [4] - Massetto isolante termico di politerm [5]	1,7	0,249	0,19
11	Massetto isolante termico di politerm [5] - Massetto isolante termico di politerm [6]	1,7	0,249	0,19
12	Massetto isolante termico di politerm [6] - Massetto isolante termico di politerm [7]	1,7	0,249	0,19
13	Massetto isolante termico di politerm [7] - Massetto isolante termico di politerm [8]	1,7	0,249	0,19
14	Massetto isolante termico di politerm [8] - Sottofondo in cls - malta di cemento	1,7	0,249	0,19
15	Sottofondo in cls - malta di cemento - Pavimentazione interna - gres	5,0	0,036	3,00
16	Pavimentazione interna - gres - Strato laminare interno	1,0	0,007	2,00
17	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,170	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	$\theta$	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	$\varphi$	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1168	1248	1386	1625	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1527	1223
	$\theta$	9,26	10,25	11,82	14,26	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,61	13,30	9,95

	φ	80,36	78,03	81,48	80,16	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,70	81,39
3	Pv	1099	1122	1259	1403	1382	1681	1809	1719	1581	1427	1283	1147
	Ps	1193	1272	1407	1636	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1546	1247
	θ	9,57	10,53	12,06	14,37	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,50	10,24
	φ	92,11	88,23	89,42	85,74	64,54	62,86	59,92	56,97	64,80	70,87	82,99	91,98
4	Pv	1108	1131	1266	1408	1385	1683	1811	1721	1583	1431	1290	1156
	Ps	1222	1300	1433	1650	2142	2675	3018	3018	2440	2015	1569	1276
	θ	9,94	10,86	12,34	14,49	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,72	10,59
	φ	90,63	86,96	88,32	85,39	64,67	62,93	59,99	57,03	64,88	70,98	82,18	90,60
5	Pv	1229	1307	1378	1496	1428	1712	1839	1750	1612	1483	1387	1283
	Ps	1229	1307	1440	1653	2142	2675	3018	3018	2440	2016	1575	1283
	θ	10,02	10,94	12,40	14,52	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,78	10,67
	φ	100,00	100,00	95,75	90,49	66,66	64,00	60,93	57,98	66,05	73,58	88,06	100,00
6	Pv	1235	1310	1383	1499	1429	1713	1840	1751	1613	1485	1390	1288
	Ps	1315	1389	1514	1691	2142	2675	3018	3018	2440	2021	1641	1366
	θ	11,04	11,86	13,18	14,88	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,67	14,41	11,61
	φ	93,89	94,33	91,30	88,64	66,73	64,04	60,96	58,01	66,09	73,51	84,75	94,27
7	Pv	1241	1314	1387	1502	1431	1714	1841	1752	1614	1487	1394	1293
	Ps	1406	1475	1592	1730	2142	2675	3018	3018	2440	2025	1709	1454
	θ	12,05	12,78	13,95	15,23	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,71	15,04	12,56
	φ	88,21	89,03	87,09	86,84	66,80	64,08	61,00	58,05	66,13	73,43	81,57	88,91
8	Pv	1246	1317	1391	1505	1432	1715	1842	1753	1615	1489	1397	1298
	Ps	1503	1567	1674	1769	2142	2675	3018	3018	2440	2030	1779	1547
	θ	13,06	13,70	14,72	15,58	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,75	15,67	13,51
	φ	82,91	84,06	83,10	85,07	66,88	64,12	61,03	58,08	66,18	73,35	78,53	83,89
9	Pv	1252	1320	1395	1508	1434	1716	1843	1754	1616	1491	1401	1303
	Ps	1605	1663	1759	1810	2142	2675	3018	3018	2440	2035	1853	1645
	θ	14,07	14,62	15,49	15,93	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,78	16,30	14,45
	φ	77,97	79,40	79,32	83,35	66,95	64,15	61,07	58,12	66,22	73,28	75,62	79,19
10	Pv	1257	1324	1399	1512	1436	1717	1844	1755	1617	1493	1405	1308
	Ps	1714	1764	1847	1851	2142	2675	3018	3018	2440	2040	1929	1749
	θ	15,09	15,54	16,26	16,29	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,82	16,93	15,40
	φ	73,36	75,03	75,73	81,67	67,02	64,19	61,10	58,15	66,26	73,20	72,83	74,79
11	Pv	1263	1327	1403	1515	1437	1718	1845	1756	1618	1495	1408	1313
	Ps	1829	1871	1940	1893	2142	2675	3018	3018	2440	2044	2007	1858
	θ	16,10	16,46	17,03	16,64	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,86	17,57	16,35
	φ	69,06	70,93	72,32	80,02	67,10	64,23	61,14	58,19	66,31	73,13	70,16	70,66
12	Pv	1269	1330	1407	1518	1439	1719	1846	1757	1619	1497	1412	1318
	Ps	1950	1983	2037	1936	2142	2675	3018	3018	2440	2049	2089	1973
	θ	17,11	17,38	17,80	16,99	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,89	18,20	17,30
	φ	65,04	67,08	69,09	78,42	67,17	64,27	61,17	58,22	66,35	73,05	67,60	66,79
13	Pv	1274	1334	1411	1521	1440	1720	1847	1758	1620	1499	1415	1323
	Ps	2079	2101	2138	1979	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2173	2095
	θ	18,12	18,30	18,57	17,35	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,83	18,24
	φ	61,29	63,47	66,02	76,85	67,24	64,31	61,21	58,25	66,39	72,97	65,14	63,16
14	Pv	1280	1337	1416	1524	1442	1721	1848	1759	1621	1501	1419	1328
	Ps	2215	2226	2243	2024	2142	2675	3018	3018	2440	2059	2260	2222
	θ	19,14	19,21	19,34	17,70	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,46	19,19
	φ	57,78	60,08	63,10	75,31	67,32	64,35	61,24	58,29	66,44	72,90	62,79	59,75
15	Pv	1367	1390	1480	1575	1466	1738	1865	1776	1638	1531	1475	1406
	Ps	2235	2244	2259	2031	2142	2675	3018	3018	2440	2059	2273	2241
	θ	19,28	19,35	19,45	17,75	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,55	19,33
	φ	61,18	61,94	65,54	77,55	68,47	64,96	61,79	58,83	67,11	74,35	64,90	62,73
	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458

16	Ps	2239	2248	2262	2032	2142	2675	3018	3018	2440	2060	2275	2245
	$\theta$	19,31	19,37	19,47	17,76	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,57	19,35
	$\varphi$	63,68	63,41	67,36	79,15	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,33	66,47	64,94
17	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2337	2337	2337	2063	2142	2675	3018	3018	2440	2063	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	18,00	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	18,00	20,00	20,00
	$\varphi$	61,00	60,98	65,20	77,96	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,21	64,72	62,38

**Legenda**

Int.	Numero interfaccia	$\theta$	Temperatura [ $^{\circ}$ C]
$P_v$	Pressione di vapore [Pa]	$P_s$	Pressione di saturazione [Pa]
$\varphi$	Umidità relativa [%]		

Dall'analisi risulta formazione di condensa interstiziale. Di seguito i dettagli delle masse condensate ed evaporate:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	$g_c$	2,15	-5,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
	$M_a$	2,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
6	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Legenda**

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]  
 $M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia	$M_a$	2,74	$\text{g/m}^2$
Interfaccia		5	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	$\text{g/m}^2$
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a  $2,74 \text{ g/m}^2$  (inferiore al limite di  $500,00 \text{ g/m}^2$ ), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

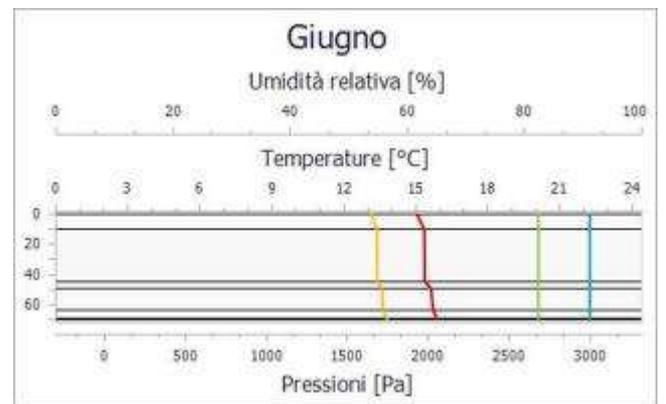
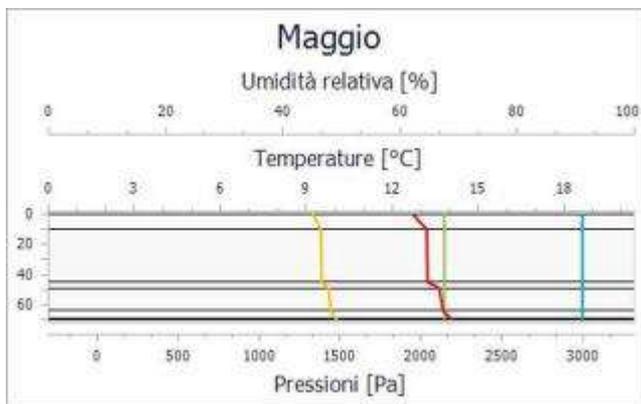
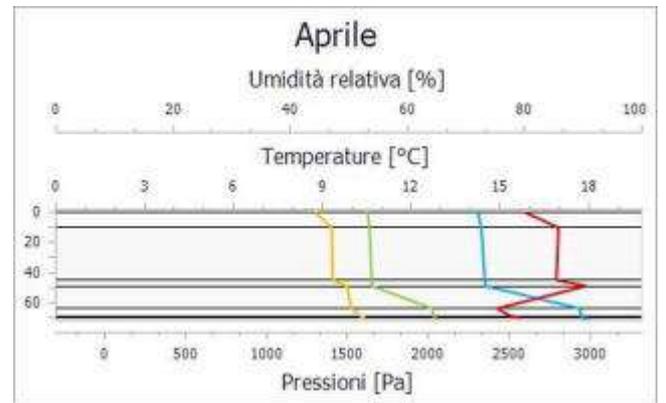
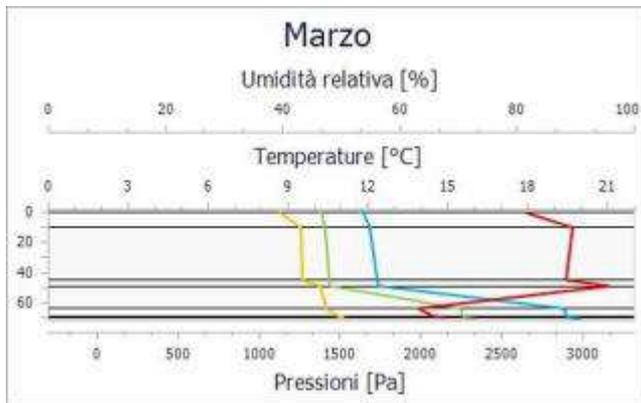
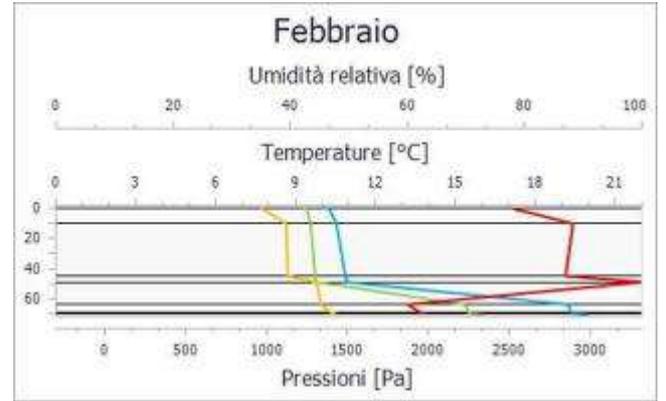
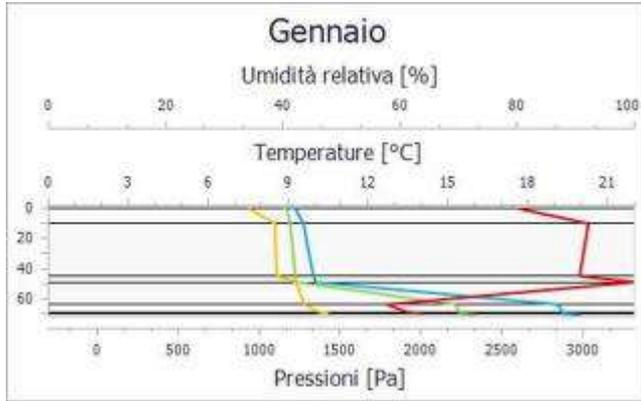
Legenda

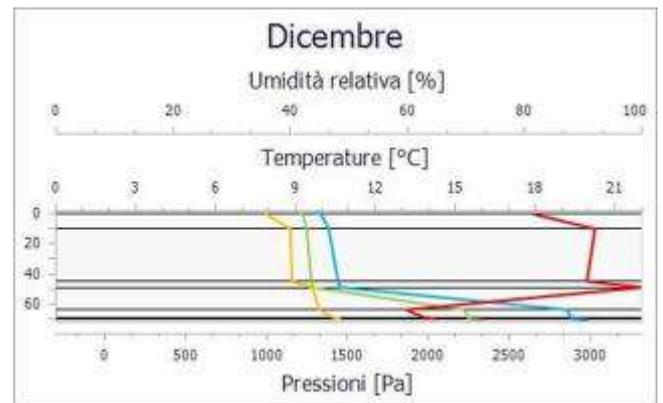
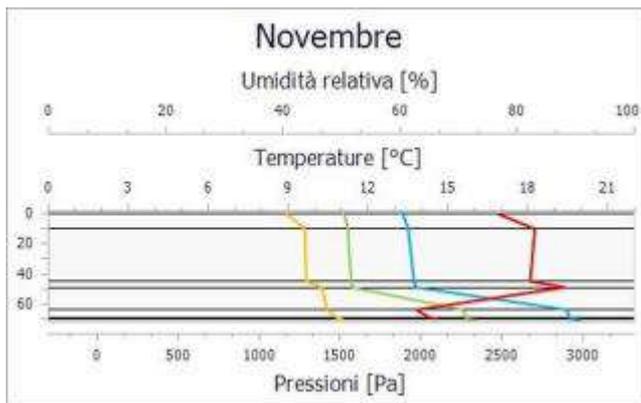
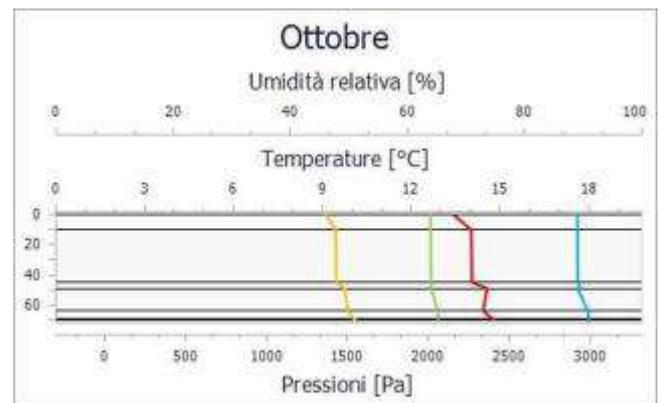
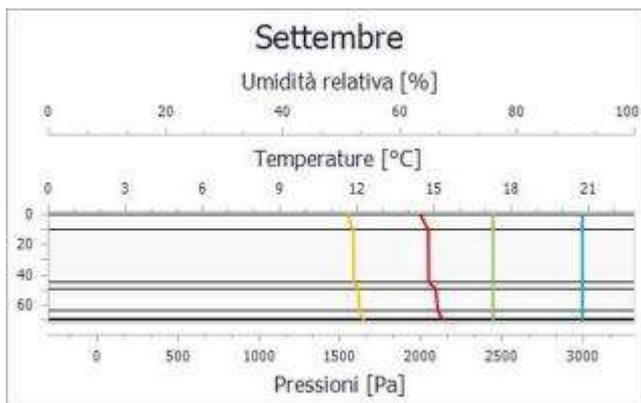
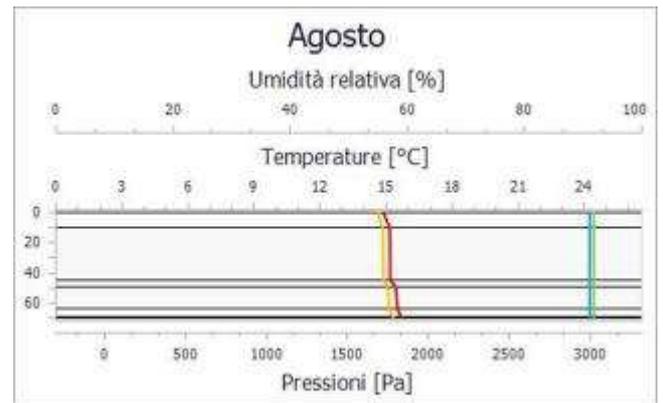
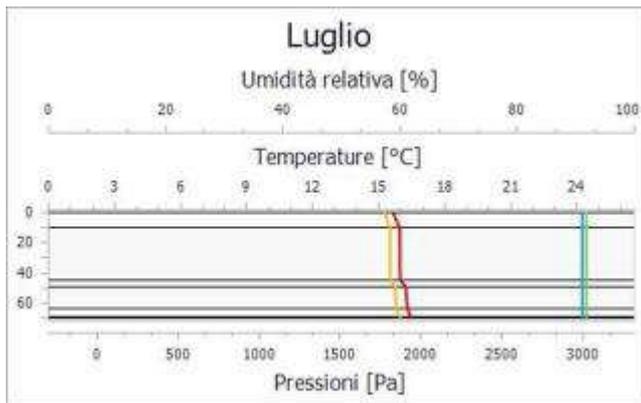
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità

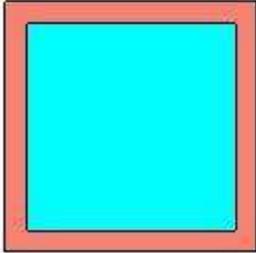






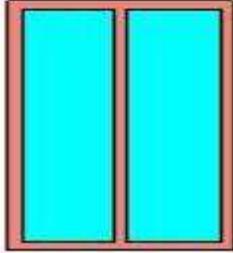
## ALLEGATO 2 – CARATTERISTICHE TERMICHE COMPONENTI FINESTRATI

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
F.01	Singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 80x80
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,140 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	



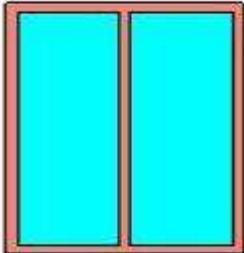
*\*Trasmittanza fornita dal produttore*

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
PB.03	Singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 120x210
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,200 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	



*\*Trasmittanza fornita dal produttore*

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
PB.04	Singolo	portafinestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 150x210
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,170 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	



*\*Trasmittanza fornita dal produttore*



### ALLEGATO 3 – VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

Di seguito si riportano le verifiche termoigrometriche dei componenti oggetto di intervento.

#### Componenti verso esterno

Codice	Descrizione	Confine	Condensa superficiale	Condensa interstiziale	Muffa
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	NORD_OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	NORD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	SUD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	SUD_OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
COP-LATCEM-COVERPIU'	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
PAV-VS-TERRA-EXISOLA	Pavimento su terreno cm. 70	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
PP.01	Portoncino ingresso 1 anta vetrocamera opalino basso emissivo antieffrazione	SUD_EST	Non presente	Non presente	Non presente

## ALLEGATO 4 – RIEPILOGO PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito si riporta un riepilogo dei principali risultati di calcolo.

Simbolo	Descrizione
$H'_T$	Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	Area solare equivalente estiva per unità di superficie
$EP_{H,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale
$EP_{C,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva
$EP_{W,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria
$\eta_H$	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione invernale
$\eta_C$	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione estiva
$\eta_W$	Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di acqua calda sanitaria
$EP_{x,nren}$	Indice di prestazione energetica non rinnovabile per il servizio energetico X
$EP_{x,ren}$	Indice di prestazione energetica rinnovabile per il servizio energetico X
$EP_{x,tot}$	Indice di prestazione energetica totale per il servizio energetico X
$EP_{gl,nren}$	Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile
$EP_{gl,ren}$	Indice di prestazione energetica globale rinnovabile
$EP_{gl,tot}$	Indice di prestazione energetica globale
$FER_w$	Percentuale di copertura dei fabbisogni di acqua calda sanitaria
$FER_{gl}$	Percentuale di copertura dei fabbisogni di riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento
X	Servizio energetico: <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>H - Climatizzazione invernale</span> <span>W - Acqua calda sanitaria</span> <span>C - Climatizzazione estiva</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>V - ventilazione meccanica</span> <span>L - Illuminazione</span> <span>T - trasporto</span> </div>

### Unità 3 tipologia A

Indice	U.M.	Edificio reale	Edificio di riferimento
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,362	0,550
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	-	0,003	0,030
$EP_{H,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	27,55	32,44
$EP_{C,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	19,18	26,22
$EP_{W,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	17,91	17,91
$\eta_H$	-	1,226	0,655
$\eta_C$	-	2,910	1,763
$\eta_W$	-	1,382	1,028
$EP_{H,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	8,93	17,22
$EP_{H,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	13,53	32,27
$EP_{H,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	22,47	49,49
$EP_{W,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	3,27	5,52
$EP_{W,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	9,69	11,70
$EP_{W,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	12,97	17,22
$EP_{C,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	3,07
$EP_{C,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	6,59	11,80
$EP_{C,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	6,59	14,87
$EP_{V,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	9,61
$EP_{V,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	2,32
$EP_{V,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	11,93
$EP_{gl,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	12,20	35,42
$EP_{gl,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	29,82	46,16
$EP_{gl,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	42,02	81,58
$FER_w$	%	73,12	50,00
$FER_{gl}$	%	68,77	50,00





## RELAZIONE TECNICA

ai sensi dell'Art. 8 del D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 e  
D.M. 26 Giugno 2015 (ex Legge 10)

Area geografica

Regione **Sardegna**  
Provincia di **Oristano**  
Comune di **ORISTANO**

Ubicazione intervento

,

Proprietà  
Comune di Oristano

Progettista  
Arch. Francesco Deriu

Costruttore

Tecnico  
Ing. Gerolamo Sulis

Revisione n° 0



Data elaborazione: 04/01/2022



# RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005 E DM 26 GIUGNO 2015, ATTESTANTE LA RISPONDEZZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NUOVA COSTRUZIONE</b>	Edifici di nuova costruzione o oggetto di demolizione e ricostruzione
-------------------------------------	--------------------------	---

## 1.0 DESCRIZIONE DELL'OPERA

*Nessuna descrizione*

L'unità immobiliare residenziale in progetto è composta da un piano fuori terra. La struttura portante è in c.a. e il tamponamento perimetrale è realizzato in muratura tipo Thermotek Terra sarda 30, come verrà precisato più avanti.

Il solaio di copertura a due falde inclinate è in laterocemento con sovrapposto un pannello isolante, di tipo Coverpiù, in EPS sormontato da una lastra in acciaio con protezione multistrato e dotata di canali di ventilazione. L'isolamento verso terra è ottenuto mediante un massetto realizzato con un impasto cementizio termoisolante con EPS additivato (tipo Politerm).

Nella presente relazione si definiscono gli impianti di climatizzazione invernale ed estiva, della produzione di acqua calda sanitaria a servizio dell'edificio in questione, insieme alle pareti orizzontali e verticali e chiusure costituenti l'involucro esterno, affinché sia verificato quanto richiesto dal D.M. requisiti minimi.

L'unità immobiliare è climatizzata estate e inverno mediante l'utilizzo di una pompa di calore aria-acqua, alimentante un ventilconvettore, con distribuzione a canali d'aria e uno scaldavivande nel bagno.

A supporto della ventilazione naturale degli ambienti è prevista una unità di ventilazione meccanica puntuale (con recupero di calore) a parete.

Agli effetti del calcolo dei parametri tecnici relativi alla climatizzazione, la zona termica coincide con l'immobile che, data la superficie ridotta dello stesso e l'utilizzo di una sola unità interna (con distribuzione a canali d'aria in tutta la zona termica), è stato considerato ad ambiente unico.

La produzione di acqua calda sanitaria viene fornita mediante uno scaldacqua a pompa di calore della capacità di 80l.

### Dati catastali:

Sezione:	
Foglio:	<b>22</b>
Particella/Mappale:	<b>2813</b>
Subalterno:	

## 1.1 TITOLO ABILITATIVO

Titolo abilitativo: da ottenere

Classificazione dell'edificio (o complesso di edifici) in base alla categoria di cui all'articolo 3 del DPR 26 agosto 1993, n. 412 ed alla definizione di "edificio" del presente provvedimento:

Numero delle unità immobiliari:	<b>1</b>	Destinazione d'uso prevalente:	<b>E.1.1</b>
---------------------------------	----------	--------------------------------	--------------

Dettaglio delle destinazioni d'uso previste per nel progetto corrente:

DENOMINAZIONE ZONA TERMICA	DESTINAZIONE D'USO DPR 419/93	VOLUME m <sup>3</sup>
Piano unico	<b>E.1.1</b>	<b>250,92</b>

## 1.2 SOGGETTI COINVOLTI

[ X ] Committente/i :

Tipologia	Persona giuridica
Cognome e Nome / Denominazione	<b>Comune di Oristano</b>
Indirizzo	Piazza E. d'Arborea 44
Cap	09170
Città	ORISTANO

Provincia	OR
Partita IVA	00052090958
Telefono	0783 7911
Fax	0783 791229
Email	istituzionale@pec.comune.oristano.it

[ X ] Progettista/i :

Denominazione	<b>Arch. Francesco Deriu</b>
Indirizzo	via G. Mazzini 94
Cap	09170
Città	ORISTANO
Provincia	OR
Codice fiscale	DREFNC76H19B3540
Partita IVA	01071890956
Iscrizione	Ordine Architetti
Numero di iscrizione	99
Provincia di iscrizione	OR
Email	francescoderiu.posta@gmail.com
	AMBITI

[ X ] Tecnico/i :

Denominazione	<b>Ing. Gerolamo Sulis</b>
Indirizzo	Via XX Settembre 43
Cap	09170
Città	ORISTANO
Provincia	OR
Codice fiscale	SLSGLM75P30A192W
Partita IVA	02319100901
Telefono	3388465732
Iscrizione	Ordine Ingegneri Oristano
Numero di iscrizione	691
Provincia di iscrizione	OR
Email	studioingsulis@gmail.com
	AMBITI

- Tecnico degli impianti termici
- Tecnico lavori isolamento termico
- Tecnico lavori sistemi di ricambio d'aria

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

Gli elementi tipologici sono indicati al punto 8. della presente relazione tecnica.

### 2.1 EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO (NZEB)

Le caratteristiche del sistema edificio/impianti sono tali da poter classificare l'edificio come edificio ad energia quasi zero:

- [ X ] Sì  
[ ] No

### 3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

Gradi giorno della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93	<b>1059</b>	GG
Temperatura minima di progetto dell'aria esterna	<b>276,2</b>	°K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna	<b>306,1</b>	°K
Zona Climatica	<b>C</b>	-
Velocità del vento	<b>4,300</b>	m/s
Zona di vento	<b>4</b>	-
Temperatura media	<b>16,3</b>	°C
Irradiazione solare massima estiva su superficie orizzontale	<b>27,600</b>	MJ/m <sup>2</sup>

#### Dati invernali

Temperatura minima di progetto dell'aria esterna	<b>3,0</b>	°C
Periodo di riscaldamento	<b>137,000</b>	giorni

#### TEMPERATURE MEDIE MENSILI (°C) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>θ</b>	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80

#### IRRADIAZIONI SOLARI (MJ/m<sup>2</sup>) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>N</b>	2,08	3,07	4,08	5,39	8,70	10,54	9,96	7,32	5,04	3,60	2,51	1,92
<b>NE/NO</b>	2,26	3,83	5,93	8,11	12,29	14,30	14,22	11,33	8,12	4,97	2,83	2,12
<b>E/O</b>	3,86	6,66	9,25	10,92	15,04	16,76	17,18	14,88	12,21	8,65	4,77	4,41
<b>S</b>	7,15	10,73	11,37	9,71	10,44	10,09	10,52	11,48	12,88	12,76	8,35	9,53
<b>SE/SO</b>	5,85	9,24	11,08	11,17	13,53	13,98	14,62	14,27	13,66	11,45	6,95	7,50
<b>Oriz.</b>	5,30	9,20	13,30	16,50	23,50	26,60	27,00	22,70	17,80	12,00	6,60	5,70

#### UMIDITÀ RELATIVE MEDIE MENSILI (%) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>UR</b>	81,11	78,67	82,00	80,32	62,14	61,54	58,74	55,80	63,36	67,81	77,08	82,08

## 4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO

Climatizzazione	invernale	estiva	u.m.
Volume lordo climatizzato dell'edificio (V)	250,92	250,92	m <sup>3</sup>
Superficie esterna che delimita il volume climatizzato (S)	215,92	215,92	m <sup>2</sup>
Rapporto S/V	0,86		
Superficie utile energetica dell'edificio	48,96	48,96	m <sup>2</sup>
Valore di progetto della temperatura interna	20,0	26,0	°C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna	50,0	50,0	%

### 4.1 INFORMAZIONI GENERALI E PRESCRIZIONI

- Presenza di reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento a meno di 1000 m **No**
- Livello di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS) **-**
- Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture **No**
- Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) **No**
- Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore, del freddo e dell'A.C.S. **No**  
*Non necessari*
- Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare: la regolazione della temperatura avviene per singola zona termica mediante un termostato di zona comunicante con l'unità interna
- Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, 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.

Verifica (D. Lgs. 28/2011)	Percentuale di copertura del fabbisogno [%]
Verifica della copertura di almeno il 50,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria	70,3 %
Verifica della copertura di almeno il 50,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento	65,1 %
Potenza di picco installata sull'edificio	2,002
Potenza minima di legge $[(1/K) * S = (1/50) * 59,18]$	1,1836
Verifica della potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili	VERIFICATO

Denominazione	Tipologia	SCOP	SPF	Limite inferiore SPF	Eres* [kWh/anno]
POMPA DI CALORE UI4	Elettricità	5,1	2,69	2,88	0,00
Scaldacqua PdC - UI4	Elettricità	2,7	2,04	2,88	0,00

Tipologia impianto	Pompa di calore "POMPA DI CALORE UI4"		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	303,023	0,000	0,000
Fabbisogno totale di energia primaria (kWh anno)	1395,018	0,000	0,000

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	21,722 %	0,000 %	0,000 %
---	----------	---------	---------

Tipologia impianto	Fotovoltaico		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	318,238	372,543	318,241

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	52,968 %	80,167 %	100,000 %
---	----------	----------	-----------

- Adozione di sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale **No**
- Adozione di sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale **No**

*Ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:*

- Verifiche della massa superficiale e della trasmittanza termica periodica dei componenti opachi (Rif. Lettera b) del punto 3.3.4 del decreto di cui all'art.4):

#### Componenti opachi verticali

Codice	Descrizione	Ms [kg/m <sup>2</sup> ]	Ms minimo [kg/m <sup>2</sup> ]	Yie [W/m <sup>2</sup> K]	Yie limite [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	396,00	230,00	0,013	0,10	Positiva
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	240,00	230,00	0,022	0,10	Positiva

#### Componenti opachi orizzontali o inclinati

Codice	Descrizione	Yie [W/m <sup>2</sup> K]	Yie limite [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
COP-LATCEM-COVERPIU'	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	0,038	0,18	Positiva

## 5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

### 5.1 Impianti termici

#### a) Descrizione impianto

##### Tipologia

L'impianto di climatizzazione invernale ed estiva, viene realizzato con n. 1 pompa di calore reversibile, del tipo a compressione di vapore con motore elettrico, del tipo aria-acqua, marca AERMEC mod. HMI040, la cui unità esterna è ubicata all'esterno.

La produzione di acqua calda sanitaria avviene tramite n. 1 scaldacqua a pompa di calore della capacità di 80l. Il terminale di erogazione è un ventilconvettore, del tipo AERMEC FCZP con distribuzione a canali d'aria nei singoli ambienti.

L'installazione dello stesso è prevista a incasso totale a controsoffitto. Nel bagno verrà

Installato un radiatore a parete, alimentato dalla stessa pompa di calore, tipo scalda-salviette, dotato di valvola termostatica.

##### Sistema di termoregolazione

Il sistema prevede la regolazione per singola zona termica (intera unità) con regolazione modulante (1° C); questa viene comandata da un pannello di controllo comunicante con l'unità interna di zona dotato di termostato

##### Sistema di contabilizzazione dell'energia termica

Non necessario

##### Sistema di distribuzione del vettore termico

Il vettore termico, nel nostro caso acqua, viene distribuito a circuito chiuso, in tutti i terminali di erogazione, tramite una rete di tubi isolati in materiale multistrato del tipo PEX-AL-PEX.

##### Sistemi di ventilazione forzata

E' presente una unità di VMC puntuale con recupero di calore ad integrazione della ventilazione naturale. Tipo INNOVA HRC05 portata 50mc/h

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

La produzione di acqua calda sanitaria avviene, come detto, tramite scaldacqua a pompa di calore, della capacità nominale di 80 l. (Tipo THE/HP 80 ACS); la distribuzione avviene attraverso pressione della rete cittadina o con elettropompa autoclave e serbatoio di accumulo.

#### b) Specifiche dei generatori

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	POMPA DI CALORE UI4
Uso	Riscaldamento
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria esterna/Acqua impianto
Potenza termica utile	4,0
Potenza elettrica assorbita	0,8
Coefficiente di prestazione (COP)	5,1

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	Scaldacqua PdC - UI4

Uso	ACS
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria esterna/Acqua impianto
Potenza termica utile	0,9
Potenza elettrica assorbita	0,3
Coefficiente di prestazione (COP)	2,7

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	PDC raffrescam. UI4
Uso	Raffrescamento
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria_Acqua
Potenza termica utile	3,8
Indice di efficienza energetica (EER)	4,6

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

#### Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali

Le zone termiche sono dotate dei seguenti sistemi di regolazione:

Zona Termica	Tipo di regolazione	Caratteristiche della regolazione
Unità 4 tipologia A - Piano unico	Solo di zona	P banda prop. 1 °C

### d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari

non necessari.

### e) Terminali di erogazione dell'energia

Dettaglio dei sottosistemi di emissione delle singole zone termiche:

Zona Termica	Tipologia locali	Terminali di erogazione	Potenza termica nominale [W]
Piano unico	Fino a 4 metri	Ventilconvettori	2170,865

### f) Schemi funzionali degli impianti termici

Alla presente relazione è allegato lo schema unifilare degli impianti termici con specificato:

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

## 5.2 Impianti fotovoltaici

Descrizione:	FTV UI4
Orientamento rispetto al SUD (Y) - Azimut:	0,000 °
Inclinazione orizzontale dei pannelli ( $\beta$ ):	0,000 °
Tipo riflessione ambientale:	Coefficiente di riflessione standard (albedo)
Coefficiente di riflessione:	0,200
Anno di installazione:	

Ostruzioni: Assente

### Energia irraggiata sul piano dei moduli [kWh/m<sup>2</sup>]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E	45,66	72,16	115,37	137,64	202,03	221,53	233,04	197,04	151,44	106,46	56,39	49,44

**Totale Irradiazione: 1588,200 kWh/m<sup>2</sup>**

### Caratteristiche dei pannelli fotovoltaici

Tipo di modulo fotovoltaico:	Silicio mono cristallino
Grado di ventilazione dei moduli:	Moduli non ventilati
Superficie di captazione:	9,100 m <sup>2</sup>
Kpv:	0,220
Fpv:	0,700
Potenza di picco Wpv:	2,0 kW

### Energia elettrica prodotta (E<sub>el,pv,out</sub>) [kWh]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E <sub>el,pv</sub>	63,99	101,13	161,68	192,89	283,13	310,45	326,59	276,13	212,23	149,19	79,02	69,28

**Totale Energia prodotta: 2225,703 kWh**

## 5.3 Impianti solari termici

*Nessun impianto solare termico presente*

## 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, 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

In attuazione della faq MiSE 3.16 del dicembre 2018, la verifica dei componenti è stata condotta per le strutture dello stesso tipo, raggruppate per tipologie di strutture corrispondenti alle tabelle dell'appendice B del D.M. Requisiti Minimi e ponderando le stesse sui corrispondenti ponti termici al fine di ottenere un'unica trasmittanza media ponderata. Di seguito è disponibile la tabella delle trasmittanze medie ponderate confrontate con i valori limite previsti dalla normativa cogente:

Tipologia: Componenti opachi di separazione tra edifici o unità confinanti				
Confine	Dettaglio	U,pond [W/m <sup>2</sup> K]	U,lim [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
Altri ambienti climatizzati	Involucro edilizio (Sup,tot:41,34)	0,287	0,800	Verificato
Dettaglio componenti interessati				
Codice	Descrizione	Superficie [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	
MUR03-EXISOLA-ader	Muratura in THERMOTEK cm. 31,5	41,34	0,287	

Di seguito è riportato il dettaglio dei componenti:

#### STRUTTURE OPACHE VERTICALI, VERSO ESTERNO, AMBIENTI NON CLIMATIZZATI O CONTRO TERRA

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
MUR02-EXISOLA-001	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 44	0,293
MUR02-EXISOLA-001	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 44	0,267
MUR01-EXISOLA	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	0,277
MUR01-EXISOLA	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	0,354

#### STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI O INCLINATE, VERSO ESTERNO O AMBIENTI NON CLIMATIZZATI

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
COP-LATCEM-COVERPIU'	SolaioEsterno	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	0,256

#### STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI DI PAVIMENTO, VERSO ESTERNO, AMBIENTI NON CLIMATIZZATI O CONTRO TERRA

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
PAV-VS-TERRA-EXISOLA	PavimentoEsterno	Pavimento su terreno cm. 70	0,373

### STRUTTURE OPACHE VERTICALI E ORIZZONTALI DI SEPARAZIONE TRA EDIFICI O UNITA' CONFINATI

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
MUR03-EXISOLA-ader	Partizione	Muratura in THERMOTEK cm. 31,5	0,287

### STRUTTURE TECNICHE TRASPARENTI E OPACHE

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
CASS-don	Cassonetto	Cassonetto isolato 1,3	1,300
PP.02	Porta	Portoncino ingresso 1 anta vetrocamera opalino basso emissivo antieffrazione	1,090
PB.02	Infisso singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 120x210	1,200
F.02	Infisso singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 90x80	1,130
PB.04	Infisso singolo	portafinestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 150x210	1,170

### RICAMBI D'ARIA

#### Zona Termica "Piano unico"

##### Ambiente PU

Tipologia di ventilazione		Ibrida
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	24,000
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	0,022
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	0,022

#### b) Indici di prestazione energetica

##### Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie H'T) [W/m<sup>2</sup>K]

H'T	0,337	<i>coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie</i>
H'T,L	0,550	<i>coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie</i>
<u>Verifica</u>	H'T < H'T,L	<b>VERIFICATO</b>

##### Area solare equivalente estiva per unità di superficie (A<sub>sol,est</sub>/A<sub>sup,utile</sub>) [ - ]

A <sub>sol,est</sub> /A <sub>sup,utile</sub>	0,003	<i>area solare equivalente estiva per unità di superficie</i>
(A <sub>sol,est</sub> /A <sub>sup,utile</sub> )limite	0,030	<i>area solare equivalente estiva limite per unità di superficie</i>
<u>Verifica</u>	A <sub>sol,est</sub> /A <sub>sup,utile</sub> < (A <sub>sol,est</sub> /A <sub>sup,utile</sub> )limite	<b>VERIFICATO</b>

##### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale (EP<sub>H,nd</sub>) [kWh/ m<sup>2</sup>]

EP <sub>H,nd</sub>	31,7	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio</i>
EP <sub>H,nd,limite</sub>	39,6	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento</i>

Verifica  $Q_{H,nd} < Q_{H,nd,limite}$  **VERIFICATO**

### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva (EPC<sub>nd</sub>) [kWh/ m<sup>2</sup>]

**EPC<sub>nd</sub>** 19,2 *indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio*  
**EPC<sub>nd,limite</sub>** 25,6 *indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento*  
Verifica  $Q_{C,nd} < Q_{C,nd,limite}$  **VERIFICATO**

### Indice di prestazione energetica globale dell'edificio - energia primaria totale (EP<sub>gl,tot</sub>) [kWh/ m<sup>2</sup>]

**EP<sub>gl,tot</sub>** 46,4 *indice di prestazione energetica globale dell'edificio*  
**EP<sub>gl,tot,limite</sub>** 105,8 *indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento*  
Verifica  $EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$  **VERIFICATO**

### Indice di prestazione energetica globale dell'edificio - energia primaria non rinnovabile (EP<sub>gl,nr</sub>)

**EP<sub>gl,nr</sub>** 14,9 *indice di prestazione energetica globale dell'edificio*  
**EP<sub>gl,nr,limite</sub>** 41,4 *indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento*  
Verifica  $EP_{gl,nr} < EP_{gl,nr,limite}$  **VERIFICATO**

### Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento ( $\eta_H$ ) [ - ]

**$\eta_H$**  1,188 *efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento*  
 **$\eta_{H,limite}$**  0,643 *efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento*  
Verifica  $\eta_H > \eta_{H,limite}$  **VERIFICATO**

Fabbisogno di combustibile:

- Elettricità (PCI: 1,000 kWh/Nm <sup>3</sup> )	kWh/anno	1171,6
Fabbisogno di energia elettrica da rete	kWh <sub>e</sub>	283
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	kWh <sub>e</sub>	318
Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale	kJ/m <sup>3</sup> GG	4

### Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria( $\eta_W$ ) [ - ]

**$\eta_W$**  1,351 *efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria*  
 **$\eta_{W,limite}$**  1,007 *efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acs calcolato nell'edificio di riferimento*  
Verifica  $\eta_W > \eta_{W,limite}$  **VERIFICATO**

Fabbisogno di combustibile:

- Elettricità (PCI: 1,000 kWh/Nm <sup>3</sup> )	kWh/anno	906,2
Fabbisogno di energia elettrica da rete	kWh <sub>e</sub>	92
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	kWh <sub>e</sub>	373

### Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento ( $\eta_C$ ) [ - ]

**$\eta_C$**  2,960 *efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento*  
 **$\eta_{C,limite}$**  1,743 *efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento*  
Verifica  $\eta_C > \eta_{C,limite}$  **VERIFICATO**

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

Nessun impianto solare termico presente

#### d) Impianti fotovoltaici

Energia prodotta		
- FTV UI4	<i>kWh anno</i>	<b>2225,7</b>
Energia prodotta totale	<i>kWh anno</i>	<b>2225,7</b>
Fabbisogno energia elettrica	<i>kWh anno</i>	<b>1383,8</b>
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	%	<b>72,9</b>

#### e) Consuntivo energia

Energia consegnata o fornita ( $E_{del}$ )	<i>kWh anno</i>	<b>374,7</b>
Energia rinnovabile ( $EP_{gl, ren}$ )	<i>kWh/m<sup>2</sup> anno</i>	<b>31,5</b>
Energia esportata ( $E_{esp}$ )	<i>kWh anno</i>	<b>1216,7</b>
Energia rinnovabile in situ	<i>kWh anno</i>	<b>2225,7</b>
Fabbisogno globale di energia primaria ( $EP_{gl, tot}$ )	<i>kWh/m<sup>2</sup> anno</i>	<b>46,4</b>

#### f) Rendimenti medi sottosistemi

##### ZONA TERMICA Piano unico

Sottosistema	H	W	C
Sottosistema di emissione/erogazione	96,00	100,00	98,00
Sottosistema di regolazione	97,00	-	97,00
Sottosistema di distribuzione acqua	97,00	92,60	97,50

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

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

## 8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazioni 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 dell'impianto termico contenenti gli elementi di cui all'analogha voce del paragrafo "Dati relativi agli impianti termici";
- 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 condensa interstiziale;
- 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.

I calcoli e le documentazioni che seguono sono disponibili ai fini di eventuali verifiche da parte dell'ente di controllo presso i progettisti:

- Calcolo della potenza invernale: dispersioni dei componenti e potenza di progetto dei locali;
- Calcolo energia utile invernale ( $Q_{h,nd}$ ) ed estiva ( $Q_{c,nd}$ ) mensile, secondo UNI/TS 11300-1;
- Calcolo dei coefficienti di dispersione termica  $H_T$ ,  $H_U$ ,  $H_G$ ,  $H_A$ ,  $H_V$ ;
- Calcolo mensile delle perdite ( $Q_{h,ht}$ ), degli apporti solari ( $Q_{sol}$ ) e degli apporti interni ( $Q_{int}$ ) secondo UNI/TS 11300-1;
- Calcolo dei rendimenti: emissione, regolazione, distribuzione, produzione;
- Calcolo di energia primaria ( $Q$ ), mensile-stagionale secondo UNI/TS 11300 - 2/4;
- Calcolo del fabbisogno annuo di energia primaria di progetto;
- Calcolo del fabbisogno di energia primaria limite.

## 9. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto **Ing. gerolamo Sulis**, iscritto a **Ordine Ingegneri Oristano (OR)**, numero **691**, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo di attuazione della direttiva 2002/91/CE dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

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

### DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI ATTO NOTORIO

Ai sensi dell'art.15, comma 1 del D.Lgs. 192/2005, modificato dall'art.12 del D.L. 63/2013) convertito in legge con L.90/2013), la presente RELAZIONE TECNICA è resa, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'art.47 del D.P.R. 445/2000.

*Ai sensi dell'art. 38 D.P.R. n. 445 del 28/12/2000 la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e inviata unitamente a copia fotostatica, non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore, all'ufficio competente via fax, tramite un incaricato, oppure a mezzo posta.*

ORISTANO, 04/01/2022

IL TECNICO

---

## ALLEGATO 1 – CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE COMPONENTI OPACHI

### Componenti opachi verticali

Tipologia:	<b>Parete Esterna</b>	Confine:	<b>Esterno</b>
Codice:	<b>MUR02-EXISOLA-001</b>	Descrizione:	<b>Muratura in THERMOTEK cm. 44</b>

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Intonaco interno generico	0,010	0,700	1400,00	1000,00	11	0,014
2	THERMOTEK® TERRA SARDA 30	0,300	0,091	800,00	840,00	10	3,297
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,010	0,900	1800,00	840,00	27	0,011
4	Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est.	0,120	0,900	1300,00	880,00	60	0,133
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,440</b>					<b>3,625</b>

#### Legenda

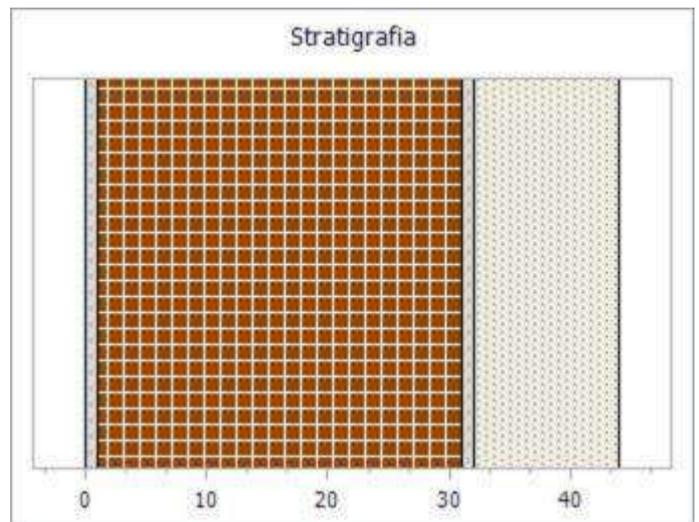
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale  
 R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	44	cm
Trasmittanza termica	U	0,276	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,625	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	428,00	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	368,00	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>I,E</sub>	0,013	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	31,59	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	100,46	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,048	-
Sfasamento	$\varphi$	20,87	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	2,310	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	7,319	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>S</sub>	396,00	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo	Classe di concentrazione del vapore all'interno
Classe di concentrazione:	Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata
Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) muffa:	0,80 [-]
Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) condensa:	1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

*Legenda simboli*

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

*Legenda pedici*

*i* - Interna  
*e* - Esterna  
*vap* - Vapore  
*sat* - Saturazione

*Legenda unità di misura*

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,964

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,964

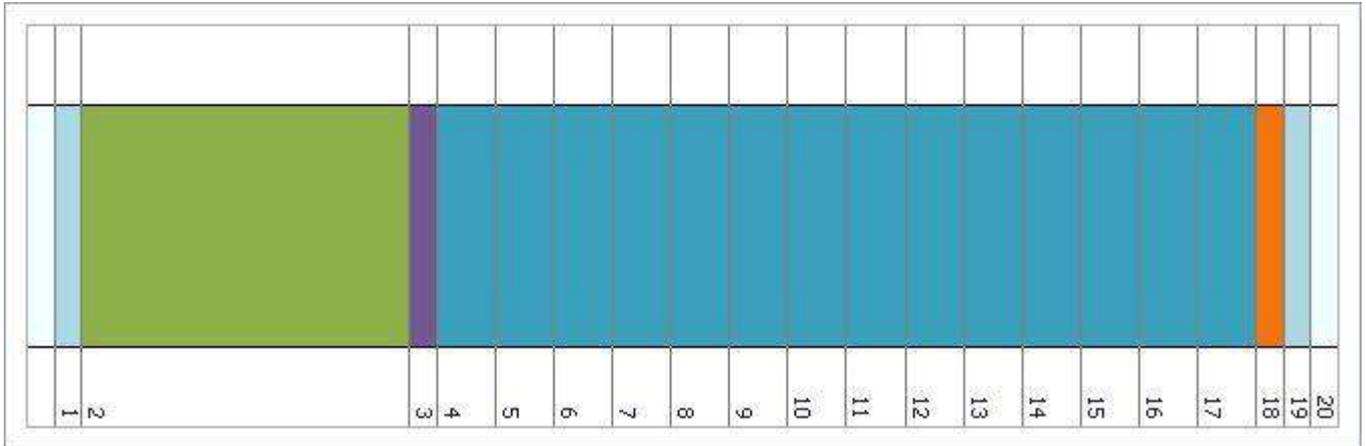
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est.	-	0,040	-
3	Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est. - Malta di calce o di calce e cemento	12,0	0,133	7,20
4	Malta di calce o di calce e cemento - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [0]	1,0	0,011	0,27
5	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [0] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [1]	2,1	0,235	0,21
6	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [1] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [2]	2,1	0,235	0,21
7	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [2] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [3]	2,1	0,235	0,21
8	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [3] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [4]	2,1	0,235	0,21
9	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [4] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [5]	2,1	0,235	0,21
10	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [5] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [6]	2,1	0,235	0,21
11	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [6] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [7]	2,1	0,235	0,21
12	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [7] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [8]	2,1	0,235	0,21
13	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [8] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [9]	2,1	0,235	0,21
14	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [9] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [10]	2,1	0,235	0,21
15	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [10] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [11]	2,1	0,235	0,21
16	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [11] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [12]	2,1	0,235	0,21
17	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [12] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [13]	2,1	0,235	0,21
18	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [13] - Intonaco interno generico	2,1	0,235	0,21
19	Intonaco interno generico - Strato laminare interno	1,0	0,014	0,11
20	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	θ	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	φ	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1165	1245	1383	1623	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1524	1220
	θ	9,22	10,21	11,79	14,24	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,28	9,91
	φ	80,60	78,23	81,65	80,23	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,83	81,61
3	Pv	1196	1275	1411	1638	2142	1717	1844	1755	1617	1492	1403	1251
	Ps	1196	1275	1411	1638	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1549	1251
	θ	9,62	10,57	12,10	14,38	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,53	10,29

	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	64,18	61,09	58,14	66,25	74,10	90,59	100,00
4	Pv	1199	1278	1413	1639	2142	1719	1846	1757	1619	1497	1412	1254
	Ps	1199	1278	1413	1639	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1551	1254
	θ	9,65	10,60	12,12	14,39	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,55	10,32
	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	64,27	61,18	58,22	66,35	74,33	91,03	100,00
5	Pv	1215	1288	1421	1637	2097	1721	1848	1759	1621	1501	1419	1268
	Ps	1257	1334	1464	1665	2142	2675	3018	3018	2440	2017	1596	1310
	θ	10,36	11,25	12,66	14,64	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,65	13,99	10,98
	φ	96,61	96,57	97,04	98,29	97,88	64,35	61,24	58,29	66,43	74,39	88,88	96,75
6	Pv	1230	1298	1428	1635	2051	1723	1850	1761	1623	1505	1426	1282
	Ps	1318	1392	1517	1692	2142	2675	3018	3018	2440	2021	1643	1369
	θ	11,07	11,89	13,20	14,89	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,67	14,43	11,64
	φ	93,34	93,28	94,18	96,61	95,76	64,43	61,31	58,36	66,52	74,45	86,80	93,62
7	Pv	1246	1308	1436	1633	2006	1725	1852	1763	1625	1508	1433	1296
	Ps	1381	1452	1571	1719	2142	2675	3018	3018	2440	2024	1690	1430
	θ	11,78	12,53	13,74	15,13	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,70	14,87	12,31
	φ	90,19	90,11	91,41	94,97	93,64	64,50	61,38	58,42	66,60	74,52	84,76	90,60
8	Pv	1262	1318	1444	1630	1960	1727	1854	1765	1627	1512	1440	1310
	Ps	1447	1514	1627	1747	2142	2675	3018	3018	2440	2027	1739	1494
	θ	12,49	13,18	14,28	15,38	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,72	15,31	12,97
	φ	87,16	87,07	88,73	93,35	91,52	64,58	61,44	58,49	66,68	74,58	82,79	87,69
9	Pv	1277	1329	1451	1628	1915	1729	1857	1767	1629	1516	1447	1324
	Ps	1516	1579	1685	1774	2142	2675	3018	3018	2440	2031	1789	1560
	θ	13,19	13,82	14,82	15,63	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,75	15,75	13,63
	φ	84,24	84,14	86,15	91,76	89,40	64,65	61,51	58,56	66,77	74,64	80,86	84,88
10	Pv	1293	1339	1459	1626	1869	1731	1859	1769	1631	1520	1454	1338
	Ps	1588	1646	1744	1803	2142	2675	3018	3018	2440	2034	1840	1628
	θ	13,90	14,46	15,36	15,87	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,78	16,20	14,29
	φ	81,43	81,32	83,65	90,21	87,28	64,73	61,58	58,62	66,85	74,71	78,99	82,17
11	Pv	1308	1349	1466	1624	1824	1733	1861	1771	1633	1523	1460	1352
	Ps	1662	1716	1805	1831	2142	2675	3018	3018	2440	2037	1893	1700
	θ	14,61	15,10	15,90	16,12	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,80	16,64	14,96
	φ	78,72	78,61	81,23	88,68	85,16	64,80	61,65	58,69	66,93	74,77	77,16	79,56
12	Pv	1324	1359	1474	1622	1779	1735	1863	1773	1635	1527	1467	1366
	Ps	1740	1788	1868	1860	2142	2675	3018	3018	2440	2041	1946	1774
	θ	15,32	15,75	16,44	16,37	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,83	17,08	15,62
	φ	76,11	76,00	78,89	87,18	83,04	64,88	61,71	58,76	67,02	74,83	75,39	77,04
13	Pv	1340	1369	1482	1620	1733	1737	1865	1775	1637	1531	1474	1380
	Ps	1820	1863	1933	1890	2142	2675	3018	3018	2440	2044	2002	1850
	θ	16,03	16,39	16,97	16,61	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,85	17,52	16,28
	φ	73,59	73,49	76,63	85,71	80,92	64,96	61,78	58,83	67,10	74,89	73,66	74,60
14	Pv	1355	1379	1489	1618	1688	1739	1867	1777	1639	1535	1481	1394
	Ps	1904	1941	2001	1920	2142	2675	3018	3018	2440	2047	2058	1930
	θ	16,73	17,03	17,51	16,86	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,88	17,96	16,94
	φ	71,17	71,07	74,44	84,27	78,80	65,03	61,85	58,89	67,18	74,95	71,97	72,26
15	Pv	1371	1389	1497	1616	1642	1741	1869	1780	1641	1538	1488	1408
	Ps	1992	2021	2070	1950	2142	2675	3018	3018	2440	2051	2116	2012
	θ	17,44	17,68	18,05	17,11	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,91	18,40	17,61
	φ	68,83	68,74	72,32	82,85	76,68	65,11	61,91	58,96	67,26	75,01	70,33	69,99
16	Pv	1386	1400	1504	1613	1597	1744	1871	1782	1643	1542	1495	1423
	Ps	2082	2105	2141	1981	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2175	2098
	θ	18,15	18,32	18,59	17,36	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,85	18,27
	φ	66,58	66,50	70,28	81,46	74,56	65,18	61,98	59,03	67,35	75,07	68,73	67,80
	Pv	1402	1410	1512	1611	1552	1746	1873	1784	1645	1546	1502	1437



17	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

#### Legenda

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]

$M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia	$M_a$	40,17	$g/m^2$
Interfaccia		4	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	$g/m^2$
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a  $40,17 g/m^2$  (inferiore al limite di  $500,00 g/m^2$ ), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

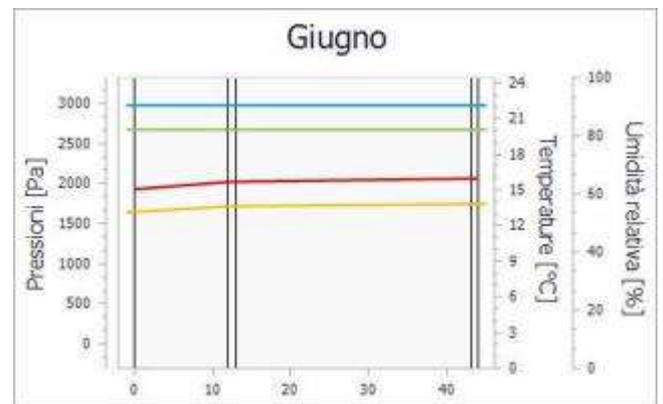
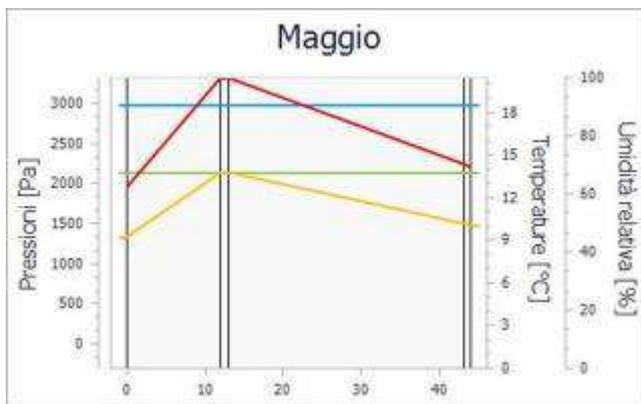
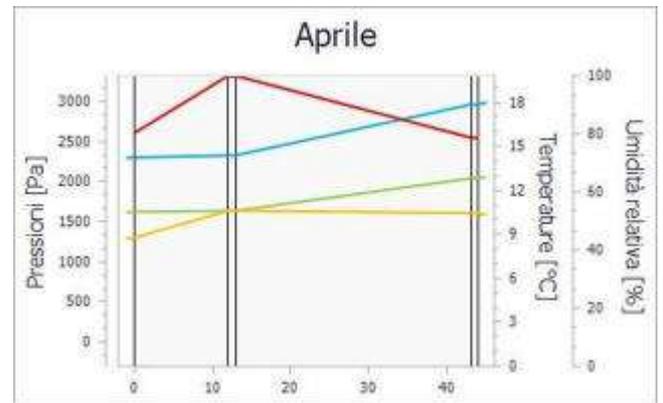
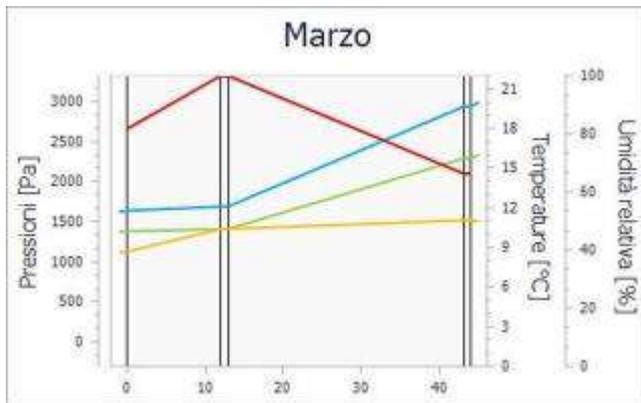
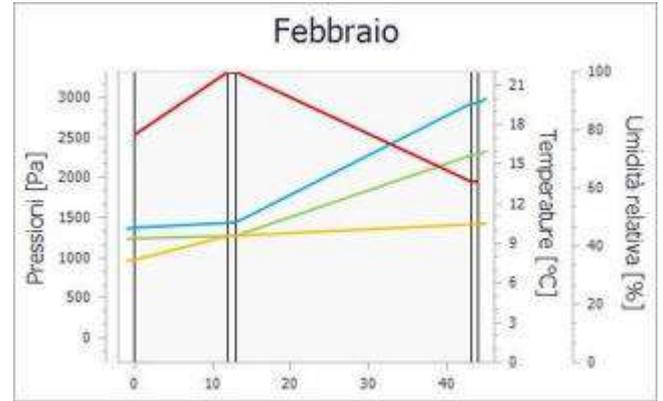
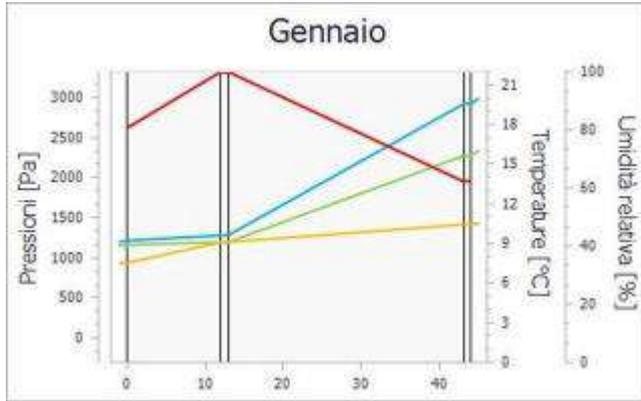
Legenda

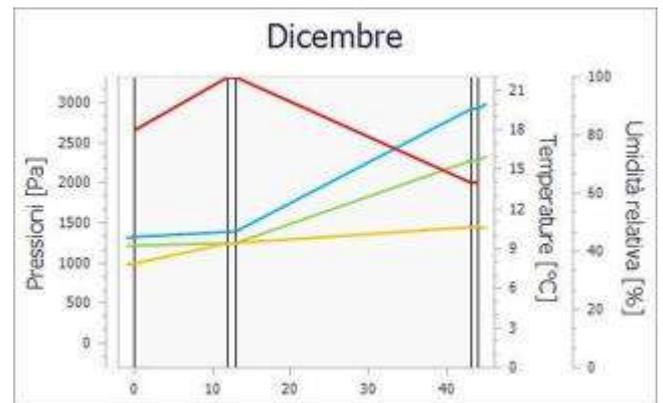
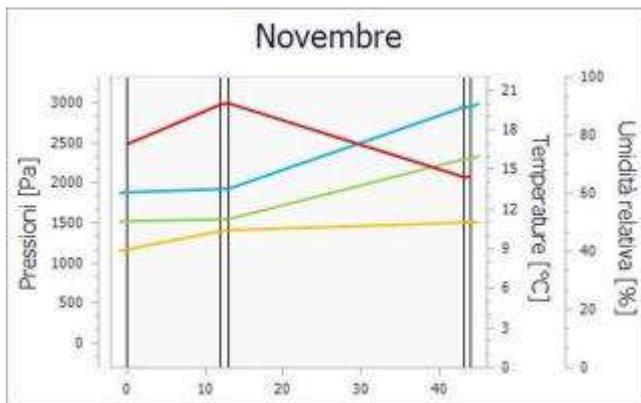
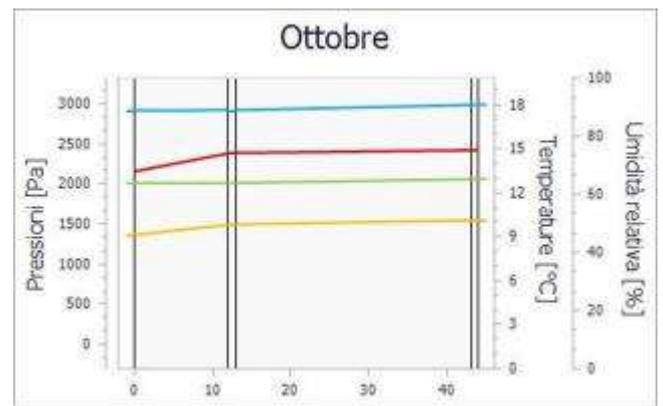
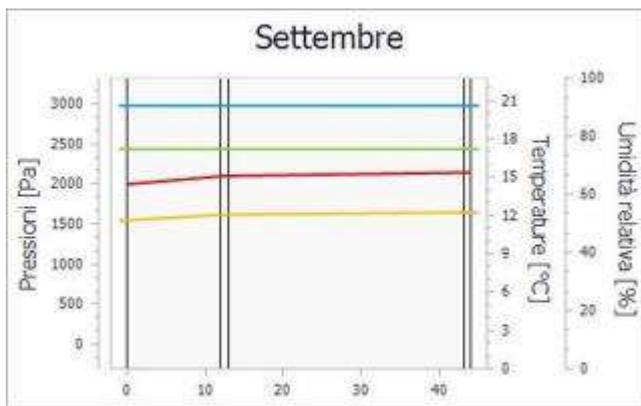
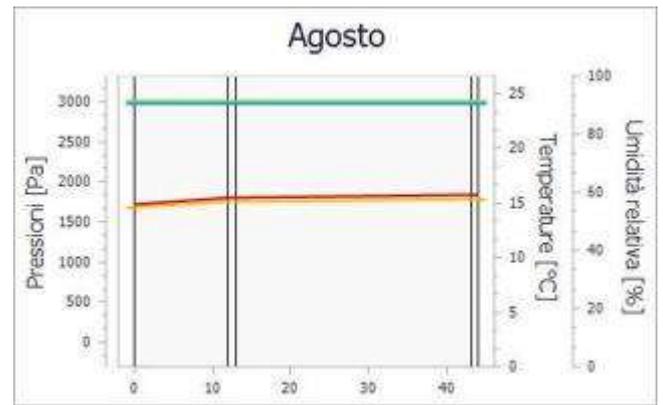
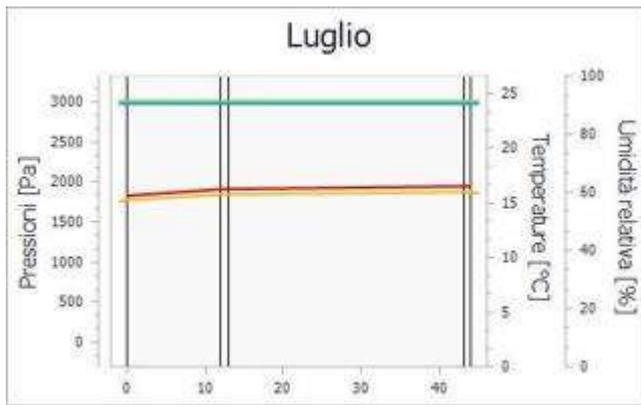
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





Tipologia: Parete Esterna

Confine: Esterno

Codice: MUR01-EXISOLA

Descrizione: Muratura in THERMOTEK cm. 32,5

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Intonaco interno generico	0,010	0,700	1400,00	1000,00	11	0,014
2	THERMOTEK® TERRA SARDA 30	0,300	0,091	800,00	840,00	10	3,297
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,015	0,900	1800,00	840,00	27	0,017
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,325</b>					<b>3,498</b>

#### Legenda

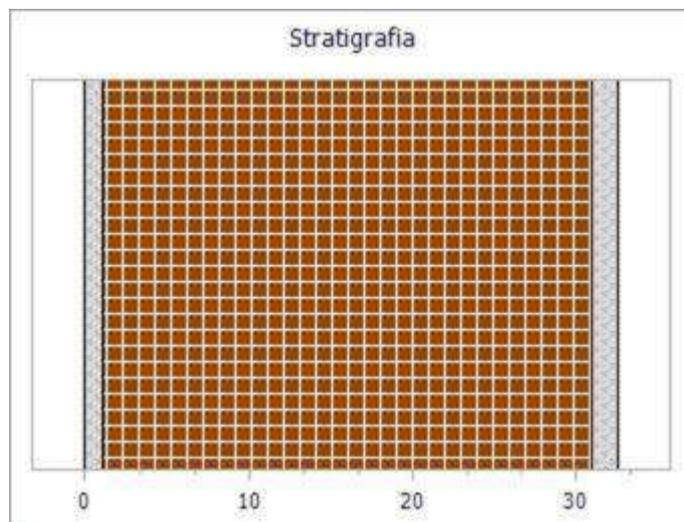
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

C Calore specifico del materiale  
R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	32,5	cm
Trasmittanza termica	U	0,286	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,498	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	281,00	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	238,28	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>IE</sub>	0,022	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	31,59	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	43,48	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,078	-
Sfasamento	$\varphi$	17,45	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	2,310	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	3,179	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	240,00	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:

Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) muffa:

Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

*Legenda simboli*

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

*Legenda pedici*

*i* - Interna  
*e* - Esterna  
*vap* - Vapore  
*sat* - Saturazione

*Legenda unità di misura*

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,963

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,963

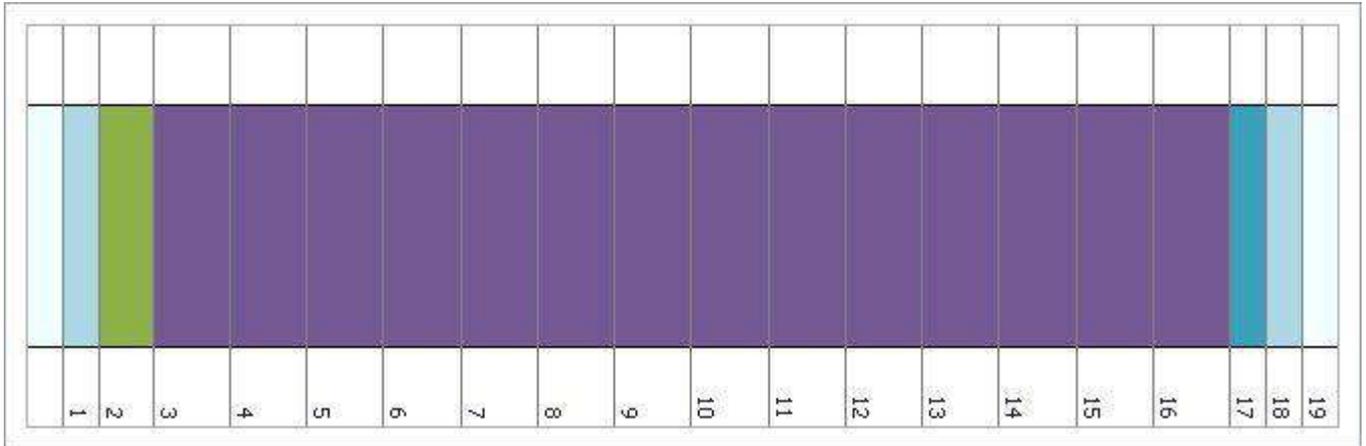
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Malta di calce o di calce e cemento	-	0,040	-
3	Malta di calce o di calce e cemento - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [0]	1,5	0,017	0,41
4	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [0] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [1]	2,1	0,235	0,21
5	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [1] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [2]	2,1	0,235	0,21
6	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [2] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [3]	2,1	0,235	0,21
7	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [3] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [4]	2,1	0,235	0,21
8	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [4] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [5]	2,1	0,235	0,21
9	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [5] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [6]	2,1	0,235	0,21
10	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [6] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [7]	2,1	0,235	0,21
11	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [7] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [8]	2,1	0,235	0,21
12	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [8] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [9]	2,1	0,235	0,21
13	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [9] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [10]	2,1	0,235	0,21
14	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [10] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [11]	2,1	0,235	0,21
15	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [11] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [12]	2,1	0,235	0,21
16	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [12] - THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [13]	2,1	0,235	0,21
17	THERMOTЕК® TERRA SARDA 30 [13] - Intonaco interno generico	2,1	0,235	0,21
18	Intonaco interno generico - Strato laminare interno	1,0	0,014	0,11
19	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	$\theta$	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	$\varphi$	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1165	1245	1383	1623	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1524	1220
	$\theta$	9,22	10,21	11,79	14,24	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,28	9,92
	$\varphi$	80,57	78,21	81,63	80,23	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,82	81,59
3	Pv	995	1026	1174	1337	1350	1660	1787	1698	1560	1388	1210	1049
	Ps	1169	1249	1387	1625	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1528	1224
	$\theta$	9,28	10,26	11,83	14,26	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,61	13,31	9,97
	$\varphi$	85,09	82,13	84,70	82,30	63,05	62,07	59,22	56,26	63,93	68,95	79,23	85,67
	Pv	1024	1053	1198	1356	1360	1666	1793	1704	1566	1399	1231	1077

4	P <sub>s</sub>	1228	1306	1439	1652	2142	2675	3018	3018	2440	2016	1574	1282
	θ	10,01	10,93	12,39	14,52	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,77	10,65
	φ	83,41	80,67	83,31	82,08	63,47	62,29	59,42	56,47	64,18	69,40	78,23	84,02
5	P <sub>v</sub>	1054	1081	1223	1375	1369	1672	1799	1710	1572	1410	1252	1105
	P <sub>s</sub>	1290	1365	1492	1680	2142	2675	3018	3018	2440	2019	1621	1342
	θ	10,74	11,59	12,95	14,77	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,66	14,23	11,34
6	φ	81,72	79,20	81,92	81,85	63,90	62,52	59,62	56,67	64,43	69,84	77,22	82,37
	P <sub>v</sub>	1084	1108	1247	1393	1378	1678	1806	1716	1578	1421	1273	1133
	P <sub>s</sub>	1354	1426	1548	1708	2142	2675	3018	3018	2440	2023	1670	1404
7	θ	11,48	12,26	13,51	15,03	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,69	14,68	12,03
	φ	80,03	77,72	80,54	81,60	64,32	62,75	59,82	56,87	64,68	70,28	76,21	80,72
	P <sub>v</sub>	1113	1136	1271	1412	1387	1685	1812	1723	1584	1433	1294	1162
8	P <sub>s</sub>	1422	1490	1605	1736	2142	2675	3018	3018	2440	2026	1720	1469
	θ	12,21	12,93	14,07	15,28	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,71	15,14	12,71
	φ	78,33	76,24	79,17	81,34	64,75	62,98	60,03	57,07	64,93	70,72	75,21	79,08
9	P <sub>v</sub>	1143	1163	1295	1431	1396	1691	1818	1729	1590	1444	1314	1190
	P <sub>s</sub>	1492	1556	1664	1765	2142	2675	3018	3018	2440	2029	1771	1536
	θ	12,95	13,59	14,63	15,54	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,74	15,60	13,40
10	φ	76,64	74,76	77,80	81,07	65,18	63,21	60,23	57,27	65,18	71,15	74,21	77,44
	P <sub>v</sub>	1173	1191	1319	1449	1405	1697	1824	1735	1597	1455	1335	1218
	P <sub>s</sub>	1565	1625	1725	1794	2142	2675	3018	3018	2440	2033	1824	1607
11	θ	13,68	14,26	15,19	15,80	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,77	16,06	14,09
	φ	74,95	73,29	76,45	80,80	65,60	63,43	60,43	57,48	65,43	71,59	73,21	75,81
	P <sub>v</sub>	1203	1218	1343	1468	1414	1703	1830	1741	1603	1467	1356	1246
12	P <sub>s</sub>	1641	1696	1788	1823	2142	2675	3018	3018	2440	2036	1878	1680
	θ	14,41	14,93	15,75	16,05	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,79	16,51	14,77
	φ	73,28	71,82	75,10	80,51	66,03	63,66	60,63	57,68	65,68	72,02	72,21	74,20
13	P <sub>v</sub>	1232	1246	1367	1487	1423	1709	1836	1747	1609	1478	1377	1274
	P <sub>s</sub>	1721	1771	1853	1853	2142	2675	3018	3018	2440	2040	1933	1755
	θ	15,15	15,59	16,30	16,31	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,82	16,97	15,46
14	φ	71,62	70,37	73,77	80,21	66,45	63,89	60,83	57,88	65,93	72,45	71,22	72,60
	P <sub>v</sub>	1262	1273	1391	1505	1433	1715	1842	1753	1615	1489	1398	1303
	P <sub>s</sub>	1804	1848	1920	1884	2142	2675	3018	3018	2440	2043	1990	1834
15	θ	15,88	16,26	16,86	16,56	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,85	17,43	16,15
	φ	69,97	68,92	72,45	79,91	66,88	64,12	61,04	58,08	66,18	72,88	70,23	71,01
	P <sub>v</sub>	1292	1301	1415	1524	1442	1721	1848	1759	1621	1500	1418	1331
16	P <sub>s</sub>	1890	1928	1989	1915	2142	2675	3018	3018	2440	2047	2048	1916
	θ	16,61	16,93	17,42	16,82	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,88	17,89	16,83
	φ	68,34	67,49	71,14	79,59	67,31	64,35	61,24	58,28	66,43	73,31	69,25	69,45
17	P <sub>v</sub>	1321	1328	1439	1543	1451	1727	1854	1765	1627	1512	1439	1359
	P <sub>s</sub>	1980	2011	2060	1946	2142	2675	3018	3018	2440	2050	2108	2001
	θ	17,35	17,59	17,98	17,08	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,90	18,35	17,52
18	φ	66,74	66,08	69,84	79,27	67,73	64,57	61,44	58,49	66,68	73,74	68,27	67,90
	P <sub>v</sub>	1351	1356	1463	1561	1460	1733	1860	1771	1633	1523	1460	1387
	P <sub>s</sub>	2074	2097	2134	1978	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2169	2090
19	θ	18,08	18,26	18,54	17,33	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,80	18,21
	φ	65,15	64,67	68,57	78,94	68,16	64,80	61,64	58,69	66,93	74,16	67,30	66,38
	P <sub>v</sub>	1381	1383	1487	1580	1469	1739	1867	1777	1639	1534	1481	1415
20	P <sub>s</sub>	2171	2186	2210	2010	2142	2675	3018	3018	2440	2057	2232	2181
	θ	18,82	18,93	19,10	17,59	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,96	19,26	18,89
	φ	63,59	63,29	67,30	78,60	68,59	65,03	61,84	58,89	67,18	74,58	66,34	64,87
21	P <sub>v</sub>	1410	1411	1511	1599	1478	1745	1873	1784	1645	1546	1502	1443
	P <sub>s</sub>	2273	2279	2288	2043	2142	2675	3018	3018	2440	2061	2297	2277
	θ	19,55	19,59	19,66	17,84	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,98	19,72	19,58

	$\varphi$	62,06	61,93	66,05	78,26	69,01	65,26	62,05	59,09	67,43	75,01	65,39	63,40
<b>18</b>	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2279	2284	2293	2045	2142	2675	3018	3018	2440	2061	2301	2283
	$\theta$	19,59	19,63	19,69	17,86	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,99	19,75	19,62
	$\varphi$	62,55	62,39	66,45	78,65	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,28	65,74	63,87
<b>19</b>	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2337	2337	2337	2063	2142	2675	3018	3018	2440	2063	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	18,00	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	18,00	20,00	20,00
	$\varphi$	61,00	60,98	65,20	77,96	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,21	64,72	62,38

*Legenda*

Int. Numero interfaccia  
 $P_v$  Pressione di vapore [Pa]  
 $\varphi$  Umidità relativa [%]

$\theta$  Temperatura [°C]  
 $P_s$  Pressione di saturazione [Pa]

ESITO VERIFICA: **Verificato**

La struttura non presenta condensa interstiziale

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

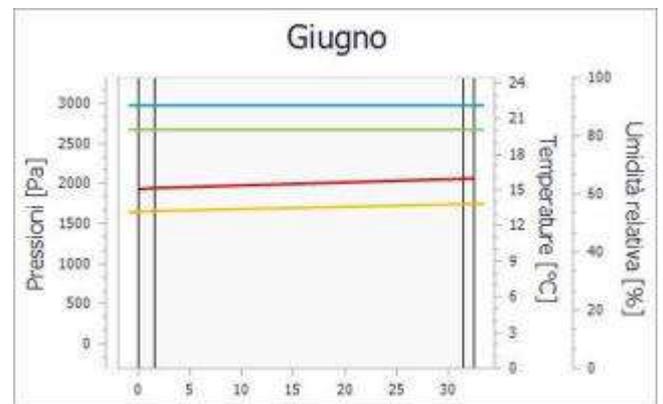
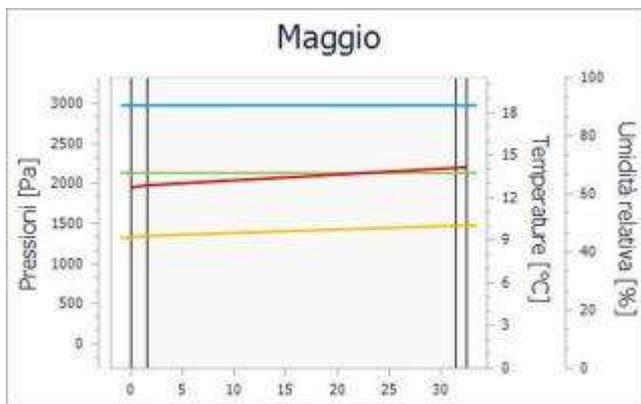
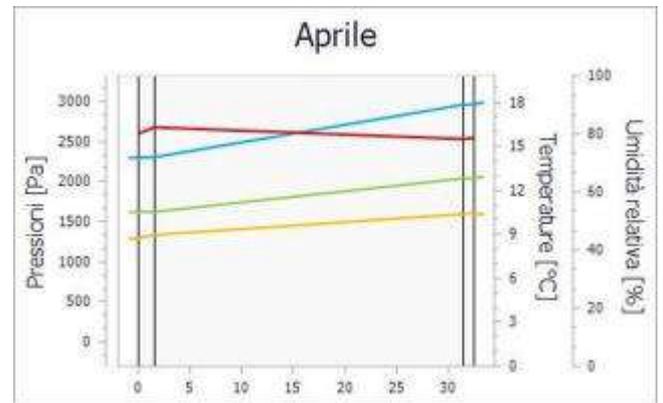
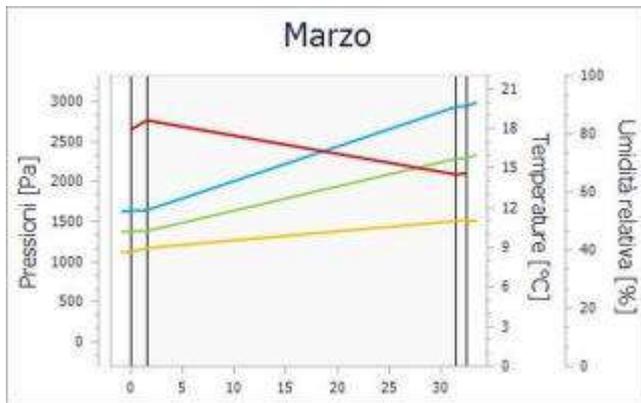
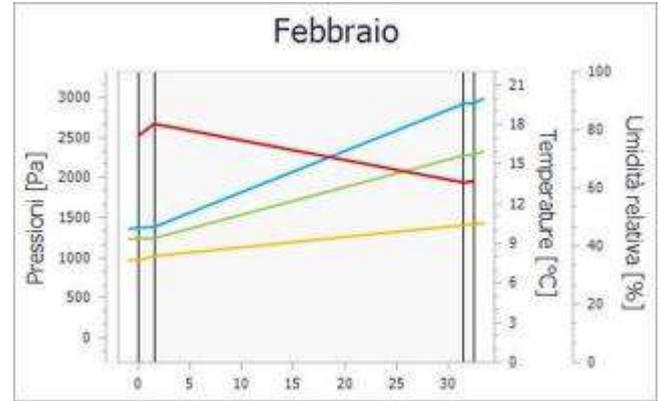
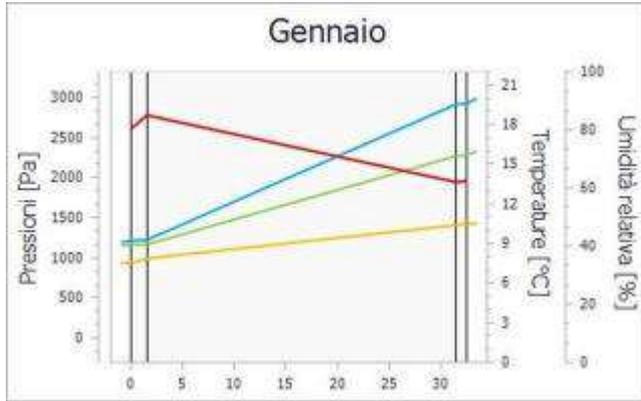
Legenda

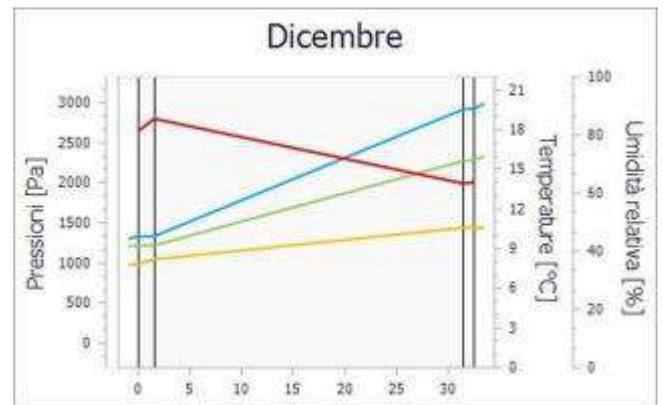
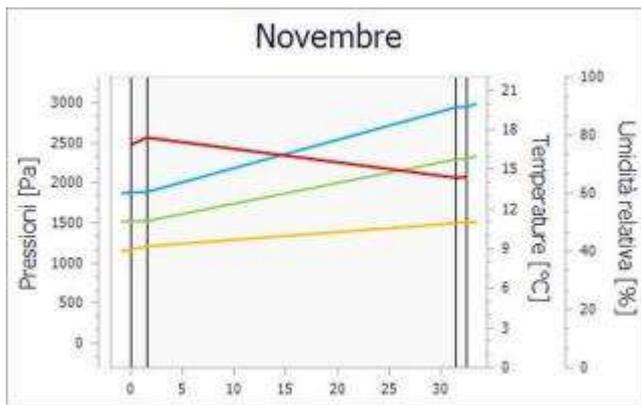
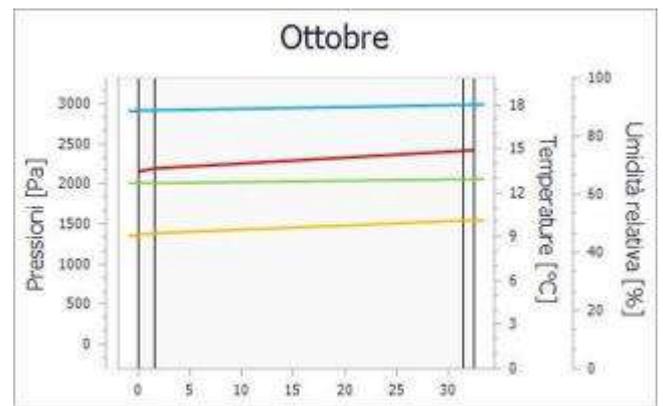
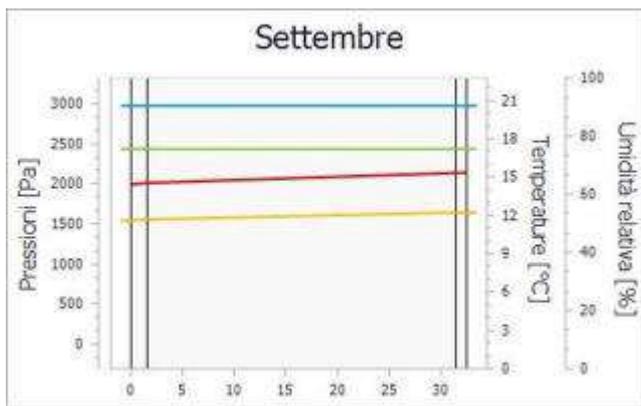
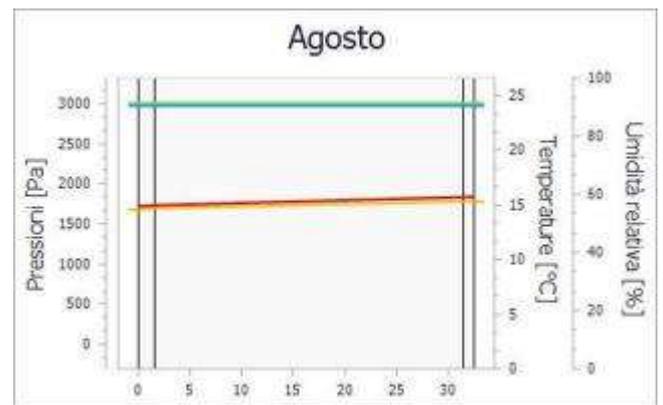
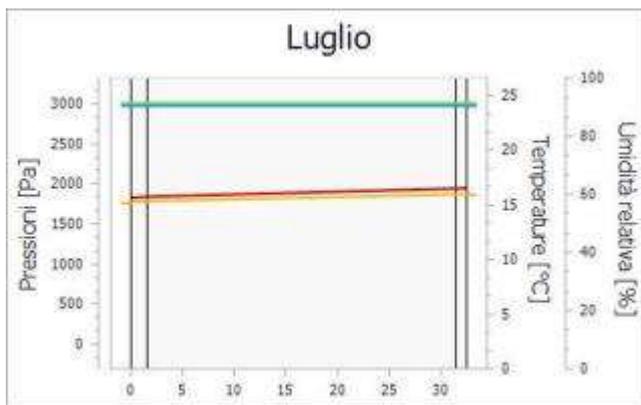
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





## Componenti opachi orizzontali o inclinati

Tipologia:	<u>Solaio Esterno</u>	Confine:	<u>Esterno</u>
Codice:	<u>COP-LATCEM-COVERPIU'</u>	Descrizione:	<u>Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù</u>

### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,100
1	Intonaco di calce e sabbia	0,010	0,800	1600,00	1000,00	6	0,013
2	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm)	0,160	-	900,00	1000,00	100	0,300
3	Calcestruzzo armato generico	0,040	-	2400,00	1000,00	130	0,330
4	polistirene espanso sinterizzato con Grafite	0,100	0,032	88,70	1450,00	40	3,125
5	Acciaio	0,005	52,000	7800,00	500,00	1000000	0,000
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,315</b>					<b>3,908</b>

#### Legenda

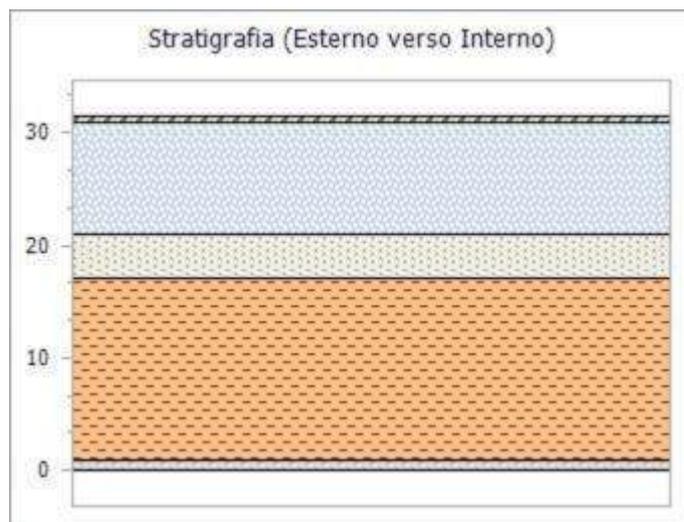
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

C Calore specifico del materiale  
 R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	31,5	cm
Trasmittanza termica	U	0,256	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,908	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	303,87	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	288,36	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>I,E</sub>	0,038	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	59,80	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	24,07	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,149	-
Sfasamento	$\phi$	12,38	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	4,318	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	1,743	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	287,87	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo  
 Classe di concentrazione:  
 $\phi$  muffa:  
 $\phi$  condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno  
 Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata  
 0,80 [-]  
 1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	7,10	81,11	818	1008	20,00	58,87	1376	2337
Febbraio	8,10	78,67	849	1080	20,00	58,70	1372	2337
Marzo	9,70	82,00	986	1203	20,00	62,13	1452	2337
Aprile	12,20	80,32	1141	1420	18,00	73,58	1518	2063
Maggio	16,60	62,14	1173	1888	18,00	67,58	1394	2063
Giugno	20,20	61,54	1456	2366	20,20	65,77	1556	2366
Luglio	22,20	58,74	1571	2675	22,20	62,48	1671	2675
Agosto	22,20	55,80	1493	2675	22,20	59,54	1593	2675
Settembre	18,70	63,36	1366	2155	18,70	70,14	1512	2155
Ottobre	15,60	67,81	1201	1771	18,00	70,65	1457	2063
Novembre	11,20	77,08	1025	1330	20,00	61,50	1437	2337
Dicembre	7,80	82,08	868	1058	20,00	59,96	1401	2337

*Legenda simboli*

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

*Legenda pedici*

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

*Legenda unità di misura*

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1720	1715	1815	1897	1742	1945	2089	1991	1890	1822	1797	1752
$\theta_{si,min}$	°C	15,14	15,09	15,98	16,68	15,34	17,07	18,20	17,43	16,61	16,04	15,82	15,42
$f_{R,si,min}$	[-]	0,623	0,588	0,610	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,525	0,625

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,625

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,974

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1376	1372	1452	1518	1394	1556	1671	1593	1512	1457	1437	1401
$\theta_{si,min}$	°C	11,72	11,67	12,53	13,21	11,91	13,59	14,69	13,95	13,15	12,59	12,38	11,99
$f_{R,si,min}$	[-]	0,358	0,300	0,275	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,134	0,344

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,358

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,974

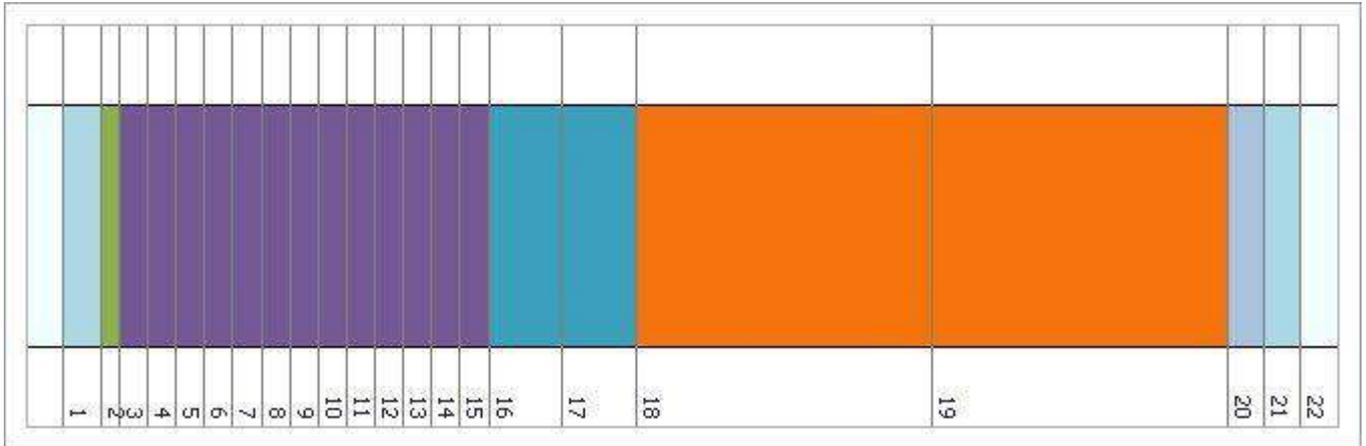
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Acciaio	-	0,040	-
3	Acciaio - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [0]	0,5	0,000	5000,00
4	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [0] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [1]	0,8	0,240	0,31
5	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [1] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [2]	0,8	0,240	0,31
6	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [2] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [3]	0,8	0,240	0,31
7	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [3] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [4]	0,8	0,240	0,31
8	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [4] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [5]	0,8	0,240	0,31
9	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [5] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [6]	0,8	0,240	0,31
10	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [6] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [7]	0,8	0,240	0,31
11	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [7] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [8]	0,8	0,240	0,31
12	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [8] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [9]	0,8	0,240	0,31
13	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [9] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [10]	0,8	0,240	0,31
14	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [10] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [11]	0,8	0,240	0,31
15	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [11] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [12]	0,8	0,240	0,31
16	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [12] - Calcestruzzo armato generico [0]	0,8	0,240	0,31
17	Calcestruzzo armato generico [0] - Calcestruzzo armato generico [1]	2,0	0,165	2,60
18	Calcestruzzo armato generico [1] - Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [0]	2,0	0,165	2,60
19	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [0] - Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [1]	8,0	0,150	8,00
20	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [1] - Intonaco di calce e sabbia	8,0	0,150	8,00
21	Intonaco di calce e sabbia - Strato laminare interno	1,0	0,013	0,06
22	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,100	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	818	849	986	1141	1173	1456	1571	1493	1366	1201	1025	868
	Ps	1008	1080	1203	1420	1888	2366	2675	2675	2155	1771	1330	1058
	θ	7,10	8,10	9,70	12,20	16,60	20,20	22,20	22,20	18,70	15,60	11,20	7,80
	φ	81,11	78,67	82,00	80,32	62,14	61,54	58,74	55,80	63,36	67,81	77,08	82,08
2	Pv	818	849	986	1141	1173	1456	1571	1493	1366	1201	1025	868
	Ps	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	2675	2155	1774	1338	1067
	θ	7,23	8,22	9,81	12,26	16,61	20,20	22,20	22,20	18,70	15,62	11,29	7,92
	φ	80,38	78,02	81,42	80,01	62,08	61,54	58,74	55,80	63,36	67,70	76,62	81,38
3	Pv	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	1592	1511	1456	1338	1067
	Ps	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	2675	2155	1774	1338	1067
	θ	7,23	8,22	9,81	12,26	16,61	20,20	22,20	22,20	18,70	15,62	11,29	7,93
	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	59,52	70,11	82,07	100,00
4	Pv	1022	1092	1214	1427	1884	2356	2663	1592	1511	1456	1339	1071
	Ps	1074	1144	1264	1460	1900	2366	2675	2675	2155	1791	1386	1123
	θ	8,03	8,95	10,44	12,62	16,70	20,20	22,20	22,20	18,70	15,77	11,83	8,68
	φ	95,13	95,46	96,08	97,76	99,14	99,58	99,54	59,52	70,11	81,30	96,57	95,39
5	Pv	1026	1095	1217	1428	1878	2346	2650	1592	1511	1456	1340	1075
	Ps	1134	1202	1318	1494	1911	2366	2675	2675	2155	1808	1437	1181
	θ	8,82	9,69	11,07	12,97	16,79	20,20	22,20	22,20	18,70	15,92	12,37	9,43
	φ	90,53	91,15	92,33	95,58	98,28	99,17	99,09	59,52	70,11	80,54	93,27	91,02
6	Pv	1031	1099	1220	1429	1872	2336	2638	1592	1511	1456	1341	1079
	Ps	1196	1262	1375	1530	1921	2366	2675	2675	2155	1825	1489	1242
	θ	9,61	10,42	11,71	13,33	16,87	20,20	22,20	22,20	18,70	16,07	12,91	10,18
	φ	86,17	87,07	88,75	93,45	97,43	98,75	98,63	59,52	70,11	79,78	90,10	86,88
7	Pv	1035	1102	1223	1430	1866	2327	2626	1592	1511	1456	1342	1083
	Ps	1261	1325	1434	1566	1932	2366	2675	2675	2155	1842	1542	1306
	θ	10,41	11,15	12,34	13,69	16,96	20,20	22,20	22,20	18,70	16,22	13,46	10,93
	φ	82,06	83,18	85,32	91,37	96,59	98,33	98,17	59,52	70,11	79,03	87,05	82,95
8	Pv	1039	1106	1226	1432	1860	2317	2614	1592	1511	1456	1344	1087
	Ps	1330	1391	1494	1602	1942	2366	2675	2675	2155	1860	1597	1372
	θ	11,20	11,88	12,97	14,04	17,04	20,20	22,20	22,20	18,70	16,36	14,00	11,68
	φ	78,16	79,50	82,04	89,35	95,75	97,92	97,71	59,52	70,11	78,30	84,11	79,22
9	Pv	1044	1109	1229	1433	1854	2307	2601	1592	1511	1456	1345	1091
	Ps	1401	1460	1557	1640	1953	2366	2675	2675	2155	1877	1654	1442
	θ	11,99	12,61	13,61	14,40	17,13	20,20	22,20	22,20	18,70	16,51	14,54	12,43
	φ	74,48	75,99	78,91	87,37	94,92	97,50	97,26	59,52	70,11	77,56	81,29	75,68
10	Pv	1048	1113	1232	1434	1848	2297	2589	1592	1511	1456	1346	1095
	Ps	1476	1531	1623	1678	1963	2366	2675	2675	2155	1895	1713	1515
	θ	12,79	13,35	14,24	14,76	17,22	20,20	22,20	22,20	18,70	16,66	15,08	13,18
	φ	70,99	72,67	75,91	85,45	94,10	97,08	96,80	59,52	70,11	76,84	78,57	72,32
11	Pv	1052	1116	1235	1435	1842	2287	2577	1592	1511	1456	1347	1099
	Ps	1555	1606	1691	1717	1974	2366	2675	2675	2155	1913	1774	1590
	θ	13,58	14,08	14,87	15,11	17,30	20,20	22,20	22,20	18,70	16,81	15,62	13,93
	φ	67,68	69,50	73,04	83,57	93,28	96,66	96,34	59,52	70,11	76,12	75,95	69,12
12	Pv	1057	1120	1238	1436	1835	2277	2565	1592	1511	1456	1348	1103
	Ps	1637	1684	1761	1757	1985	2366	2675	2675	2155	1931	1836	1670
	θ	14,37	14,81	15,51	15,47	17,39	20,20	22,20	22,20	18,70	16,95	16,16	14,68
	φ	64,55	66,49	70,29	81,74	92,47	96,25	95,89	59,52	70,11	75,42	73,44	66,09
13	Pv	1061	1123	1241	1437	1829	2267	2553	1592	1511	1456	1350	1108
	Ps	1723	1765	1834	1797	1996	2366	2675	2675	2155	1949	1901	1752
	θ	15,17	15,54	16,14	15,83	17,48	20,20	22,20	22,20	18,70	17,10	16,70	15,43
	φ	61,58	63,63	67,66	79,96	91,66	95,83	95,43	59,52	70,11	74,71	71,01	63,21



7	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Legenda**

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]

$M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia

$M_a$

29,00

$g/m^2$

Interfaccia		3	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	g/m <sup>2</sup>
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a 29,00 g/m<sup>2</sup> (inferiore al limite di 500,00 g/m<sup>2</sup>), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

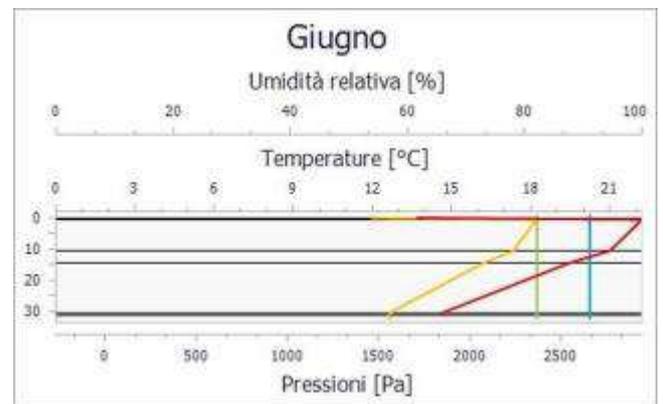
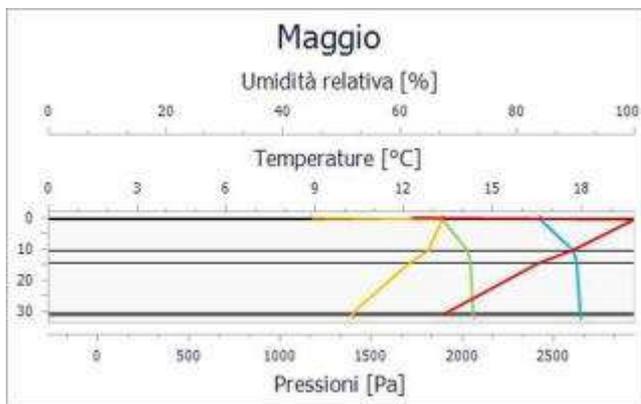
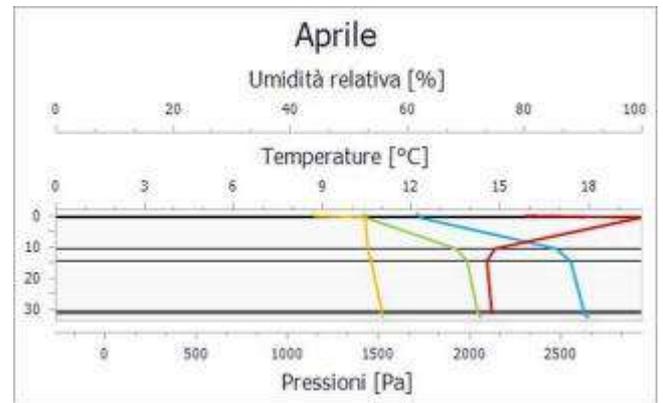
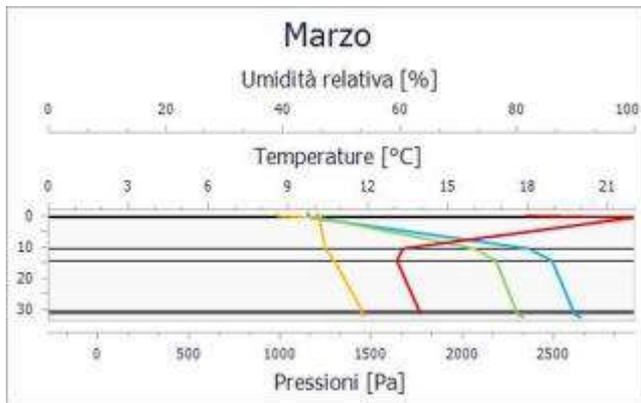
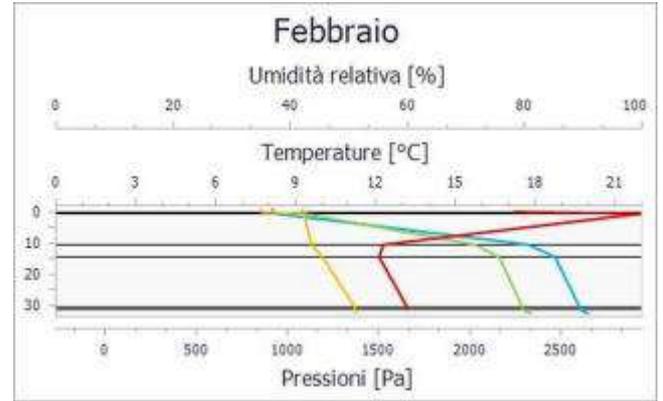
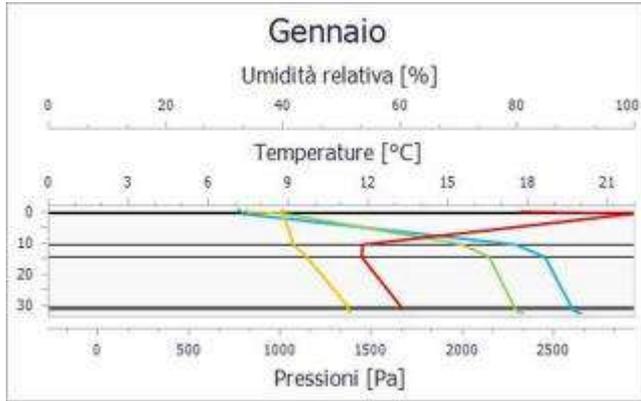
Legenda

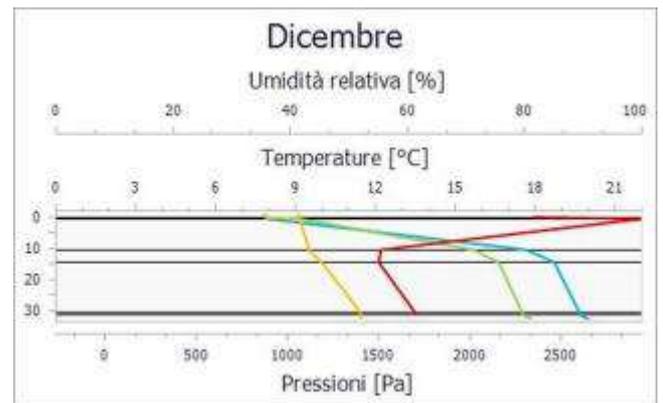
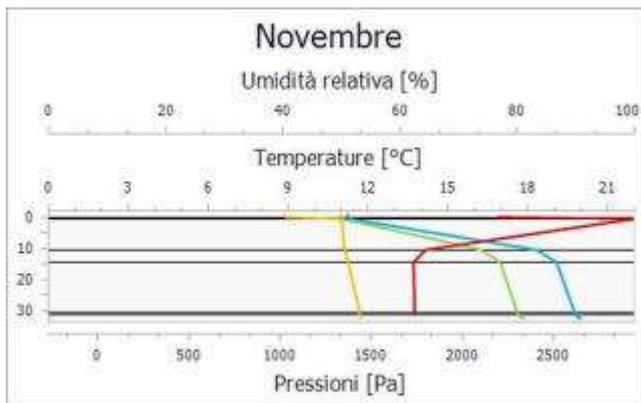
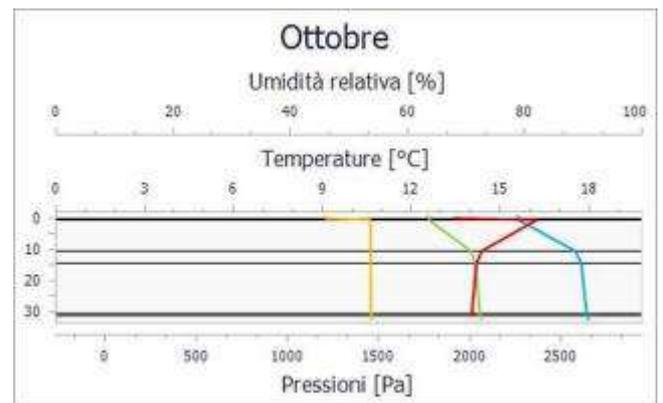
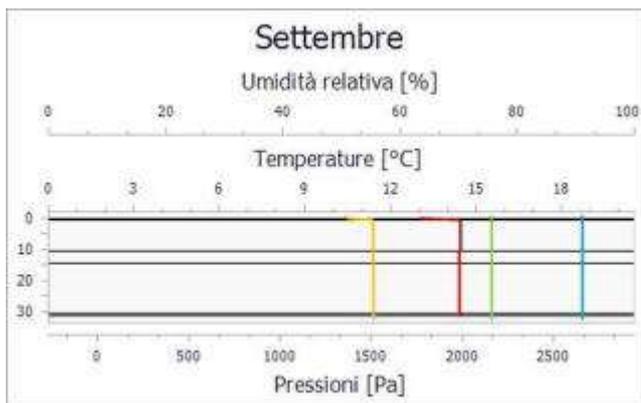
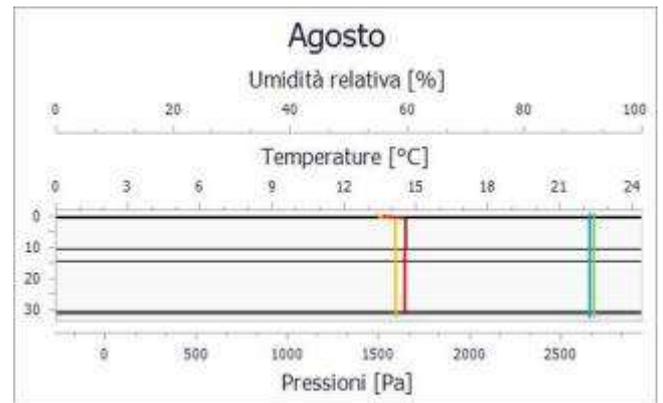
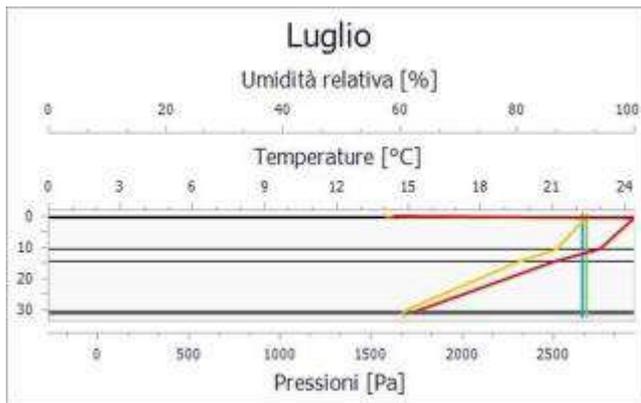
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





**Tipologia:** Pavimento Esterno      **Confine:** Esterno  
**Codice:** PAV-VS-TERRA-EXISOLA      **Descrizione:** Pavimento su terreno cm. 70

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,170
1	Pavimentazione interna - gres	0,010	1,470	1700,00	1000,00	200	0,007
2	Sottofondo in cls - malta di cemento	0,050	1,400	2000,00	1000,00	60	0,036
3	Massetto isolante termico di politerm	0,150	0,067	265,00	1400,00	12	2,239
4	Calcestruzzo armato (getto)	0,040	1,910	2400,00	1000,00	130	0,021
5	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.)	0,350	-	1,30	1000,00	1	0,090
6	C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	0,100	1,310	2000,00	880,00	60	0,076
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,700</b>					<b>2,679</b>

#### Legenda

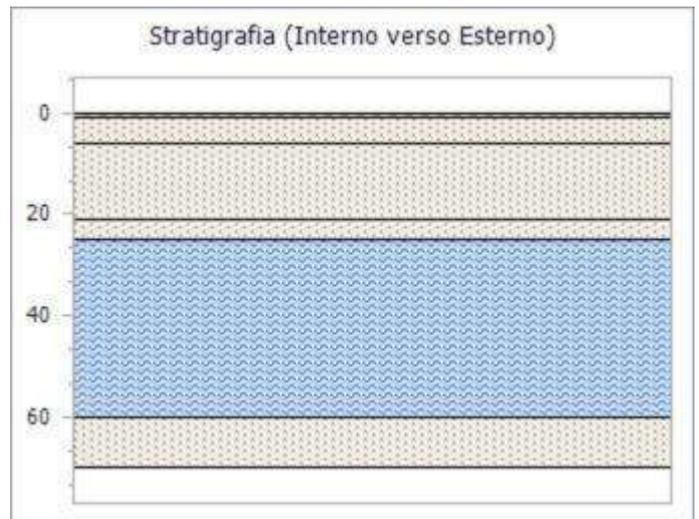
*s* Spessore dello strato  
 *$\rho$*  Massa volumica

*$\lambda$*  Conducibilità termica del materiale  
 *$\mu$*  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

*c* Calore specifico del materiale  
*R* Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	70	cm
Trasmittanza termica	U	0,373	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	2,679	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	453,21	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	445,11	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>IE</sub>	0,054	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	61,77	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	128,95	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,146	-
Sfasamento	$\varphi$	15,15	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	4,478	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	9,373	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	453,21	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

**Metodo di calcolo**  
**Classe di concentrazione:**  
 $\varphi$  muffa:  
 $\varphi$  condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno  
 Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata  
 0,80 [-]  
 1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

### Legenda simboli

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

### Legenda pedici

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

### Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,937

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,937

Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	-	0,040	-
3	C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne - Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.)	10,0	0,076	6,00
4	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.) - Calcestruzzo armato (getto)	35,0	0,090	0,35
5	Calcestruzzo armato (getto) - Massetto isolante termico di politerm [0]	4,0	0,021	5,20
6	Massetto isolante termico di politerm [0] - Massetto isolante termico di politerm [1]	1,7	0,249	0,19
7	Massetto isolante termico di politerm [1] - Massetto isolante termico di politerm [2]	1,7	0,249	0,19
8	Massetto isolante termico di politerm [2] - Massetto isolante termico di politerm [3]	1,7	0,249	0,19
9	Massetto isolante termico di politerm [3] - Massetto isolante termico di politerm [4]	1,7	0,249	0,19
10	Massetto isolante termico di politerm [4] - Massetto isolante termico di politerm [5]	1,7	0,249	0,19
11	Massetto isolante termico di politerm [5] - Massetto isolante termico di politerm [6]	1,7	0,249	0,19
12	Massetto isolante termico di politerm [6] - Massetto isolante termico di politerm [7]	1,7	0,249	0,19
13	Massetto isolante termico di politerm [7] - Massetto isolante termico di politerm [8]	1,7	0,249	0,19
14	Massetto isolante termico di politerm [8] - Sottofondo in cls - malta di cemento	1,7	0,249	0,19
15	Sottofondo in cls - malta di cemento - Pavimentazione interna - gres	5,0	0,036	3,00
16	Pavimentazione interna - gres - Strato laminare interno	1,0	0,007	2,00
17	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,170	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	$\theta$	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	$\varphi$	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1168	1248	1386	1625	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1527	1223
	$\theta$	9,26	10,25	11,82	14,26	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,61	13,30	9,95

	φ	80,36	78,03	81,48	80,16	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,70	81,39
3	Pv	1099	1122	1259	1403	1382	1681	1809	1719	1581	1427	1283	1147
	Ps	1193	1272	1407	1636	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1546	1247
	θ	9,57	10,53	12,06	14,37	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,50	10,24
	φ	92,11	88,23	89,42	85,74	64,54	62,86	59,92	56,97	64,80	70,87	82,99	91,98
4	Pv	1108	1131	1266	1408	1385	1683	1811	1721	1583	1431	1290	1156
	Ps	1222	1300	1433	1650	2142	2675	3018	3018	2440	2015	1569	1276
	θ	9,94	10,86	12,34	14,49	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,72	10,59
	φ	90,63	86,96	88,32	85,39	64,67	62,93	59,99	57,03	64,88	70,98	82,18	90,60
5	Pv	1229	1307	1378	1496	1428	1712	1839	1750	1612	1483	1387	1283
	Ps	1229	1307	1440	1653	2142	2675	3018	3018	2440	2016	1575	1283
	θ	10,02	10,94	12,40	14,52	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,78	10,67
	φ	100,00	100,00	95,75	90,49	66,66	64,00	60,93	57,98	66,05	73,58	88,06	100,00
6	Pv	1235	1310	1383	1499	1429	1713	1840	1751	1613	1485	1390	1288
	Ps	1315	1389	1514	1691	2142	2675	3018	3018	2440	2021	1641	1366
	θ	11,04	11,86	13,18	14,88	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,67	14,41	11,61
	φ	93,89	94,33	91,30	88,64	66,73	64,04	60,96	58,01	66,09	73,51	84,75	94,27
7	Pv	1241	1314	1387	1502	1431	1714	1841	1752	1614	1487	1394	1293
	Ps	1406	1475	1592	1730	2142	2675	3018	3018	2440	2025	1709	1454
	θ	12,05	12,78	13,95	15,23	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,71	15,04	12,56
	φ	88,21	89,03	87,09	86,84	66,80	64,08	61,00	58,05	66,13	73,43	81,57	88,91
8	Pv	1246	1317	1391	1505	1432	1715	1842	1753	1615	1489	1397	1298
	Ps	1503	1567	1674	1769	2142	2675	3018	3018	2440	2030	1779	1547
	θ	13,06	13,70	14,72	15,58	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,75	15,67	13,51
	φ	82,91	84,06	83,10	85,07	66,88	64,12	61,03	58,08	66,18	73,35	78,53	83,89
9	Pv	1252	1320	1395	1508	1434	1716	1843	1754	1616	1491	1401	1303
	Ps	1605	1663	1759	1810	2142	2675	3018	3018	2440	2035	1853	1645
	θ	14,07	14,62	15,49	15,93	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,78	16,30	14,45
	φ	77,97	79,40	79,32	83,35	66,95	64,15	61,07	58,12	66,22	73,28	75,62	79,19
10	Pv	1257	1324	1399	1512	1436	1717	1844	1755	1617	1493	1405	1308
	Ps	1714	1764	1847	1851	2142	2675	3018	3018	2440	2040	1929	1749
	θ	15,09	15,54	16,26	16,29	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,82	16,93	15,40
	φ	73,36	75,03	75,73	81,67	67,02	64,19	61,10	58,15	66,26	73,20	72,83	74,79
11	Pv	1263	1327	1403	1515	1437	1718	1845	1756	1618	1495	1408	1313
	Ps	1829	1871	1940	1893	2142	2675	3018	3018	2440	2044	2007	1858
	θ	16,10	16,46	17,03	16,64	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,86	17,57	16,35
	φ	69,06	70,93	72,32	80,02	67,10	64,23	61,14	58,19	66,31	73,13	70,16	70,66
12	Pv	1269	1330	1407	1518	1439	1719	1846	1757	1619	1497	1412	1318
	Ps	1950	1983	2037	1936	2142	2675	3018	3018	2440	2049	2089	1973
	θ	17,11	17,38	17,80	16,99	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,89	18,20	17,30
	φ	65,04	67,08	69,09	78,42	67,17	64,27	61,17	58,22	66,35	73,05	67,60	66,79
13	Pv	1274	1334	1411	1521	1440	1720	1847	1758	1620	1499	1415	1323
	Ps	2079	2101	2138	1979	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2173	2095
	θ	18,12	18,30	18,57	17,35	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,83	18,24
	φ	61,29	63,47	66,02	76,85	67,24	64,31	61,21	58,25	66,39	72,97	65,14	63,16
14	Pv	1280	1337	1416	1524	1442	1721	1848	1759	1621	1501	1419	1328
	Ps	2215	2226	2243	2024	2142	2675	3018	3018	2440	2059	2260	2222
	θ	19,14	19,21	19,34	17,70	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,46	19,19
	φ	57,78	60,08	63,10	75,31	67,32	64,35	61,24	58,29	66,44	72,90	62,79	59,75
15	Pv	1367	1390	1480	1575	1466	1738	1865	1776	1638	1531	1475	1406
	Ps	2235	2244	2259	2031	2142	2675	3018	3018	2440	2059	2273	2241
	θ	19,28	19,35	19,45	17,75	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,55	19,33
	φ	61,18	61,94	65,54	77,55	68,47	64,96	61,79	58,83	67,11	74,35	64,90	62,73
	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458

16	Ps	2239	2248	2262	2032	2142	2675	3018	3018	2440	2060	2275	2245
	$\theta$	19,31	19,37	19,47	17,76	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,57	19,35
	$\varphi$	63,68	63,41	67,36	79,15	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,33	66,47	64,94
17	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2337	2337	2337	2063	2142	2675	3018	3018	2440	2063	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	18,00	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	18,00	20,00	20,00
	$\varphi$	61,00	60,98	65,20	77,96	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,21	64,72	62,38

**Legenda**

Int.	Numero interfaccia	$\theta$	Temperatura [ $^{\circ}$ C]
$P_v$	Pressione di vapore [Pa]	$P_s$	Pressione di saturazione [Pa]
$\varphi$	Umidità relativa [%]		

Dall'analisi risulta formazione di condensa interstiziale. Di seguito i dettagli delle masse condensate ed evaporate:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	$g_c$	2,15	-5,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
	$M_a$	2,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
6	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Legenda**

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]  
 $M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia	$M_a$	2,74	$\text{g/m}^2$
Interfaccia		5	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	$\text{g/m}^2$
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a  $2,74 \text{ g/m}^2$  (inferiore al limite di  $500,00 \text{ g/m}^2$ ), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

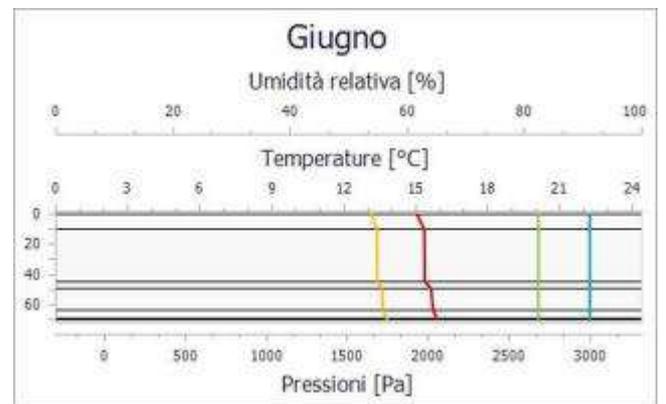
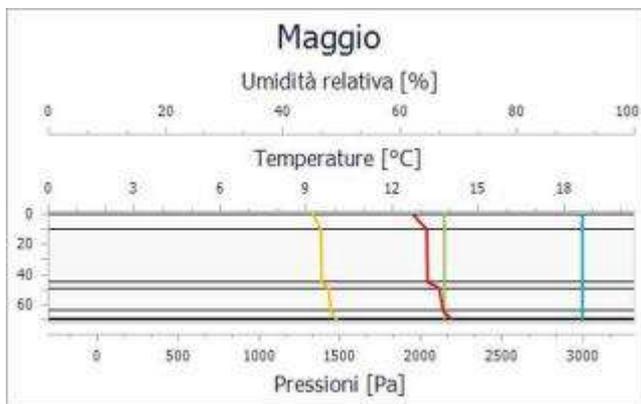
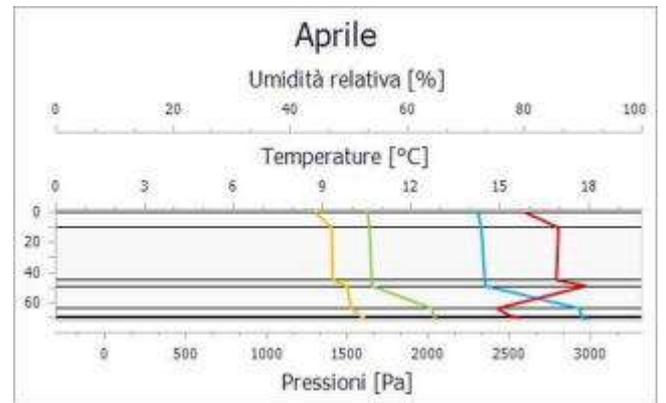
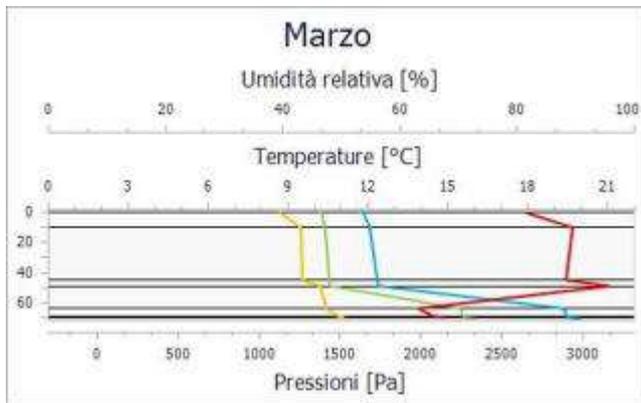
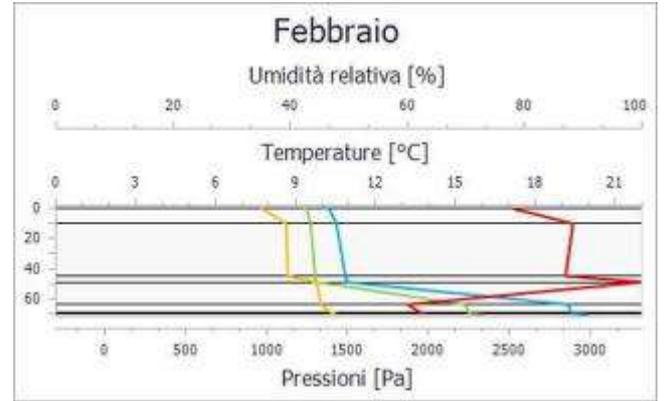
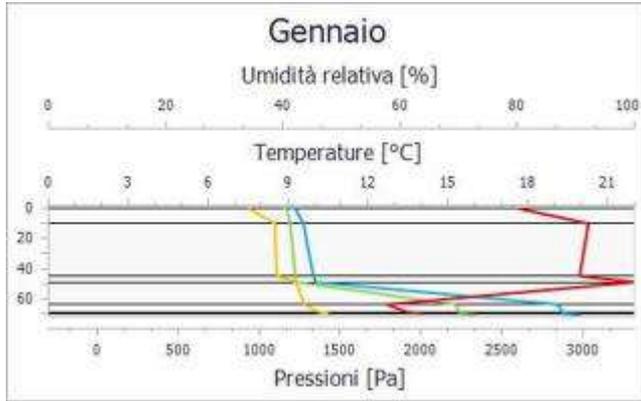
Legenda

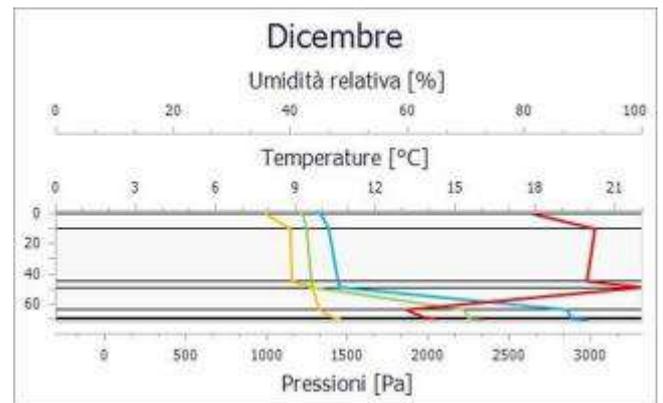
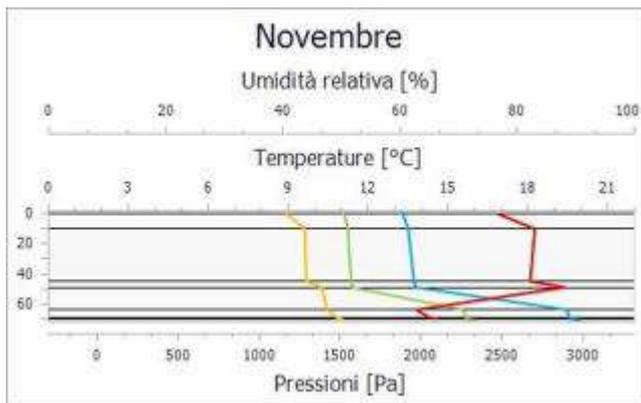
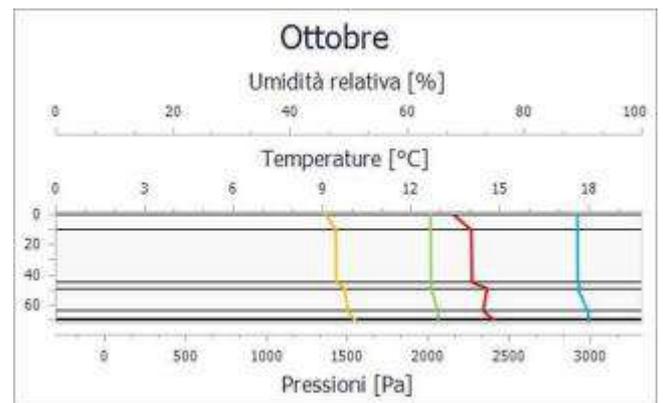
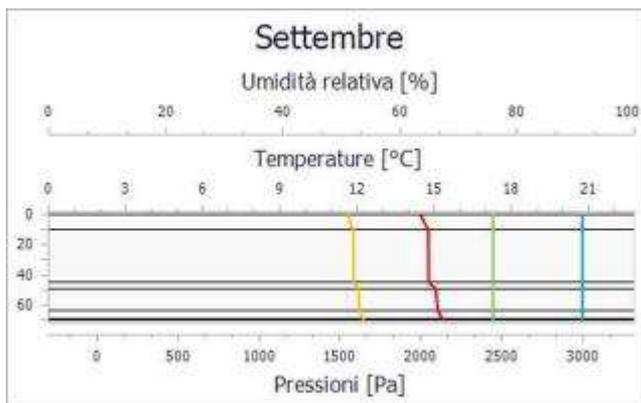
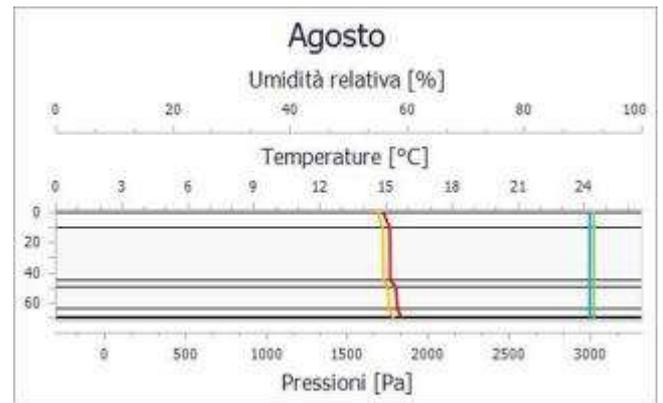
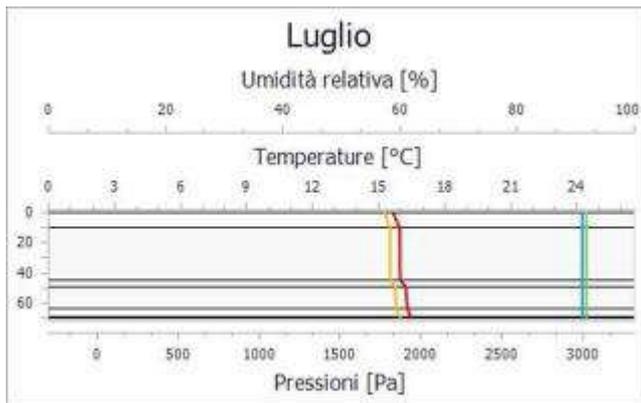
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità

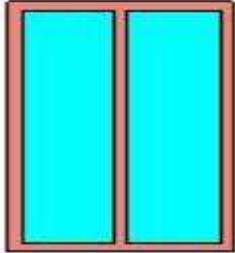






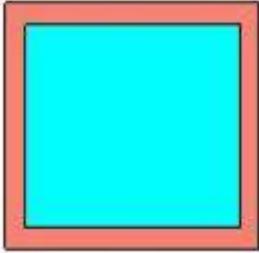
## ALLEGATO 2 – CARATTERISTICHE TERMICHE COMPONENTI FINESTRATI

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
PB.02	Singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 120x210
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,200 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	



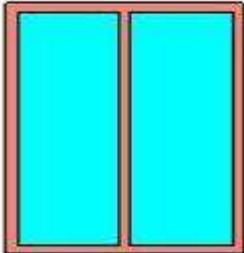
*\*Trasmittanza fornita dal produttore*

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
F.02	Singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 90x80
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,130 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	



*\*Trasmittanza fornita dal produttore*

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
PB.04	Singolo	portafinestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 150x210
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,170 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	



*\*Trasmittanza fornita dal produttore*



### ALLEGATO 3 – VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

Di seguito si riportano le verifiche termoigrometriche dei componenti oggetto di intervento.

#### Componenti verso esterno

Codice	Descrizione	Confine	Condensa superficiale	Condensa interstiziale	Muffa
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	SUD_OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	NORD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	NORD_OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	SUD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
COP-LATCEM-COVERPIU'	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
PAV-VS-TERRA-EXISOLA	Pavimento su terreno cm. 70	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
PP.02	Portoncino ingresso 1 anta vetrocamera opalino basso emissivo antieffrazione	SUD_EST	Non presente	Non presente	Non presente

## ALLEGATO 4 – RIEPILOGO PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito si riporta un riepilogo dei principali risultati di calcolo.

Simbolo	Descrizione
$H'_T$	Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	Area solare equivalente estiva per unità di superficie
$EP_{H,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale
$EP_{C,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva
$EP_{W,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria
$\eta_H$	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione invernale
$\eta_C$	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione estiva
$\eta_W$	Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di acqua calda sanitaria
$EP_{x,nren}$	Indice di prestazione energetica non rinnovabile per il servizio energetico X
$EP_{x,ren}$	Indice di prestazione energetica rinnovabile per il servizio energetico X
$EP_{x,tot}$	Indice di prestazione energetica totale per il servizio energetico X
$EP_{gl,nren}$	Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile
$EP_{gl,ren}$	Indice di prestazione energetica globale rinnovabile
$EP_{gl,tot}$	Indice di prestazione energetica globale
$FER_w$	Percentuale di copertura dei fabbisogni di acqua calda sanitaria
$FER_{gl}$	Percentuale di copertura dei fabbisogni di riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento
X	Servizio energetico: <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>H - Climatizzazione invernale</span> <span>W - Acqua calda sanitaria</span> <span>C - Climatizzazione estiva</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>V - ventilazione meccanica</span> <span>L - Illuminazione</span> <span>T - trasporto</span> </div>

### Unità 4 tipologia A

Indice	U.M.	Edificio reale	Edificio di riferimento
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,337	0,550
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	-	0,003	0,030
$EP_{H,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	31,67	39,62
$EP_{C,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	19,24	25,61
$EP_{W,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	17,91	17,91
$\eta_H$	-	1,188	0,643
$\eta_C$	-	2,960	1,743
$\eta_W$	-	1,351	1,007
$EP_{H,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	11,25	22,48
$EP_{H,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	15,40	39,10
$EP_{H,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	26,66	61,58
$EP_{W,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	3,67	6,05
$EP_{W,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	9,58	11,56
$EP_{W,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	13,26	17,60
$EP_{C,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	3,23
$EP_{C,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	6,50	11,46
$EP_{C,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	6,50	14,69
$EP_{V,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	9,61
$EP_{V,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	2,32
$EP_{V,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	11,93
$EP_{gl,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	14,93	41,37
$EP_{gl,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	31,49	52,51
$EP_{gl,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	46,41	93,88
$FER_w$	%	70,33	50,00
$FER_{gl}$	%	65,14	50,00





## RELAZIONE TECNICA ai sensi dell'Art. 8 del D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 e D.M. 26 Giugno 2015 (ex Legge 10)

Area geografica

Regione **Sardegna**  
Provincia di **Oristano**  
Comune di **ORISTANO**

Ubicazione intervento

,

Proprietà  
Comune di Oristano

Progettista  
Arch. Francesco Deriu

Costruttore

Tecnico  
Ing. Gerolamo Sulis

Revisione n° 0



Data elaborazione: 04/01/2022



# RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005 E DM 26 GIUGNO 2015, ATTESTANTE LA RISPONDEZZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NUOVA COSTRUZIONE</b>	Edifici di nuova costruzione o oggetto di demolizione e ricostruzione
-------------------------------------	--------------------------	---

## 1.0 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'unità immobiliare residenziale in progetto è composta da un piano fuori terra. La struttura portante è in c.a. e il tamponamento perimetrale è realizzato in muratura tipo Thermotek Terra sarda 30, come verrà precisato più avanti.

Il solaio di copertura a due falde inclinate è in laterocemento con sovrapposto un pannello isolante, di tipo Coverpiù, in EPS sormontato da una lastra in acciaio con protezione multistrato e dotata di canali di ventilazione. L'isolamento verso terra è ottenuto mediante un massetto realizzato con un impasto cementizio termoisolante con EPS additivato (tipo Politerm).

Nella presente relazione si definiscono gli impianti di climatizzazione invernale ed estiva, della produzione di acqua calda sanitaria a servizio dell'edificio in questione, insieme alle pareti orizzontali e verticali e chiusure costituenti l'involucro esterno, affinché sia verificato quanto richiesto dal D.M. requisiti minimi.

L'unità immobiliare è climatizzata estate e inverno mediante l'utilizzo di una pompa di calore aria-acqua, alimentante un ventilconvettore, con distribuzione a canali d'aria e uno scaldavivande nel bagno.

A supporto della ventilazione naturale degli ambienti è prevista una unità di ventilazione meccanica puntuale (con recupero di calore) a parete.

Agli effetti del calcolo dei parametri tecnici relativi alla climatizzazione, la zona termica coincide con l'immobile che, data la superficie ridotta dello stesso e l'utilizzo di una sola unità interna (con distribuzione a canali d'aria in tutta la zona termica), è stato considerato ad ambiente unico.

La produzione di acqua calda sanitaria viene fornita mediante uno scaldacqua a pompa di calore della capacità di 80L.

### Dati catastali:

Sezione:	
Foglio:	<b>22</b>
Particella/Mappale:	<b>2813</b>
Subalterno:	

## 1.1 TITOLO ABILITATIVO

Titolo abilitativo: da ottenere

Classificazione dell'edificio (o complesso di edifici) in base alla categoria di cui all'articolo 3 del DPR 26 agosto 1993, n. 412 ed alla definizione di "edificio" del presente provvedimento:

Numero delle unità immobiliari:	1	Destinazione d'uso prevalente:	E. 1.1
---------------------------------	---	--------------------------------	--------

Dettaglio delle destinazioni d'uso previste per nel progetto corrente:

DENOMINAZIONE ZONA TERMICA	DESTINAZIONE D'USO DPR 419/93	VOLUME m <sup>3</sup>
Piano unico	E. 1.1	250,92

## 1.2 SOGGETTI COINVOLTI

[ X ] Committente/i :

Tipologia	Persona giuridica
Cognome e Nome / Denominazione	<b>Comune di Oristano</b>
Indirizzo	Piazza E. d'Arborea 44
Cap	09170
Città	ORISTANO
Provincia	OR

Partita IVA	00052090958
Telefono	0783 7911
Fax	0783 791229
Email	istituzionale@pec.comune.oristano.it

[ X ] Progettista/i :

Denominazione	<b>Arch. Francesco Deriu</b>
Indirizzo	via G. Mazzini 94
Cap	09170
Città	ORISTANO
Provincia	OR
Codice fiscale	DREFNC76H19B3540
Partita IVA	01071890956
Iscrizione	Ordine Architetti
Numero di iscrizione	99
Provincia di iscrizione	OR
Email	francescoderiu.posta@gmail.com
	AMBITI

[ X ] Tecnico/i :

Denominazione	<b>Ing. Gerolamo Sulis</b>
Indirizzo	Via XX Settembre 43
Cap	09170
Città	ORISTANO
Provincia	OR
Codice fiscale	SLSGLM75P30A192W
Partita IVA	02319100901
Telefono	3388465732
Iscrizione	Ordine Ingegneri Oristano
Numero di iscrizione	691
Provincia di iscrizione	OR
Email	studioingsulis@gmail.com
	AMBITI

- Tecnico degli impianti termici
- Tecnico lavori isolamento termico
- Tecnico lavori sistemi di ricambio d'aria

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

Gli elementi tipologici sono indicati al punto 8. della presente relazione tecnica.

### 2.1 EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO (NZEB)

Le caratteristiche del sistema edificio/impianti sono tali da poter classificare l'edificio come edificio ad energia quasi zero:

- [ X ] Sì  
[ ] No

### 3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

Gradi giorno della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93	<b>1059</b>	GG
Temperatura minima di progetto dell'aria esterna	<b>276,2</b>	°K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna	<b>306,1</b>	°K
Zona Climatica	<b>C</b>	-
Velocità del vento	<b>4,300</b>	m/s
Zona di vento	<b>4</b>	-
Temperatura media	<b>16,3</b>	°C
Irradiazione solare massima estiva su superficie orizzontale	<b>27,600</b>	MJ/m <sup>2</sup>

#### Dati invernali

Temperatura minima di progetto dell'aria esterna	<b>3,0</b>	°C
Periodo di riscaldamento	<b>137,000</b>	giorni

#### TEMPERATURE MEDIE MENSILI (°C) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>θ</b>	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80

#### IRRADIAZIONI SOLARI (MJ/m<sup>2</sup>) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>N</b>	2,08	3,07	4,08	5,39	8,70	10,54	9,96	7,32	5,04	3,60	2,51	1,92
<b>NE/NO</b>	2,26	3,83	5,93	8,11	12,29	14,30	14,22	11,33	8,12	4,97	2,83	2,12
<b>E/O</b>	3,86	6,66	9,25	10,92	15,04	16,76	17,18	14,88	12,21	8,65	4,77	4,41
<b>S</b>	7,15	10,73	11,37	9,71	10,44	10,09	10,52	11,48	12,88	12,76	8,35	9,53
<b>SE/SO</b>	5,85	9,24	11,08	11,17	13,53	13,98	14,62	14,27	13,66	11,45	6,95	7,50
<b>Oriz.</b>	5,30	9,20	13,30	16,50	23,50	26,60	27,00	22,70	17,80	12,00	6,60	5,70

#### UMIDITÀ RELATIVE MEDIE MENSILI (%) (UNI 10349)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>UR</b>	81,11	78,67	82,00	80,32	62,14	61,54	58,74	55,80	63,36	67,81	77,08	82,08

## 4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO

Climatizzazione	invernale	estiva	u.m.
Volume lordo climatizzato dell'edificio (V)	250,92	250,92	m <sup>3</sup>
Superficie esterna che delimita il volume climatizzato (S)	257,26	257,26	m <sup>2</sup>
Rapporto S/V	1,03		
Superficie utile energetica dell'edificio	48,96	48,96	m <sup>2</sup>
Valore di progetto della temperatura interna	20,0	26,0	°C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna	50,0	50,0	%

### 4.1 INFORMAZIONI GENERALI E PRESCRIZIONI

- Presenza di reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento a meno di 1000 m **No**
- Livello di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS) **-**
- Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture **No**
- Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) **No**
- Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore, del freddo e dell'A.C.S. **No**  
*Non necessari*
- Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare: la regolazione della temperatura avviene per singola zona termica mediante un termostato di zona comunicante con l'unità interna
- Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, 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.

Verifica (D. Lgs. 28/2011)	Percentuale di copertura del fabbisogno [%]
Verifica della copertura di almeno il 50,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria	67,3 %
Verifica della copertura di almeno il 50,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento	61,3 %
Potenza di picco installata sull'edificio	2,0
Potenza minima di legge $[(1/K) * S = (1/50) * 59,18]$	1,1836
Verifica della potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili	VERIFICATO

Denominazione	Tipologia	SCOP	SPF	Limite inferiore SPF	Eres* [kWh/anno]
POMPA DI CALORE UI5	Elettricità	5,1	2,75	2,88	0,00
Scaldacqua PdC - UI5	Elettricità	2,7	2,04	2,88	0,00

Tipologia impianto	Pompa di calore "POMPA DI CALORE UI5"		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	366,745	0,000	0,000
Fabbisogno totale di energia primaria (kWh anno)	1664,168	0,000	0,000

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	22,038 %	0,000 %	0,000 %
---	----------	---------	---------

Tipologia impianto	Fotovoltaico		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	346,674	361,382	309,134

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	48,950 %	77,765 %	100,000 %
---	----------	----------	-----------

- Adozione di sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale **No**
- Adozione di sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale **No**

*Ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:*

- Verifiche della massa superficiale e della trasmittanza termica periodica dei componenti opachi (*Rif. Lettera b) del punto 3.3.4 del decreto di cui all'art.4*):

#### Componenti opachi verticali

Codice	Descrizione	Ms [kg/m <sup>2</sup> ]	Ms minimo [kg/m <sup>2</sup> ]	Yie [W/m <sup>2</sup> K]	Yie limite [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	396,00	230,00	0,013	0,10	Positiva
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	240,00	230,00	0,022	0,10	Positiva

#### Componenti opachi orizzontali o inclinati

Codice	Descrizione	Yie [W/m <sup>2</sup> K]	Yie limite [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
COP-LATCEM-COVERPIU'	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	0,038	0,18	Positiva

## 5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

### 5.1 Impianti termici

#### a) Descrizione impianto

##### Tipologia

L'impianto di climatizzazione invernale ed estiva, viene realizzato con n. 1 pompa di calore reversibile, del tipo a compressione di vapore con motore elettrico, del tipo aria-acqua, marca AERMEC mod. HMI040, la cui unità esterna è ubicata all'esterno.

La produzione di acqua calda sanitaria avviene tramite n. 1 scaldacqua a pompa di calore della capacità di 80l. Il terminale di erogazione è un ventilconvettore, del tipo AERMEC FCZP con distribuzione a canali d'aria nei singoli ambienti.

L'installazione dello stesso è prevista a incasso totale a controsoffitto. Nel bagno verrà

Installato un radiatore a parete, alimentato dalla stessa pompa di calore, tipo scalda-salviette, dotato di valvola termostatica.

##### Sistema di termoregolazione

Il sistema prevede la regolazione per singola zona termica (intera unità) con regolazione modulante (1° C); questa viene comandata da un pannello di controllo comunicante con l'unità interna di zona dotato di termostato

##### Sistema di contabilizzazione dell'energia termica

Non necessario

##### Sistema di distribuzione del vettore termico

Il vettore termico, nel nostro caso acqua, viene distribuito a circuito chiuso, in tutti i terminali di erogazione, tramite una rete di tubi isolati in materiale multistrato del tipo PEX-AL-PEX.

##### Sistemi di ventilazione forzata

E' presente una unità di VMC puntuale con recupero di calore ad integrazione della ventilazione naturale. Tipo INNOVA HRC05 portata 50mc/h

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

La produzione di acqua calda sanitaria avviene, come detto, tramite scaldacqua a pompa di calore, della capacità nominale di 80 l. (Tipo THE/HP 80 ACS); la distribuzione avviene attraverso pressione della rete cittadina o con elettropompa autoclave e serbatoio di accumulo.

#### b) Specifiche dei generatori

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	POMPA DI CALORE UI5
Uso	Riscaldamento
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria esterna/Acqua impianto
Potenza termica utile	4,0
Potenza elettrica assorbita	0,8
Coefficiente di prestazione (COP)	5,1

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	Scaldacqua PdC - UI5

Uso	ACS
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria esterna/Acqua impianto
Potenza termica utile	0,9
Potenza elettrica assorbita	0,3
Coefficiente di prestazione (COP)	2,7

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	PDC raffrescam. UI5
Uso	Raffrescamento
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria_Acqua
Potenza termica utile	3,8
Indice di efficienza energetica (EER)	4,6

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

#### Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali

Le zone termiche sono dotate dei seguenti sistemi di regolazione:

Zona Termica	Tipo di regolazione	Caratteristiche della regolazione
Unità 5 tipologia A - Piano unico	Solo di zona	P banda prop. 1 °C

### d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari

Nessuna descrizione.

### e) Terminali di erogazione dell'energia

Dettaglio dei sottosistemi di emissione delle singole zone termiche:

Zona Termica	Tipologia locali	Terminali di erogazione	Potenza termica nominale [W]
Piano unico	Fino a 4 metri	Ventilconvettori	2405,896

### f) Schemi funzionali degli impianti termici

Alla presente relazione è allegato lo schema unifilare degli impianti termici con specificato:

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

## 5.2 Impianti fotovoltaici

Descrizione:	FTV UI5
Orientamento rispetto al SUD (Y) - Azimut:	0,000 °
Inclinazione orizzontale dei pannelli ( $\beta$ ):	0,000 °
Tipo riflessione ambientale:	Coefficiente di riflessione standard (albedo)
Coefficiente di riflessione:	0,200
Anno di installazione:	

Ostruzioni: Assente

### Energia irraggiata sul piano dei moduli [kWh/m<sup>2</sup>]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E	45,66	72,16	115,37	137,64	202,03	221,53	233,04	197,04	151,44	106,46	56,39	49,44

**Totale Irradiazione: 1588,200 kWh/m<sup>2</sup>**

### Caratteristiche dei pannelli fotovoltaici

Tipo di modulo fotovoltaico:	Silicio mono cristallino
Grado di ventilazione dei moduli:	Moduli non ventilati
Superficie di captazione:	9,100 m <sup>2</sup>
Kpv:	0,220
Fpv:	0,700
Potenza di picco Wpv:	2,0 kW

### Energia elettrica prodotta (E<sub>el,pv,out</sub>) [kWh]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E <sub>el,pv</sub>	63,99	101,13	161,68	192,89	283,13	310,45	326,59	276,13	212,23	149,19	79,02	69,28

**Totale Energia prodotta: 2225,703 kWh**

## 5.3 Impianti solari termici

*Nessun impianto solare termico presente*

## 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, 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

In attuazione della faq MiSE 3.16 del dicembre 2018, la verifica dei componenti è stata condotta per le strutture dello stesso tipo, raggruppate per tipologie di strutture corrispondenti alle tabelle dell'appendice B del D.M. Requisiti Minimi e ponderando le stesse sui corrispondenti ponti termici al fine di ottenere un'unica trasmittanza media ponderata. Di seguito è disponibile la tabella delle trasmittanze medie ponderate confrontate con i valori limite previsti dalla normativa cogente:

Di seguito è riportato il dettaglio dei componenti:

#### STRUTTURE OPACHE VERTICALI, VERSO ESTERNO, AMBIENTI NON CLIMATIZZATI O CONTRO TERRA

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
MUR02-EXISOLA-001	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 44	0,267
MUR01-EXISOLA	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	0,277
MUR01-EXISOLA	PareteEsterna	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	0,354

#### STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI O INCLINATE, VERSO ESTERNO O AMBIENTI NON CLIMATIZZATI

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
COP-LATCEM-COVERPIU'	SolaioEsterno	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	0,256

#### STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI DI PAVIMENTO, VERSO ESTERNO, AMBIENTI NON CLIMATIZZATI O CONTRO TERRA

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
PAV-VS-TERRA-EXISOLA	PavimentoEsterno	Pavimento su terreno cm. 70	0,373

#### STRUTTURE TECNICHE TRASPARENTI E OPACHE

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
CASS-don	Cassonetto	Cassonetto isolato 1,3	1,300
PP.01	Porta	Portoncino ingresso 1 anta vetrocamera opalino basso emissivo antieffrazione	1,090
F.01	Infisso singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 80x80	1,140

PB.03	Infisso singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 120x210	1,200
PB.04	Infisso singolo	portafinestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 150x210	1,170

## RICAMBI D'ARIA

### Zona Termica "Piano unico"

#### Ambiente PU

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>24,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	$m^3/s$	<b>0,022</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	$m^3/s$	<b>0,022</b>

### b) Indici di prestazione energetica

#### Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie $H'T$ [ $W/m^2K$ ]

$H'T$	0,325	<i>coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie</i>
$H'T,L$	0,550	<i>coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie</i>
<u>Verifica</u>	$H'T < H'T,L$	<b>VERIFICATO</b>

#### Area solare equivalente estiva per unità di superficie ( $A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ ) [ - ]

$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	0,003	<i>area solare equivalente estiva per unità di superficie</i>
$(A_{sol,est}/A_{sup,utile})_{limite}$	0,030	<i>area solare equivalente estiva limite per unità di superficie</i>
<u>Verifica</u>	$A_{sol,est}/A_{sup,utile} < (A_{sol,est}/A_{sup,utile})_{limite}$	<b>VERIFICATO</b>

#### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale ( $EP_{H,nd}$ ) [ $kWh/ m^2$ ]

$EP_{H,nd}$	37,7	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio</i>
$EP_{H,nd,limite}$	47,6	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$Q_{H,nd} < Q_{H,nd,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

#### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva ( $EP_{C,nd}$ ) [ $kWh/ m^2$ ]

$EP_{C,nd}$	18,9	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio</i>
$EP_{C,nd,limite}$	24,9	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$Q_{C,nd} < Q_{C,nd,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

#### Indice di prestazione energetica globale dell'edificio - energia primaria totale ( $EP_{gl,tot}$ ) [ $kWh/ m^2$ ]

$EP_{gl,tot}$	52,3	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio</i>
$EP_{gl,tot,limite}$	119,8	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

#### Indice di prestazione energetica globale dell'edificio - energia primaria non rinnovabile ( $EP_{gl,nr}$ )

$EP_{gl,nr}$	18,5	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio</i>
$EP_{gl,nr,limite}$	47,9	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$EP_{gl,nr} < EP_{gl,nr,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

### Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento ( $\eta_H$ ) [ - ]

$\eta_H$	1,162	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento</i>
$\eta_{H,limite}$	0,631	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$\eta_H > \eta_{H,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

Fabbisogno di combustibile:

- Elettricità (PCI: 1,000 kWh/Nm <sup>3</sup> )	kWh/anno	1381,0
Fabbisogno di energia elettrica da rete	kWh <sub>e</sub>	362
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	kWh <sub>e</sub>	347
Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale	kJ/m <sup>3</sup> GG	5

### Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria( $\eta_W$ ) [ - ]

$\eta_W$	1,319	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria</i>
$\eta_{W,limite}$	0,991	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acs calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$\eta_W > \eta_{W,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

Fabbisogno di combustibile:

- Elettricità (PCI: 1,000 kWh/Nm <sup>3</sup> )	kWh/anno	906,2
Fabbisogno di energia elettrica da rete	kWh <sub>e</sub>	103
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	kWh <sub>e</sub>	361

### Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento ( $\eta_C$ ) [ - ]

$\eta_C$	3,001	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento</i>
$\eta_{C,limite}$	1,721	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$\eta_C > \eta_{C,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

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

*Nessun impianto solare termico presente*

### d) Impianti fotovoltaici

Energia prodotta		
- FTV UI5	kWh anno	2225,7
Energia prodotta totale	kWh anno	2225,7
Fabbisogno energia elettrica	kWh anno	1482,1
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	%	68,6

### e) Consuntivo energia

Energia consegnata o fornita ( $E_{del}$ )	<i>kWh anno</i>	<b>464,9</b>
Energia rinnovabile ( $EP_{gl, ren}$ )	<i>kWh/m<sup>2</sup> anno</i>	<b>33,8</b>
Energia esportata ( $E_{esp}$ )	<i>kWh anno</i>	<b>1208,5</b>
Energia rinnovabile in situ	<i>kWh anno</i>	<b>2225,7</b>
Fabbisogno globale di energia primaria ( $EP_{gl, tot}$ )	<i>kWh/m<sup>2</sup> anno</i>	<b>52,3</b>

#### f) Rendimenti medi sottosistemi

##### ZONA TERMICA Piano unico

Sottosistema	H	W	C
Sottosistema di emissione/erogazione	96,00	100,00	98,00
Sottosistema di regolazione	97,00	-	97,00
Sottosistema di distribuzione acqua	97,00	92,60	97,50

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

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

## 8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazioni 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 dell'impianto termico contenenti gli elementi di cui all'analogia voce del paragrafo "Dati relativi agli impianti termici";
- 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 condensa interstiziale;
- 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.

I calcoli e le documentazioni che seguono sono disponibili ai fini di eventuali verifiche da parte dell'ente di controllo presso i progettisti:

- Calcolo della potenza invernale: dispersioni dei componenti e potenza di progetto dei locali;
- Calcolo energia utile invernale ( $Q_{h,nd}$ ) ed estiva ( $Q_{c,nd}$ ) mensile, secondo UNI/TS 11300-1;
- Calcolo dei coefficienti di dispersione termica  $H_T$ ,  $H_U$ ,  $H_G$ ,  $H_A$ ,  $H_V$ ;
- Calcolo mensile delle perdite ( $Q_{h,ht}$ ), degli apporti solari ( $Q_{sol}$ ) e degli apporti interni ( $Q_{int}$ ) secondo UNI/TS 11300-1;
- Calcolo dei rendimenti: emissione, regolazione, distribuzione, produzione;
- Calcolo di energia primaria ( $Q$ ), mensile-stagionale secondo UNI/TS 11300 - 2/4;
- Calcolo del fabbisogno annuo di energia primaria di progetto;
- Calcolo del fabbisogno di energia primaria limite.

## 9. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto **Ing. gerolamo Sulis**, iscritto a **Ordine Ingegneri Oristano (OR)**, numero **691**, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo di attuazione della direttiva 2002/91/CE dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

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

### DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI ATTO NOTORIO

Ai sensi dell'art.15, comma 1 del D.Lgs. 192/2005, modificato dall'art.12 del D.L. 63/2013) convertito in legge con L.90/2013), la presente RELAZIONE TECNICA è resa, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'art.47 del D.P.R. 445/2000.

*Ai sensi dell'art. 38 D.P.R. n. 445 del 28/12/2000 la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e inviata unitamente a copia fotostatica, non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore, all'ufficio competente via fax, tramite un incaricato, oppure a mezzo posta.*

ORISTANO, 04/01/2022

IL TECNICO

---

## ALLEGATO 1 – CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE COMPONENTI OPACHI

### Componenti opachi verticali

Tipologia:	<b>Parete Esterna</b>	Confine:	<b>Esterno</b>
Codice:	<b>MUR02-EXISOLA-001</b>	Descrizione:	<b>Muratura in THERMOTEK cm. 44</b>

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Intonaco interno generico	0,010	0,700	1400,00	1000,00	11	0,014
2	THERMOTEK® TERRA SARDA 30	0,300	0,091	800,00	840,00	10	3,297
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,010	0,900	1800,00	840,00	27	0,011
4	Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est.	0,120	0,900	1300,00	880,00	60	0,133
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,440</b>					<b>3,625</b>

#### Legenda

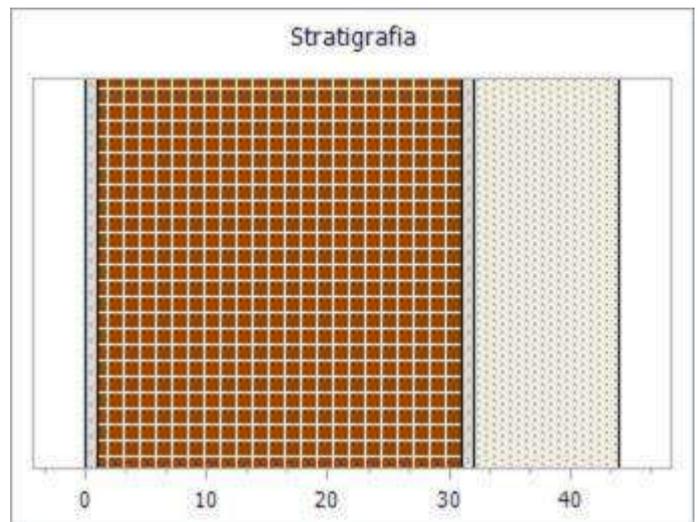
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale  
R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	44	cm
Trasmittanza termica	U	0,276	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,625	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	428,00	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	368,00	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>IE</sub>	0,013	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	31,59	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	100,46	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,048	-
Sfasamento	$\varphi$	20,87	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	2,310	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	7,319	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>S</sub>	396,00	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo	Classe di concentrazione del vapore all'interno
Classe di concentrazione:	Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata
Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) muffa:	0,80 [-]
Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) condensa:	1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

*Legenda simboli*

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

*Legenda pedici*

*i* - Interna  
*e* - Esterna  
*vap* - Vapore  
*sat* - Saturazione

*Legenda unità di misura*

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,964

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,964

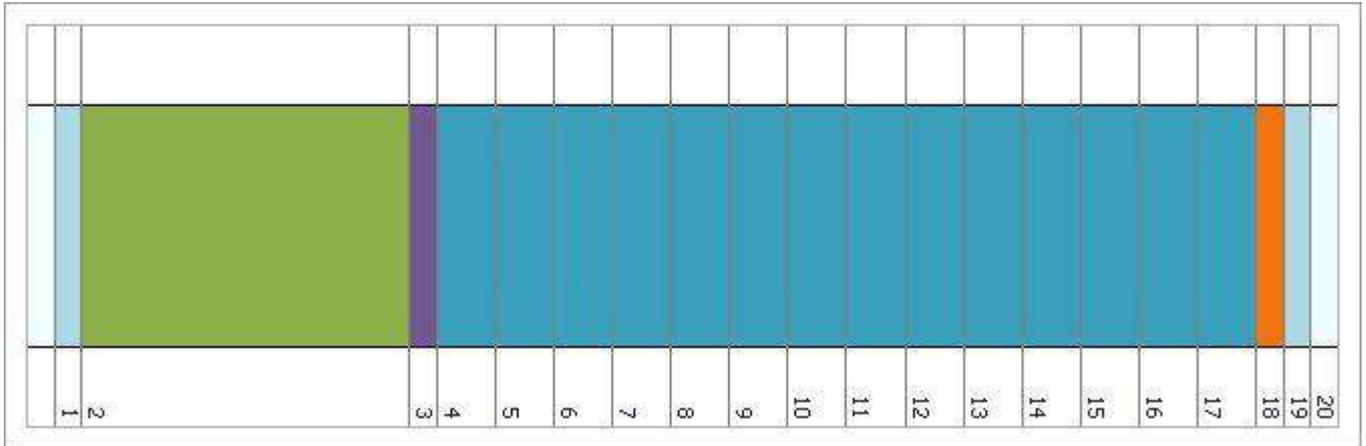
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est.	-	0,040	-
3	Blocchi cavi in c.l.s. (2000 kg/m <sup>3</sup> ) pareti est. - Malta di calce o di calce e cemento	12,0	0,133	7,20
4	Malta di calce o di calce e cemento - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [0]	1,0	0,011	0,27
5	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [0] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [1]	2,1	0,235	0,21
6	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [1] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [2]	2,1	0,235	0,21
7	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [2] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [3]	2,1	0,235	0,21
8	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [3] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [4]	2,1	0,235	0,21
9	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [4] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [5]	2,1	0,235	0,21
10	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [5] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [6]	2,1	0,235	0,21
11	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [6] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [7]	2,1	0,235	0,21
12	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [7] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [8]	2,1	0,235	0,21
13	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [8] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [9]	2,1	0,235	0,21
14	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [9] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [10]	2,1	0,235	0,21
15	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [10] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [11]	2,1	0,235	0,21
16	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [11] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [12]	2,1	0,235	0,21
17	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [12] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [13]	2,1	0,235	0,21
18	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [13] - Intonaco interno generico	2,1	0,235	0,21
19	Intonaco interno generico - Strato laminare interno	1,0	0,014	0,11
20	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	θ	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	φ	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1165	1245	1383	1623	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1524	1220
	θ	9,22	10,21	11,79	14,24	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,28	9,91
	φ	80,60	78,23	81,65	80,23	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,83	81,61
3	Pv	1196	1275	1411	1638	2142	1717	1844	1755	1617	1492	1403	1251
	Ps	1196	1275	1411	1638	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1549	1251
	θ	9,62	10,57	12,10	14,38	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,53	10,29

	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	64,18	61,09	58,14	66,25	74,10	90,59	100,00
4	Pv	1199	1278	1413	1639	2142	1719	1846	1757	1619	1497	1412	1254
	Ps	1199	1278	1413	1639	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1551	1254
	θ	9,65	10,60	12,12	14,39	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,55	10,32
	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	64,27	61,18	58,22	66,35	74,33	91,03	100,00
5	Pv	1215	1288	1421	1637	2097	1721	1848	1759	1621	1501	1419	1268
	Ps	1257	1334	1464	1665	2142	2675	3018	3018	2440	2017	1596	1310
	θ	10,36	11,25	12,66	14,64	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,65	13,99	10,98
	φ	96,61	96,57	97,04	98,29	97,88	64,35	61,24	58,29	66,43	74,39	88,88	96,75
6	Pv	1230	1298	1428	1635	2051	1723	1850	1761	1623	1505	1426	1282
	Ps	1318	1392	1517	1692	2142	2675	3018	3018	2440	2021	1643	1369
	θ	11,07	11,89	13,20	14,89	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,67	14,43	11,64
	φ	93,34	93,28	94,18	96,61	95,76	64,43	61,31	58,36	66,52	74,45	86,80	93,62
7	Pv	1246	1308	1436	1633	2006	1725	1852	1763	1625	1508	1433	1296
	Ps	1381	1452	1571	1719	2142	2675	3018	3018	2440	2024	1690	1430
	θ	11,78	12,53	13,74	15,13	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,70	14,87	12,31
	φ	90,19	90,11	91,41	94,97	93,64	64,50	61,38	58,42	66,60	74,52	84,76	90,60
8	Pv	1262	1318	1444	1630	1960	1727	1854	1765	1627	1512	1440	1310
	Ps	1447	1514	1627	1747	2142	2675	3018	3018	2440	2027	1739	1494
	θ	12,49	13,18	14,28	15,38	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,72	15,31	12,97
	φ	87,16	87,07	88,73	93,35	91,52	64,58	61,44	58,49	66,68	74,58	82,79	87,69
9	Pv	1277	1329	1451	1628	1915	1729	1857	1767	1629	1516	1447	1324
	Ps	1516	1579	1685	1774	2142	2675	3018	3018	2440	2031	1789	1560
	θ	13,19	13,82	14,82	15,63	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,75	15,75	13,63
	φ	84,24	84,14	86,15	91,76	89,40	64,65	61,51	58,56	66,77	74,64	80,86	84,88
10	Pv	1293	1339	1459	1626	1869	1731	1859	1769	1631	1520	1454	1338
	Ps	1588	1646	1744	1803	2142	2675	3018	3018	2440	2034	1840	1628
	θ	13,90	14,46	15,36	15,87	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,78	16,20	14,29
	φ	81,43	81,32	83,65	90,21	87,28	64,73	61,58	58,62	66,85	74,71	78,99	82,17
11	Pv	1308	1349	1466	1624	1824	1733	1861	1771	1633	1523	1460	1352
	Ps	1662	1716	1805	1831	2142	2675	3018	3018	2440	2037	1893	1700
	θ	14,61	15,10	15,90	16,12	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,80	16,64	14,96
	φ	78,72	78,61	81,23	88,68	85,16	64,80	61,65	58,69	66,93	74,77	77,16	79,56
12	Pv	1324	1359	1474	1622	1779	1735	1863	1773	1635	1527	1467	1366
	Ps	1740	1788	1868	1860	2142	2675	3018	3018	2440	2041	1946	1774
	θ	15,32	15,75	16,44	16,37	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,83	17,08	15,62
	φ	76,11	76,00	78,89	87,18	83,04	64,88	61,71	58,76	67,02	74,83	75,39	77,04
13	Pv	1340	1369	1482	1620	1733	1737	1865	1775	1637	1531	1474	1380
	Ps	1820	1863	1933	1890	2142	2675	3018	3018	2440	2044	2002	1850
	θ	16,03	16,39	16,97	16,61	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,85	17,52	16,28
	φ	73,59	73,49	76,63	85,71	80,92	64,96	61,78	58,83	67,10	74,89	73,66	74,60
14	Pv	1355	1379	1489	1618	1688	1739	1867	1777	1639	1535	1481	1394
	Ps	1904	1941	2001	1920	2142	2675	3018	3018	2440	2047	2058	1930
	θ	16,73	17,03	17,51	16,86	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,88	17,96	16,94
	φ	71,17	71,07	74,44	84,27	78,80	65,03	61,85	58,89	67,18	74,95	71,97	72,26
15	Pv	1371	1389	1497	1616	1642	1741	1869	1780	1641	1538	1488	1408
	Ps	1992	2021	2070	1950	2142	2675	3018	3018	2440	2051	2116	2012
	θ	17,44	17,68	18,05	17,11	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,91	18,40	17,61
	φ	68,83	68,74	72,32	82,85	76,68	65,11	61,91	58,96	67,26	75,01	70,33	69,99
16	Pv	1386	1400	1504	1613	1597	1744	1871	1782	1643	1542	1495	1423
	Ps	2082	2105	2141	1981	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2175	2098
	θ	18,15	18,32	18,59	17,36	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,85	18,27
	φ	66,58	66,50	70,28	81,46	74,56	65,18	61,98	59,03	67,35	75,07	68,73	67,80
	Pv	1402	1410	1512	1611	1552	1746	1873	1784	1645	1546	1502	1437



17	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

#### Legenda

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]

$M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia	$M_a$	40,17	$g/m^2$
Interfaccia		4	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	$g/m^2$
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a  $40,17 g/m^2$  (inferiore al limite di  $500,00 g/m^2$ ), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

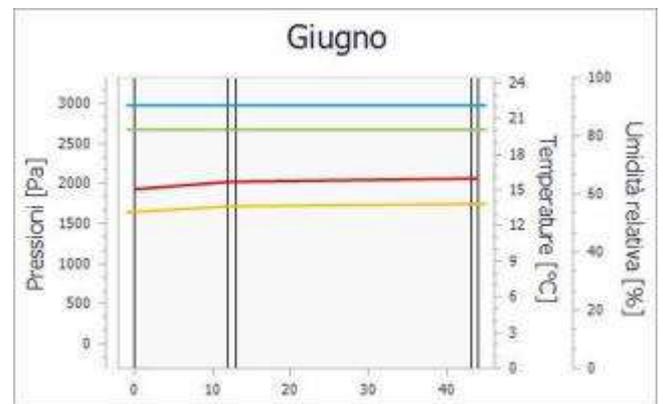
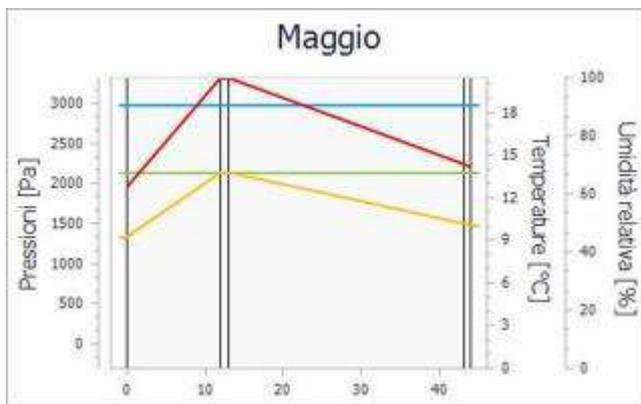
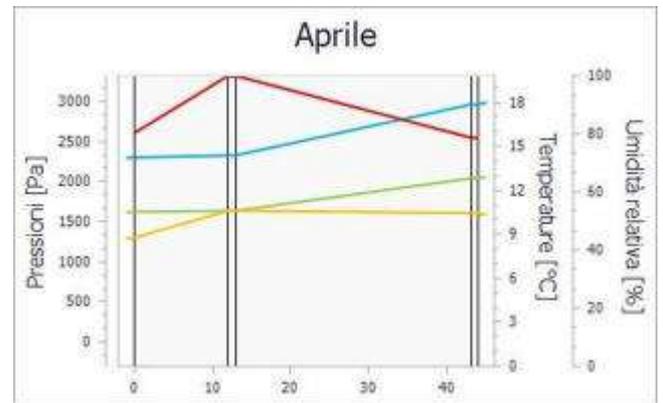
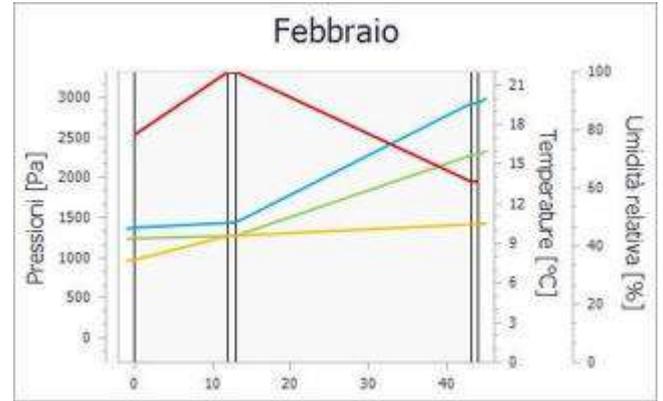
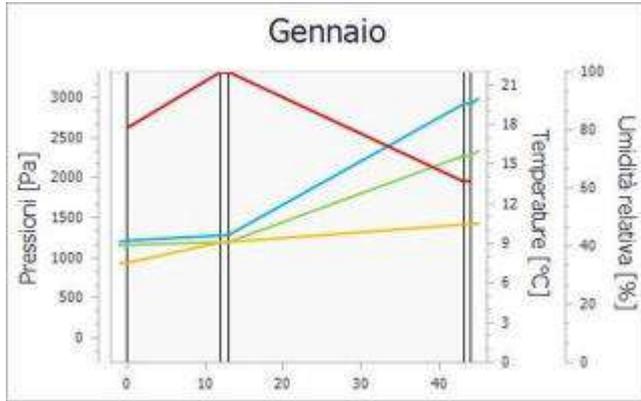
Legenda

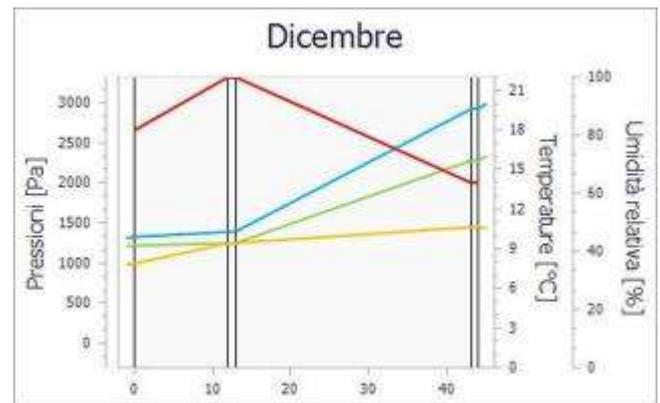
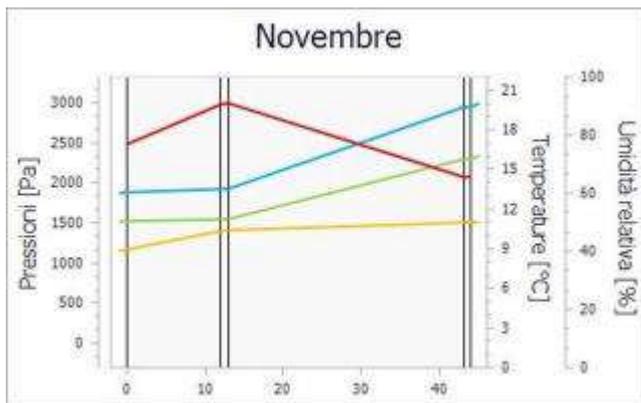
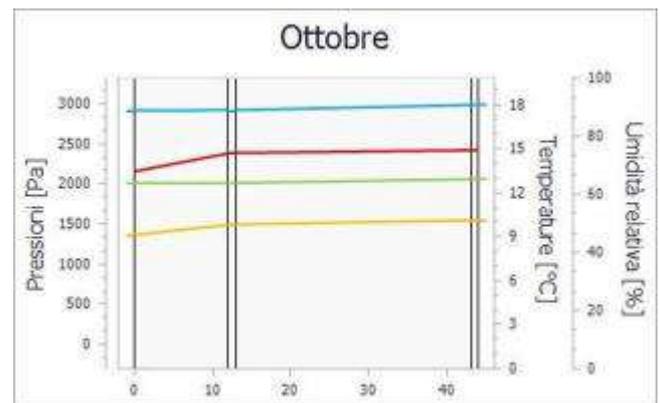
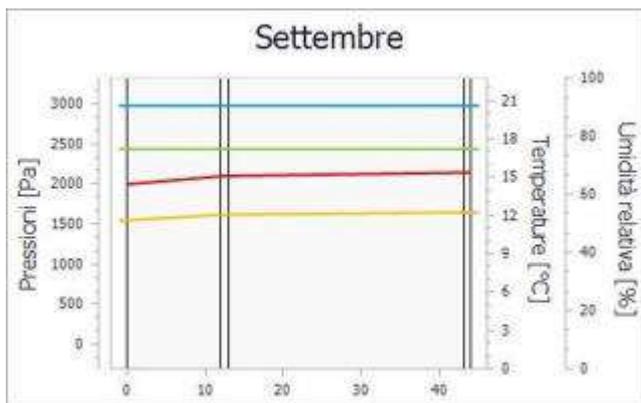
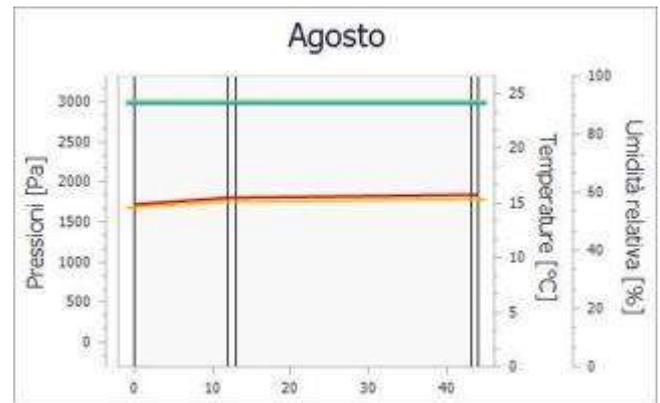
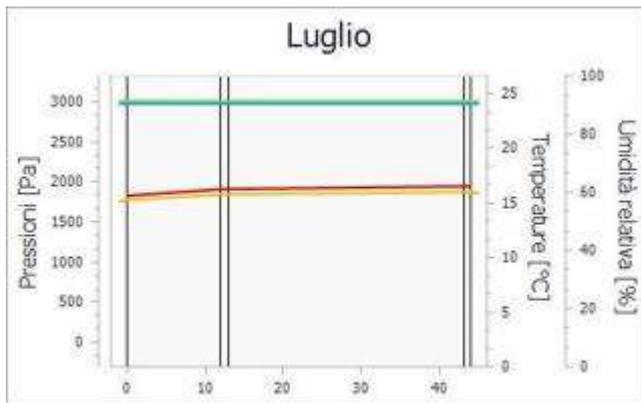
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





Tipologia: **Parete Esterna**

Confine: **Esterno**

Codice: **MUR01-EXISOLA**

Descrizione: **Muratura in THERMOTEK cm. 32,5**

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Intonaco interno generico	0,010	0,700	1400,00	1000,00	11	0,014
2	THERMOTEK® TERRA SARDA 30	0,300	0,091	800,00	840,00	10	3,297
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,015	0,900	1800,00	840,00	27	0,017
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,325</b>					<b>3,498</b>

#### Legenda

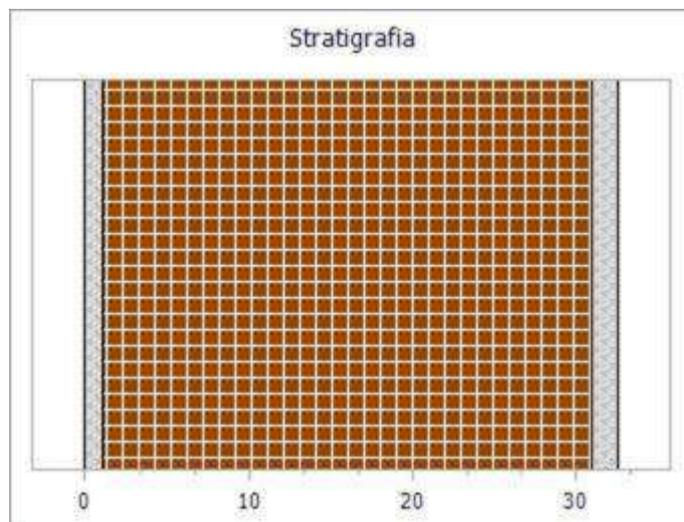
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

C Calore specifico del materiale  
R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	32,5	cm
Trasmittanza termica	U	0,286	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,498	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	281,00	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	238,28	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>IE</sub>	0,022	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	31,59	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	43,48	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,078	-
Sfasamento	$\varphi$	17,45	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	2,310	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	3,179	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	240,00	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:

Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) muffa:

Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

*Legenda simboli*

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

*Legenda pedici*

*i* - Interna  
*e* - Esterna  
*vap* - Vapore  
*sat* - Saturazione

*Legenda unità di misura*

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,963

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,963

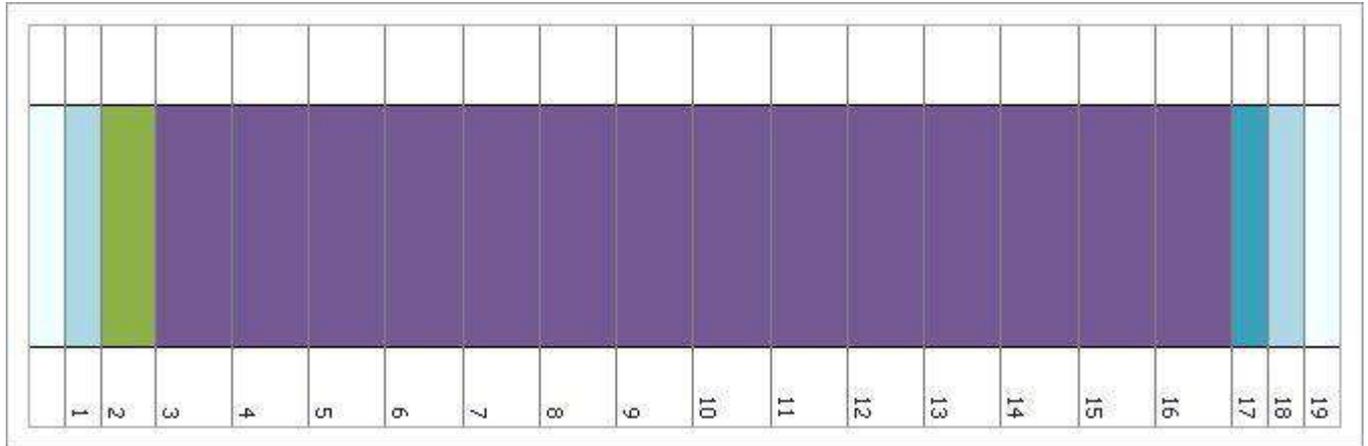
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

Verificato

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Malta di calce o di calce e cemento	-	0,040	-
3	Malta di calce o di calce e cemento - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [0]	1,5	0,017	0,41
4	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [0] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [1]	2,1	0,235	0,21
5	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [1] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [2]	2,1	0,235	0,21
6	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [2] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [3]	2,1	0,235	0,21
7	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [3] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [4]	2,1	0,235	0,21
8	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [4] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [5]	2,1	0,235	0,21
9	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [5] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [6]	2,1	0,235	0,21
10	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [6] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [7]	2,1	0,235	0,21
11	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [7] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [8]	2,1	0,235	0,21
12	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [8] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [9]	2,1	0,235	0,21
13	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [9] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [10]	2,1	0,235	0,21
14	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [10] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [11]	2,1	0,235	0,21
15	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [11] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [12]	2,1	0,235	0,21
16	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [12] - THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [13]	2,1	0,235	0,21
17	THERMOTEK® TERRA SARDA 30 [13] - Intonaco interno generico	2,1	0,235	0,21
18	Intonaco interno generico - Strato laminare interno	1,0	0,014	0,11
19	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	$\theta$	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	$\varphi$	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1165	1245	1383	1623	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1524	1220
	$\theta$	9,22	10,21	11,79	14,24	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,28	9,92
	$\varphi$	80,57	78,21	81,63	80,23	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,82	81,59
3	Pv	995	1026	1174	1337	1350	1660	1787	1698	1560	1388	1210	1049
	Ps	1169	1249	1387	1625	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1528	1224
	$\theta$	9,28	10,26	11,83	14,26	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,61	13,31	9,97
	$\varphi$	85,09	82,13	84,70	82,30	63,05	62,07	59,22	56,26	63,93	68,95	79,23	85,67
	Pv	1024	1053	1198	1356	1360	1666	1793	1704	1566	1399	1231	1077

4	P <sub>s</sub>	1228	1306	1439	1652	2142	2675	3018	3018	2440	2016	1574	1282
	θ	10,01	10,93	12,39	14,52	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,77	10,65
	φ	83,41	80,67	83,31	82,08	63,47	62,29	59,42	56,47	64,18	69,40	78,23	84,02
5	P <sub>v</sub>	1054	1081	1223	1375	1369	1672	1799	1710	1572	1410	1252	1105
	P <sub>s</sub>	1290	1365	1492	1680	2142	2675	3018	3018	2440	2019	1621	1342
	θ	10,74	11,59	12,95	14,77	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,66	14,23	11,34
6	φ	81,72	79,20	81,92	81,85	63,90	62,52	59,62	56,67	64,43	69,84	77,22	82,37
	P <sub>v</sub>	1084	1108	1247	1393	1378	1678	1806	1716	1578	1421	1273	1133
	P <sub>s</sub>	1354	1426	1548	1708	2142	2675	3018	3018	2440	2023	1670	1404
7	θ	11,48	12,26	13,51	15,03	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,69	14,68	12,03
	φ	80,03	77,72	80,54	81,60	64,32	62,75	59,82	56,87	64,68	70,28	76,21	80,72
	P <sub>v</sub>	1113	1136	1271	1412	1387	1685	1812	1723	1584	1433	1294	1162
8	P <sub>s</sub>	1422	1490	1605	1736	2142	2675	3018	3018	2440	2026	1720	1469
	θ	12,21	12,93	14,07	15,28	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,71	15,14	12,71
	φ	78,33	76,24	79,17	81,34	64,75	62,98	60,03	57,07	64,93	70,72	75,21	79,08
9	P <sub>v</sub>	1143	1163	1295	1431	1396	1691	1818	1729	1590	1444	1314	1190
	P <sub>s</sub>	1492	1556	1664	1765	2142	2675	3018	3018	2440	2029	1771	1536
	θ	12,95	13,59	14,63	15,54	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,74	15,60	13,40
10	φ	76,64	74,76	77,80	81,07	65,18	63,21	60,23	57,27	65,18	71,15	74,21	77,44
	P <sub>v</sub>	1173	1191	1319	1449	1405	1697	1824	1735	1597	1455	1335	1218
	P <sub>s</sub>	1565	1625	1725	1794	2142	2675	3018	3018	2440	2033	1824	1607
11	θ	13,68	14,26	15,19	15,80	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,77	16,06	14,09
	φ	74,95	73,29	76,45	80,80	65,60	63,43	60,43	57,48	65,43	71,59	73,21	75,81
	P <sub>v</sub>	1203	1218	1343	1468	1414	1703	1830	1741	1603	1467	1356	1246
12	P <sub>s</sub>	1641	1696	1788	1823	2142	2675	3018	3018	2440	2036	1878	1680
	θ	14,41	14,93	15,75	16,05	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,79	16,51	14,77
	φ	73,28	71,82	75,10	80,51	66,03	63,66	60,63	57,68	65,68	72,02	72,21	74,20
13	P <sub>v</sub>	1232	1246	1367	1487	1423	1709	1836	1747	1609	1478	1377	1274
	P <sub>s</sub>	1721	1771	1853	1853	2142	2675	3018	3018	2440	2040	1933	1755
	θ	15,15	15,59	16,30	16,31	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,82	16,97	15,46
14	φ	71,62	70,37	73,77	80,21	66,45	63,89	60,83	57,88	65,93	72,45	71,22	72,60
	P <sub>v</sub>	1262	1273	1391	1505	1433	1715	1842	1753	1615	1489	1398	1303
	P <sub>s</sub>	1804	1848	1920	1884	2142	2675	3018	3018	2440	2043	1990	1834
15	θ	15,88	16,26	16,86	16,56	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,85	17,43	16,15
	φ	69,97	68,92	72,45	79,91	66,88	64,12	61,04	58,08	66,18	72,88	70,23	71,01
	P <sub>v</sub>	1292	1301	1415	1524	1442	1721	1848	1759	1621	1500	1418	1331
16	P <sub>s</sub>	1890	1928	1989	1915	2142	2675	3018	3018	2440	2047	2048	1916
	θ	16,61	16,93	17,42	16,82	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,88	17,89	16,83
	φ	68,34	67,49	71,14	79,59	67,31	64,35	61,24	58,28	66,43	73,31	69,25	69,45
17	P <sub>v</sub>	1321	1328	1439	1543	1451	1727	1854	1765	1627	1512	1439	1359
	P <sub>s</sub>	1980	2011	2060	1946	2142	2675	3018	3018	2440	2050	2108	2001
	θ	17,35	17,59	17,98	17,08	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,90	18,35	17,52
18	φ	66,74	66,08	69,84	79,27	67,73	64,57	61,44	58,49	66,68	73,74	68,27	67,90
	P <sub>v</sub>	1351	1356	1463	1561	1460	1733	1860	1771	1633	1523	1460	1387
	P <sub>s</sub>	2074	2097	2134	1978	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2169	2090
19	θ	18,08	18,26	18,54	17,33	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,80	18,21
	φ	65,15	64,67	68,57	78,94	68,16	64,80	61,64	58,69	66,93	74,16	67,30	66,38
	P <sub>v</sub>	1381	1383	1487	1580	1469	1739	1867	1777	1639	1534	1481	1415
20	P <sub>s</sub>	2171	2186	2210	2010	2142	2675	3018	3018	2440	2057	2232	2181
	θ	18,82	18,93	19,10	17,59	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,96	19,26	18,89
	φ	63,59	63,29	67,30	78,60	68,59	65,03	61,84	58,89	67,18	74,58	66,34	64,87
21	P <sub>v</sub>	1410	1411	1511	1599	1478	1745	1873	1784	1645	1546	1502	1443
	P <sub>s</sub>	2273	2279	2288	2043	2142	2675	3018	3018	2440	2061	2297	2277
	θ	19,55	19,59	19,66	17,84	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,98	19,72	19,58

	$\varphi$	62,06	61,93	66,05	78,26	69,01	65,26	62,05	59,09	67,43	75,01	65,39	63,40
<b>18</b>	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2279	2284	2293	2045	2142	2675	3018	3018	2440	2061	2301	2283
	$\theta$	19,59	19,63	19,69	17,86	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,99	19,75	19,62
	$\varphi$	62,55	62,39	66,45	78,65	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,28	65,74	63,87
<b>19</b>	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2337	2337	2337	2063	2142	2675	3018	3018	2440	2063	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	18,00	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	18,00	20,00	20,00
	$\varphi$	61,00	60,98	65,20	77,96	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,21	64,72	62,38

**Legenda**

Int. Numero interfaccia  
 $P_v$  Pressione di vapore [Pa]  
 $\varphi$  Umidità relativa [%]

$\theta$  Temperatura [°C]  
 $P_s$  Pressione di saturazione [Pa]

ESITO VERIFICA: **Verificato**

La struttura non presenta condensa interstiziale

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

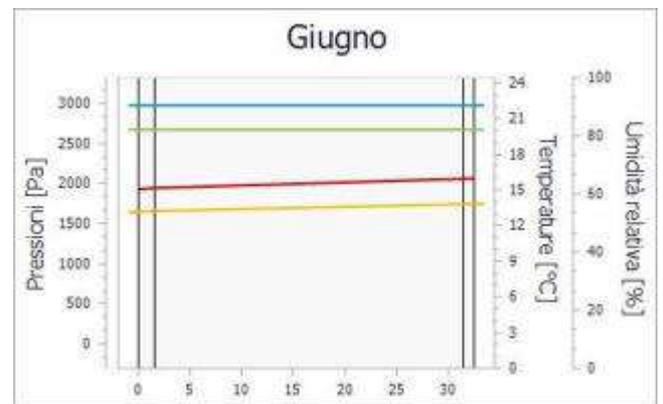
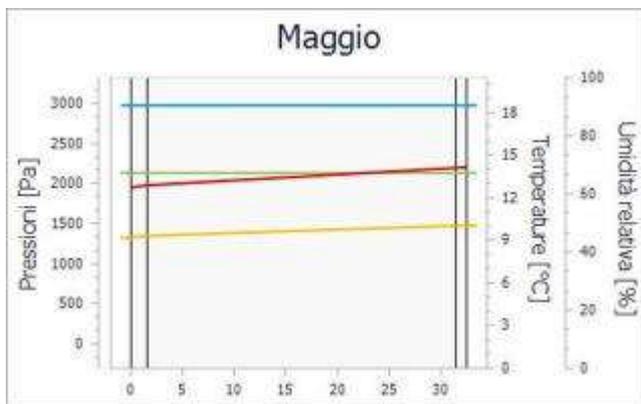
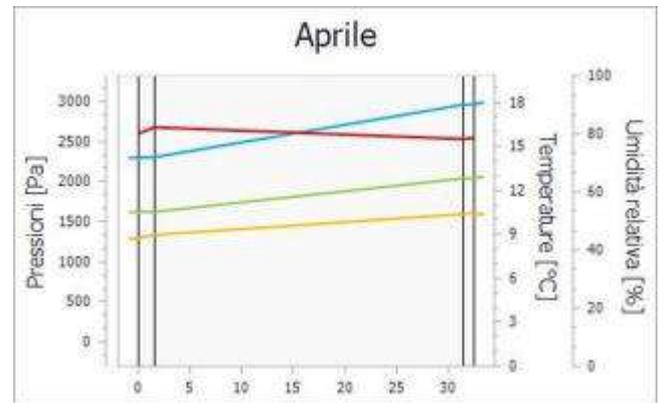
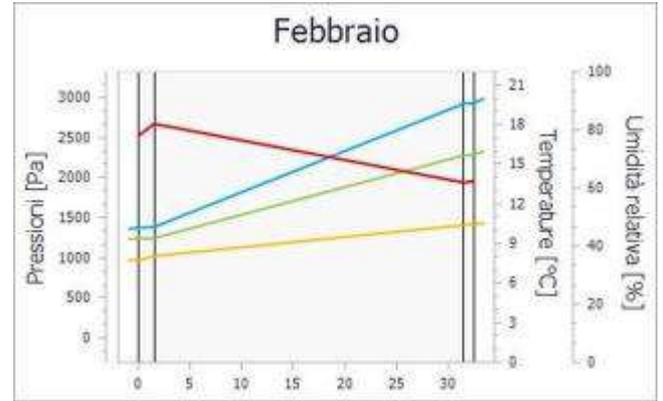
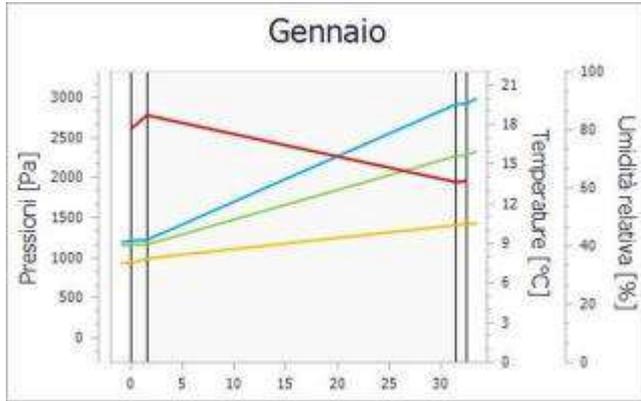
Legenda

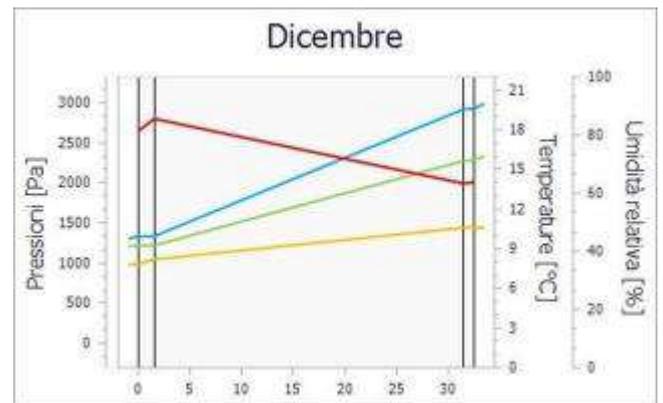
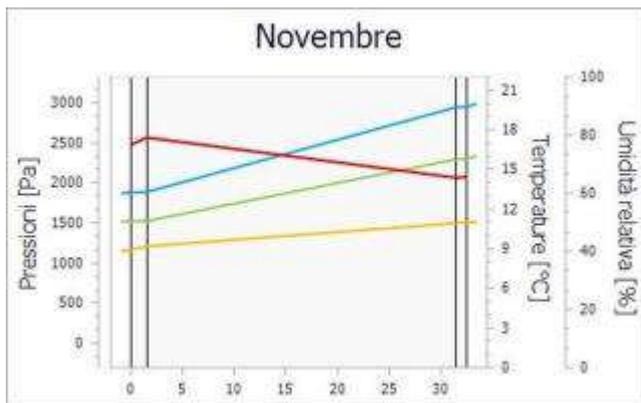
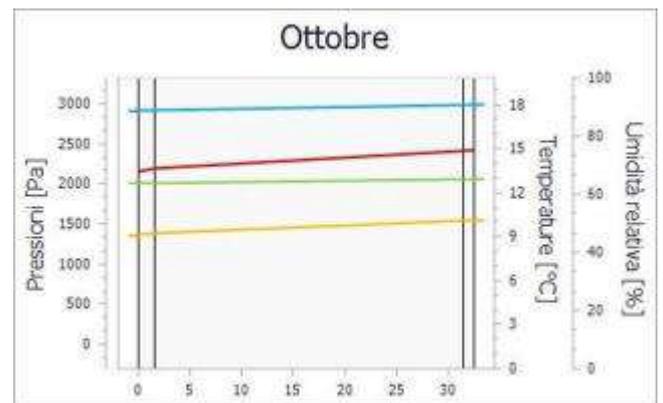
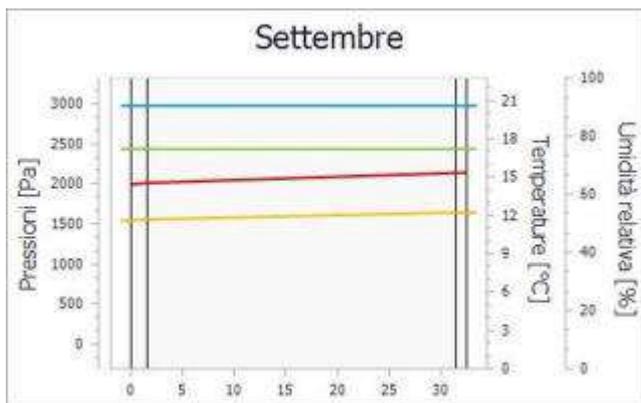
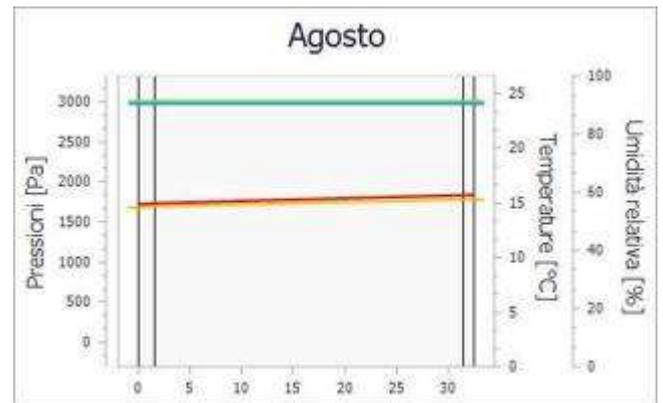
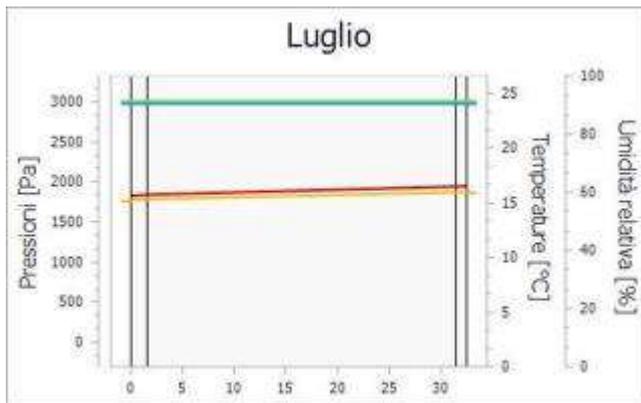
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





## Componenti opachi orizzontali o inclinati

Tipologia: Solaio Esterno Confine: Esterno  
 Codice: COP-LATCEM-COVERPIU' Descrizione: Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù

### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,100
1	Intonaco di calce e sabbia	0,010	0,800	1600,00	1000,00	6	0,013
2	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm)	0,160	-	900,00	1000,00	100	0,300
3	Calcestruzzo armato generico	0,040	-	2400,00	1000,00	130	0,330
4	polistirene espanso sinterizzato con Grafite	0,100	0,032	88,70	1450,00	40	3,125
5	Acciaio	0,005	52,000	7800,00	500,00	1000000	0,000
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,315</b>					<b>3,908</b>

#### Legenda

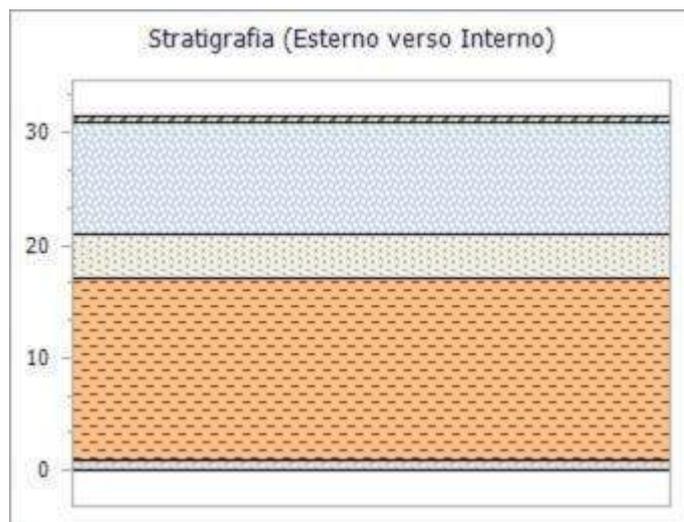
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

C Calore specifico del materiale  
 R Resistenza termica degli strati

### Parametri termici

Spessore	s	31,5	cm
Trasmittanza termica	U	0,256	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	3,908	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	303,87	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	288,36	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>I,E</sub>	0,038	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	59,80	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	24,07	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,149	-
Sfasamento	$\varphi$	12,38	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	4,318	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	1,743	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	287,87	kg/m <sup>2</sup>



### Parametri di verifica

Metodo di calcolo  
 Classe di concentrazione:  
 $\varphi$  muffa:  
 $\varphi$  condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno  
 Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata  
 0,80 [-]  
 1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	7,10	81,11	818	1008	20,00	58,87	1376	2337
Febbraio	8,10	78,67	849	1080	20,00	58,70	1372	2337
Marzo	9,70	82,00	986	1203	20,00	62,13	1452	2337
Aprile	12,20	80,32	1141	1420	18,00	73,58	1518	2063
Maggio	16,60	62,14	1173	1888	18,00	67,58	1394	2063
Giugno	20,20	61,54	1456	2366	20,20	65,77	1556	2366
Luglio	22,20	58,74	1571	2675	22,20	62,48	1671	2675
Agosto	22,20	55,80	1493	2675	22,20	59,54	1593	2675
Settembre	18,70	63,36	1366	2155	18,70	70,14	1512	2155
Ottobre	15,60	67,81	1201	1771	18,00	70,65	1457	2063
Novembre	11,20	77,08	1025	1330	20,00	61,50	1437	2337
Dicembre	7,80	82,08	868	1058	20,00	59,96	1401	2337

*Legenda simboli*

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

*Legenda pedici*

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

*Legenda unità di misura*

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1720	1715	1815	1897	1742	1945	2089	1991	1890	1822	1797	1752
$\theta_{si,min}$	°C	15,14	15,09	15,98	16,68	15,34	17,07	18,20	17,43	16,61	16,04	15,82	15,42
$f_{R,si,min}$	[-]	0,623	0,588	0,610	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,525	0,625

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,625

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,974

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1376	1372	1452	1518	1394	1556	1671	1593	1512	1457	1437	1401
$\theta_{si,min}$	°C	11,72	11,67	12,53	13,21	11,91	13,59	14,69	13,95	13,15	12,59	12,38	11,99
$f_{R,si,min}$	[-]	0,358	0,300	0,275	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,134	0,344

*Legenda*

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,358

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,974

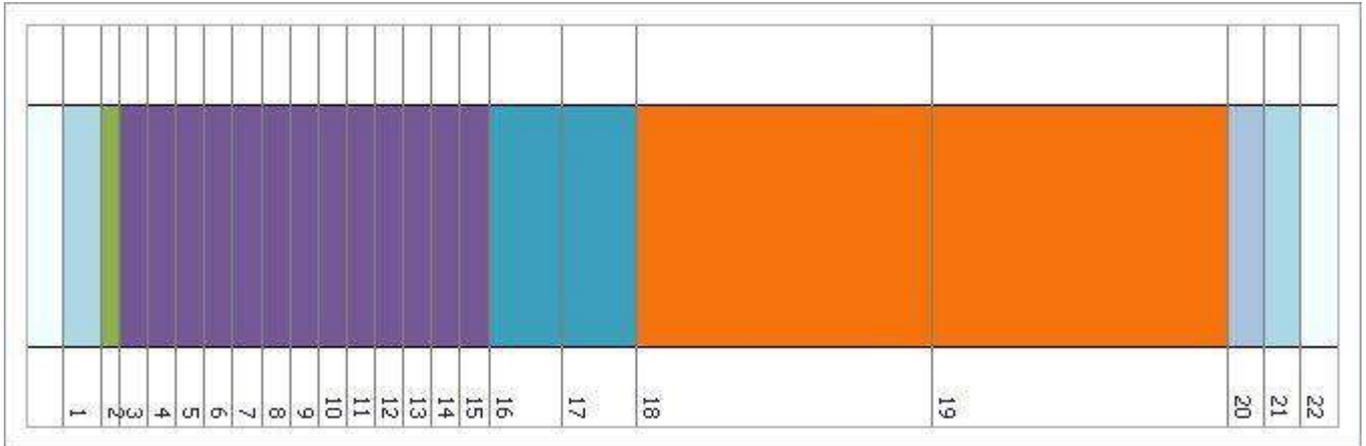
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Acciaio	-	0,040	-
3	Acciaio - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [0]	0,5	0,000	5000,00
4	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [0] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [1]	0,8	0,240	0,31
5	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [1] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [2]	0,8	0,240	0,31
6	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [2] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [3]	0,8	0,240	0,31
7	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [3] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [4]	0,8	0,240	0,31
8	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [4] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [5]	0,8	0,240	0,31
9	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [5] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [6]	0,8	0,240	0,31
10	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [6] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [7]	0,8	0,240	0,31
11	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [7] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [8]	0,8	0,240	0,31
12	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [8] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [9]	0,8	0,240	0,31
13	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [9] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [10]	0,8	0,240	0,31
14	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [10] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [11]	0,8	0,240	0,31
15	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [11] - polistirene espanso sinterizzato con Grafite [12]	0,8	0,240	0,31
16	polistirene espanso sinterizzato con Grafite [12] - Calcestruzzo armato generico [0]	0,8	0,240	0,31
17	Calcestruzzo armato generico [0] - Calcestruzzo armato generico [1]	2,0	0,165	2,60
18	Calcestruzzo armato generico [1] - Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [0]	2,0	0,165	2,60
19	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [0] - Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [1]	8,0	0,150	8,00
20	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) (16 cm) [1] - Intonaco di calce e sabbia	8,0	0,150	8,00
21	Intonaco di calce e sabbia - Strato laminare interno	1,0	0,013	0,06
22	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,100	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	818	849	986	1141	1173	1456	1571	1493	1366	1201	1025	868
	Ps	1008	1080	1203	1420	1888	2366	2675	2675	2155	1771	1330	1058
	θ	7,10	8,10	9,70	12,20	16,60	20,20	22,20	22,20	18,70	15,60	11,20	7,80
	φ	81,11	78,67	82,00	80,32	62,14	61,54	58,74	55,80	63,36	67,81	77,08	82,08
2	Pv	818	849	986	1141	1173	1456	1571	1493	1366	1201	1025	868
	Ps	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	2675	2155	1774	1338	1067
	θ	7,23	8,22	9,81	12,26	16,61	20,20	22,20	22,20	18,70	15,62	11,29	7,92
	φ	80,38	78,02	81,42	80,01	62,08	61,54	58,74	55,80	63,36	67,70	76,62	81,38
3	Pv	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	1592	1511	1456	1338	1067
	Ps	1017	1089	1211	1426	1890	2366	2675	2675	2155	1774	1338	1067
	θ	7,23	8,22	9,81	12,26	16,61	20,20	22,20	22,20	18,70	15,62	11,29	7,93
	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	59,52	70,11	82,07	100,00
4	Pv	1022	1092	1214	1427	1884	2356	2663	1592	1511	1456	1339	1071
	Ps	1074	1144	1264	1460	1900	2366	2675	2675	2155	1791	1386	1123
	θ	8,03	8,95	10,44	12,62	16,70	20,20	22,20	22,20	18,70	15,77	11,83	8,68
	φ	95,13	95,46	96,08	97,76	99,14	99,58	99,54	59,52	70,11	81,30	96,57	95,39
5	Pv	1026	1095	1217	1428	1878	2346	2650	1592	1511	1456	1340	1075
	Ps	1134	1202	1318	1494	1911	2366	2675	2675	2155	1808	1437	1181
	θ	8,82	9,69	11,07	12,97	16,79	20,20	22,20	22,20	18,70	15,92	12,37	9,43
	φ	90,53	91,15	92,33	95,58	98,28	99,17	99,09	59,52	70,11	80,54	93,27	91,02
6	Pv	1031	1099	1220	1429	1872	2336	2638	1592	1511	1456	1341	1079
	Ps	1196	1262	1375	1530	1921	2366	2675	2675	2155	1825	1489	1242
	θ	9,61	10,42	11,71	13,33	16,87	20,20	22,20	22,20	18,70	16,07	12,91	10,18
	φ	86,17	87,07	88,75	93,45	97,43	98,75	98,63	59,52	70,11	79,78	90,10	86,88
7	Pv	1035	1102	1223	1430	1866	2327	2626	1592	1511	1456	1342	1083
	Ps	1261	1325	1434	1566	1932	2366	2675	2675	2155	1842	1542	1306
	θ	10,41	11,15	12,34	13,69	16,96	20,20	22,20	22,20	18,70	16,22	13,46	10,93
	φ	82,06	83,18	85,32	91,37	96,59	98,33	98,17	59,52	70,11	79,03	87,05	82,95
8	Pv	1039	1106	1226	1432	1860	2317	2614	1592	1511	1456	1344	1087
	Ps	1330	1391	1494	1602	1942	2366	2675	2675	2155	1860	1597	1372
	θ	11,20	11,88	12,97	14,04	17,04	20,20	22,20	22,20	18,70	16,36	14,00	11,68
	φ	78,16	79,50	82,04	89,35	95,75	97,92	97,71	59,52	70,11	78,30	84,11	79,22
9	Pv	1044	1109	1229	1433	1854	2307	2601	1592	1511	1456	1345	1091
	Ps	1401	1460	1557	1640	1953	2366	2675	2675	2155	1877	1654	1442
	θ	11,99	12,61	13,61	14,40	17,13	20,20	22,20	22,20	18,70	16,51	14,54	12,43
	φ	74,48	75,99	78,91	87,37	94,92	97,50	97,26	59,52	70,11	77,56	81,29	75,68
10	Pv	1048	1113	1232	1434	1848	2297	2589	1592	1511	1456	1346	1095
	Ps	1476	1531	1623	1678	1963	2366	2675	2675	2155	1895	1713	1515
	θ	12,79	13,35	14,24	14,76	17,22	20,20	22,20	22,20	18,70	16,66	15,08	13,18
	φ	70,99	72,67	75,91	85,45	94,10	97,08	96,80	59,52	70,11	76,84	78,57	72,32
11	Pv	1052	1116	1235	1435	1842	2287	2577	1592	1511	1456	1347	1099
	Ps	1555	1606	1691	1717	1974	2366	2675	2675	2155	1913	1774	1590
	θ	13,58	14,08	14,87	15,11	17,30	20,20	22,20	22,20	18,70	16,81	15,62	13,93
	φ	67,68	69,50	73,04	83,57	93,28	96,66	96,34	59,52	70,11	76,12	75,95	69,12
12	Pv	1057	1120	1238	1436	1835	2277	2565	1592	1511	1456	1348	1103
	Ps	1637	1684	1761	1757	1985	2366	2675	2675	2155	1931	1836	1670
	θ	14,37	14,81	15,51	15,47	17,39	20,20	22,20	22,20	18,70	16,95	16,16	14,68
	φ	64,55	66,49	70,29	81,74	92,47	96,25	95,89	59,52	70,11	75,42	73,44	66,09
13	Pv	1061	1123	1241	1437	1829	2267	2553	1592	1511	1456	1350	1108
	Ps	1723	1765	1834	1797	1996	2366	2675	2675	2155	1949	1901	1752
	θ	15,17	15,54	16,14	15,83	17,48	20,20	22,20	22,20	18,70	17,10	16,70	15,43
	φ	61,58	63,63	67,66	79,96	91,66	95,83	95,43	59,52	70,11	74,71	71,01	63,21



7	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Legenda**

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]

$M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia

$M_a$

29,00

$g/m^2$

Interfaccia		3	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	g/m <sup>2</sup>
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a 29,00 g/m<sup>2</sup> (inferiore al limite di 500,00 g/m<sup>2</sup>), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

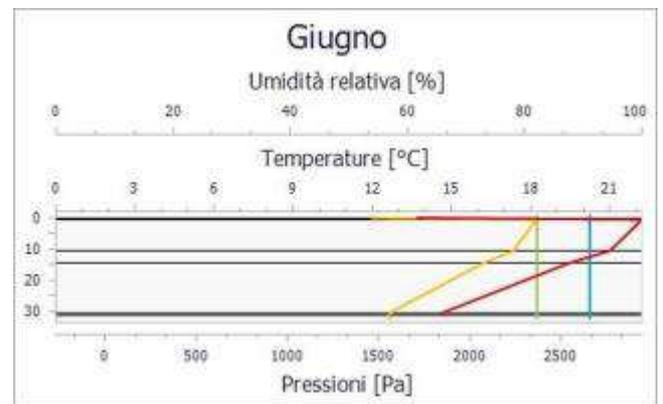
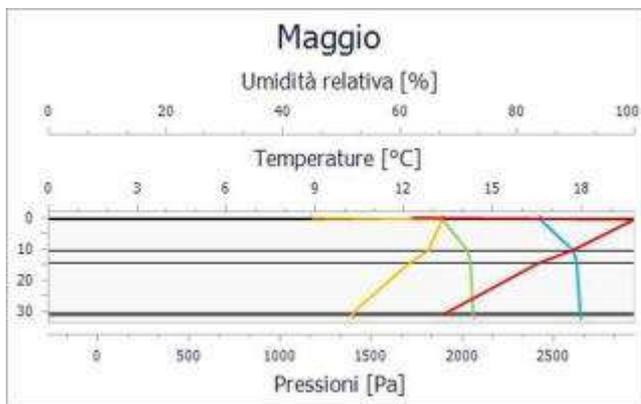
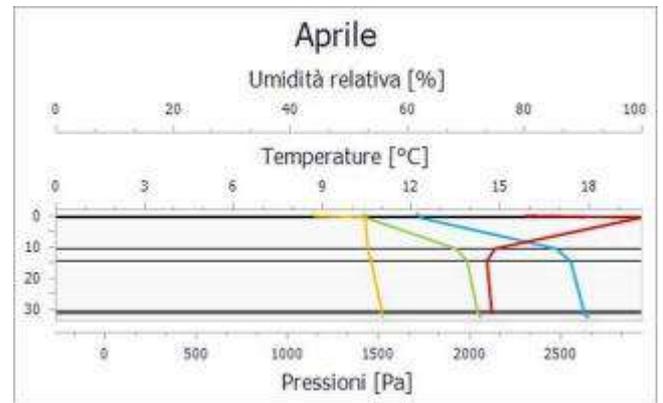
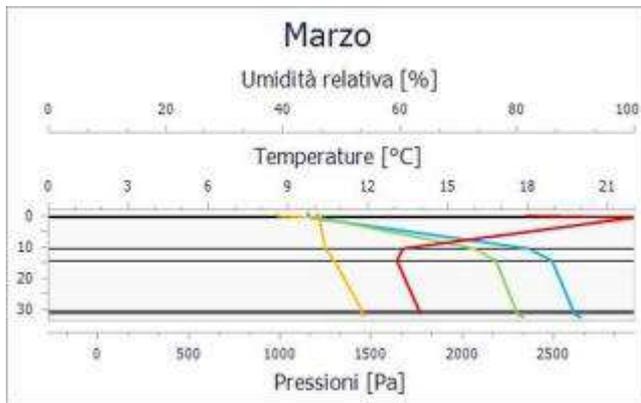
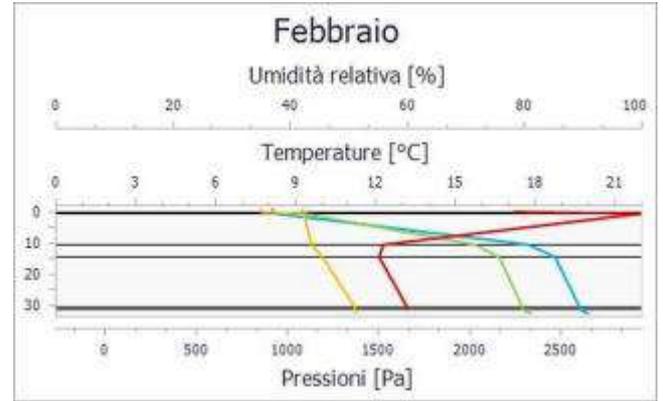
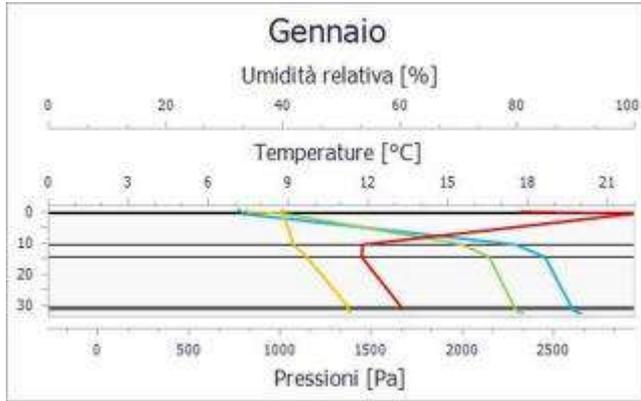
Legenda

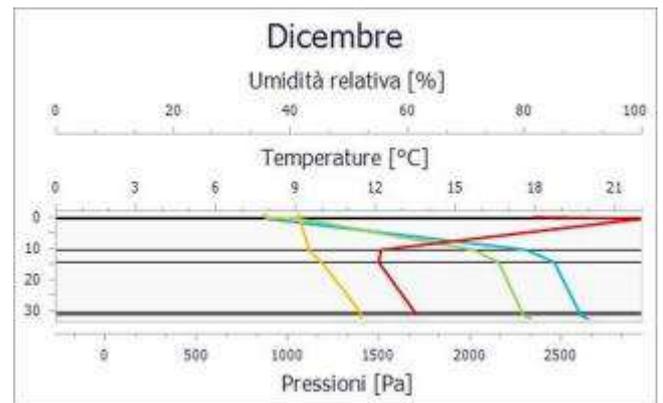
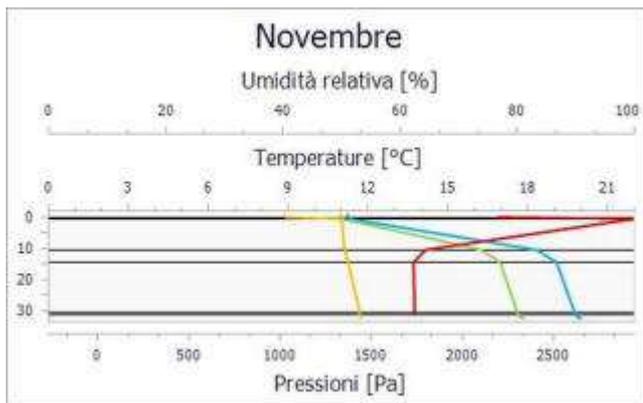
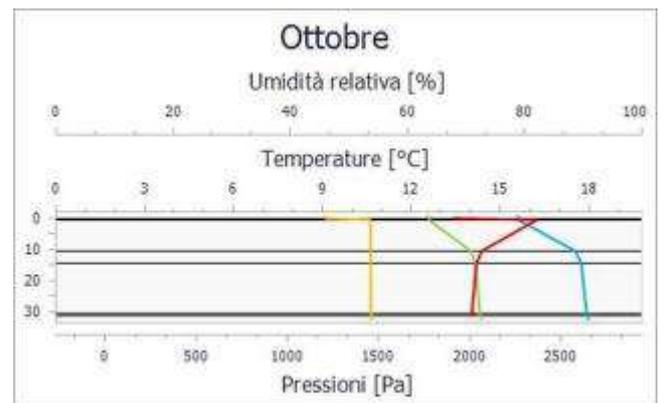
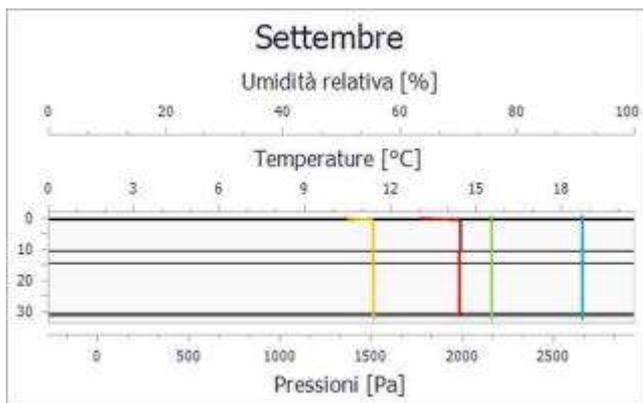
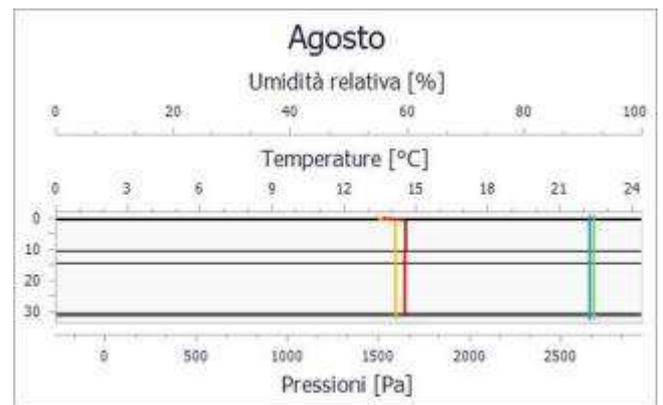
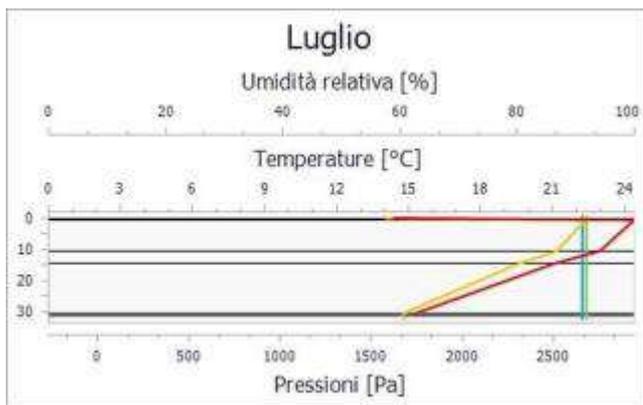
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





**Tipologia:** Pavimento Esterno      **Confine:** Esterno  
**Codice:** PAV-VS-TERRA-EXISOLA      **Descrizione:** Pavimento su terreno cm. 70

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,170
1	Pavimentazione interna - gres	0,010	1,470	1700,00	1000,00	200	0,007
2	Sottofondo in cls - malta di cemento	0,050	1,400	2000,00	1000,00	60	0,036
3	Massetto isolante termico di politerm	0,150	0,067	265,00	1400,00	12	2,239
4	Calcestruzzo armato (getto)	0,040	1,910	2400,00	1000,00	130	0,021
5	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.)	0,350	-	1,30	1000,00	1	0,090
6	C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	0,100	1,310	2000,00	880,00	60	0,076
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,700</b>					<b>2,679</b>

#### Legenda

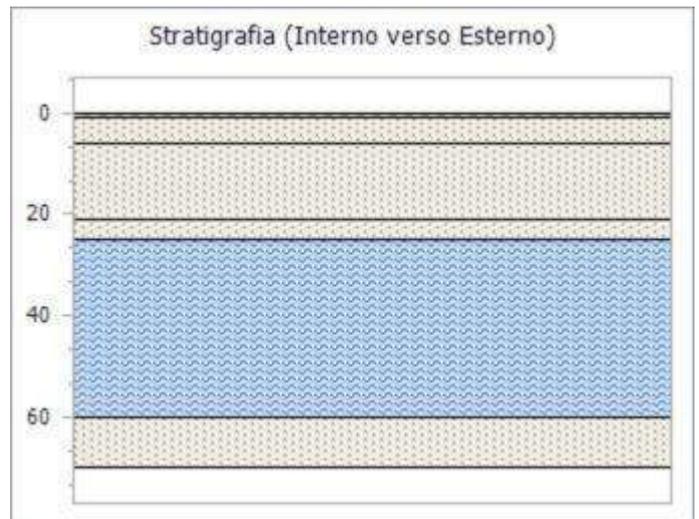
*s* Spessore dello strato  
 *$\rho$*  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

*c* Calore specifico del materiale  
*R* Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	70	cm
Trasmittanza termica	U	0,373	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	2,679	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	453,21	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	445,11	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>IE</sub>	0,054	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	61,77	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	128,95	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,146	-
Sfasamento	$\varphi$	15,15	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	4,478	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	9,373	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	453,21	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

**Metodo di calcolo**  
**Classe di concentrazione:**  
 $\varphi$  muffa:  
 $\varphi$  condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno  
 Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata  
 0,80 [-]  
 1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,10	81,25	939	1155	20,00	61,00	1426	2337
Febbraio	10,10	78,81	974	1236	20,00	60,98	1425	2337
Marzo	11,70	82,15	1129	1374	20,00	65,20	1524	2337
Aprile	14,20	80,45	1302	1619	18,00	77,96	1608	2063
Maggio	18,60	62,24	1333	2142	18,60	69,23	1483	2142
Giugno	22,20	61,64	1649	2675	22,20	65,37	1749	2675
Luglio	24,20	58,84	1776	3018	24,20	62,15	1876	3018
Agosto	24,20	55,88	1687	3018	24,20	59,20	1787	3018
Settembre	20,70	63,46	1548	2440	20,70	67,56	1648	2440
Ottobre	17,60	67,92	1366	2012	18,00	75,21	1551	2063
Novembre	13,20	77,21	1171	1517	20,00	64,72	1512	2337
Dicembre	9,80	82,23	996	1211	20,00	62,38	1458	2337

### Legenda simboli

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

### Legenda pedici

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

### Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1782	1781	1904	2010	1854	2186	2345	2233	2061	1939	1890	1822
$\theta_{si,min}$	°C	15,69	15,69	16,74	17,59	16,31	18,92	20,05	19,27	17,98	17,02	16,62	16,04
$f_{R,si,min}$	[-]	0,605	0,564	0,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,503	0,612

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Dicembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,612

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,937

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
$\theta_{si,min}$	°C	12,26	12,25	13,27	14,10	12,86	15,40	16,50	15,73	14,48	13,55	13,16	12,60
$f_{R,si,min}$	[-]	0,289	0,217	0,189	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,006	0,274

### Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,289

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,937

Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne	-	0,040	-
3	C.l.s. di sabbia e ghiaia pareti esterne - Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.)	10,0	0,076	6,00
4	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.) - Calcestruzzo armato (getto)	35,0	0,090	0,35
5	Calcestruzzo armato (getto) - Massetto isolante termico di politerm [0]	4,0	0,021	5,20
6	Massetto isolante termico di politerm [0] - Massetto isolante termico di politerm [1]	1,7	0,249	0,19
7	Massetto isolante termico di politerm [1] - Massetto isolante termico di politerm [2]	1,7	0,249	0,19
8	Massetto isolante termico di politerm [2] - Massetto isolante termico di politerm [3]	1,7	0,249	0,19
9	Massetto isolante termico di politerm [3] - Massetto isolante termico di politerm [4]	1,7	0,249	0,19
10	Massetto isolante termico di politerm [4] - Massetto isolante termico di politerm [5]	1,7	0,249	0,19
11	Massetto isolante termico di politerm [5] - Massetto isolante termico di politerm [6]	1,7	0,249	0,19
12	Massetto isolante termico di politerm [6] - Massetto isolante termico di politerm [7]	1,7	0,249	0,19
13	Massetto isolante termico di politerm [7] - Massetto isolante termico di politerm [8]	1,7	0,249	0,19
14	Massetto isolante termico di politerm [8] - Sottofondo in cls - malta di cemento	1,7	0,249	0,19
15	Sottofondo in cls - malta di cemento - Pavimentazione interna - gres	5,0	0,036	3,00
16	Pavimentazione interna - gres - Strato laminare interno	1,0	0,007	2,00
17	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,170	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1155	1236	1374	1619	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1517	1211
	$\theta$	9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80
	$\varphi$	81,25	78,81	82,15	80,45	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,92	77,21	82,23
2	Pv	939	974	1129	1302	1333	1649	1776	1687	1548	1366	1171	996
	Ps	1168	1248	1386	1625	2142	2675	3018	3018	2440	2012	1527	1223
	$\theta$	9,26	10,25	11,82	14,26	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,61	13,30	9,95

	φ	80,36	78,03	81,48	80,16	62,24	61,64	58,84	55,88	63,46	67,90	76,70	81,39
3	Pv	1099	1122	1259	1403	1382	1681	1809	1719	1581	1427	1283	1147
	Ps	1193	1272	1407	1636	2142	2675	3018	3018	2440	2014	1546	1247
	θ	9,57	10,53	12,06	14,37	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,62	13,50	10,24
	φ	92,11	88,23	89,42	85,74	64,54	62,86	59,92	56,97	64,80	70,87	82,99	91,98
4	Pv	1108	1131	1266	1408	1385	1683	1811	1721	1583	1431	1290	1156
	Ps	1222	1300	1433	1650	2142	2675	3018	3018	2440	2015	1569	1276
	θ	9,94	10,86	12,34	14,49	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,72	10,59
	φ	90,63	86,96	88,32	85,39	64,67	62,93	59,99	57,03	64,88	70,98	82,18	90,60
5	Pv	1229	1307	1378	1496	1428	1712	1839	1750	1612	1483	1387	1283
	Ps	1229	1307	1440	1653	2142	2675	3018	3018	2440	2016	1575	1283
	θ	10,02	10,94	12,40	14,52	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,63	13,78	10,67
	φ	100,00	100,00	95,75	90,49	66,66	64,00	60,93	57,98	66,05	73,58	88,06	100,00
6	Pv	1235	1310	1383	1499	1429	1713	1840	1751	1613	1485	1390	1288
	Ps	1315	1389	1514	1691	2142	2675	3018	3018	2440	2021	1641	1366
	θ	11,04	11,86	13,18	14,88	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,67	14,41	11,61
	φ	93,89	94,33	91,30	88,64	66,73	64,04	60,96	58,01	66,09	73,51	84,75	94,27
7	Pv	1241	1314	1387	1502	1431	1714	1841	1752	1614	1487	1394	1293
	Ps	1406	1475	1592	1730	2142	2675	3018	3018	2440	2025	1709	1454
	θ	12,05	12,78	13,95	15,23	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,71	15,04	12,56
	φ	88,21	89,03	87,09	86,84	66,80	64,08	61,00	58,05	66,13	73,43	81,57	88,91
8	Pv	1246	1317	1391	1505	1432	1715	1842	1753	1615	1489	1397	1298
	Ps	1503	1567	1674	1769	2142	2675	3018	3018	2440	2030	1779	1547
	θ	13,06	13,70	14,72	15,58	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,75	15,67	13,51
	φ	82,91	84,06	83,10	85,07	66,88	64,12	61,03	58,08	66,18	73,35	78,53	83,89
9	Pv	1252	1320	1395	1508	1434	1716	1843	1754	1616	1491	1401	1303
	Ps	1605	1663	1759	1810	2142	2675	3018	3018	2440	2035	1853	1645
	θ	14,07	14,62	15,49	15,93	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,78	16,30	14,45
	φ	77,97	79,40	79,32	83,35	66,95	64,15	61,07	58,12	66,22	73,28	75,62	79,19
10	Pv	1257	1324	1399	1512	1436	1717	1844	1755	1617	1493	1405	1308
	Ps	1714	1764	1847	1851	2142	2675	3018	3018	2440	2040	1929	1749
	θ	15,09	15,54	16,26	16,29	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,82	16,93	15,40
	φ	73,36	75,03	75,73	81,67	67,02	64,19	61,10	58,15	66,26	73,20	72,83	74,79
11	Pv	1263	1327	1403	1515	1437	1718	1845	1756	1618	1495	1408	1313
	Ps	1829	1871	1940	1893	2142	2675	3018	3018	2440	2044	2007	1858
	θ	16,10	16,46	17,03	16,64	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,86	17,57	16,35
	φ	69,06	70,93	72,32	80,02	67,10	64,23	61,14	58,19	66,31	73,13	70,16	70,66
12	Pv	1269	1330	1407	1518	1439	1719	1846	1757	1619	1497	1412	1318
	Ps	1950	1983	2037	1936	2142	2675	3018	3018	2440	2049	2089	1973
	θ	17,11	17,38	17,80	16,99	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,89	18,20	17,30
	φ	65,04	67,08	69,09	78,42	67,17	64,27	61,17	58,22	66,35	73,05	67,60	66,79
13	Pv	1274	1334	1411	1521	1440	1720	1847	1758	1620	1499	1415	1323
	Ps	2079	2101	2138	1979	2142	2675	3018	3018	2440	2054	2173	2095
	θ	18,12	18,30	18,57	17,35	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,93	18,83	18,24
	φ	61,29	63,47	66,02	76,85	67,24	64,31	61,21	58,25	66,39	72,97	65,14	63,16
14	Pv	1280	1337	1416	1524	1442	1721	1848	1759	1621	1501	1419	1328
	Ps	2215	2226	2243	2024	2142	2675	3018	3018	2440	2059	2260	2222
	θ	19,14	19,21	19,34	17,70	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,46	19,19
	φ	57,78	60,08	63,10	75,31	67,32	64,35	61,24	58,29	66,44	72,90	62,79	59,75
15	Pv	1367	1390	1480	1575	1466	1738	1865	1776	1638	1531	1475	1406
	Ps	2235	2244	2259	2031	2142	2675	3018	3018	2440	2059	2273	2241
	θ	19,28	19,35	19,45	17,75	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,55	19,33
	φ	61,18	61,94	65,54	77,55	68,47	64,96	61,79	58,83	67,11	74,35	64,90	62,73
	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458

16	Ps	2239	2248	2262	2032	2142	2675	3018	3018	2440	2060	2275	2245
	$\theta$	19,31	19,37	19,47	17,76	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,97	19,57	19,35
	$\varphi$	63,68	63,41	67,36	79,15	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,33	66,47	64,94
17	Pv	1426	1425	1524	1608	1483	1749	1876	1787	1648	1551	1512	1458
	Ps	2337	2337	2337	2063	2142	2675	3018	3018	2440	2063	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	18,00	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	18,00	20,00	20,00
	$\varphi$	61,00	60,98	65,20	77,96	69,23	65,37	62,15	59,20	67,56	75,21	64,72	62,38

**Legenda**

Int.	Numero interfaccia	$\theta$	Temperatura [ $^{\circ}$ C]
$P_v$	Pressione di vapore [Pa]	$P_s$	Pressione di saturazione [Pa]
$\varphi$	Umidità relativa [%]		

Dall'analisi risulta formazione di condensa interstiziale. Di seguito i dettagli delle masse condensate ed evaporate:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	$g_c$	2,15	-5,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
	$M_a$	2,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
6	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	$g_c$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$M_a$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Legenda**

$g_c$  - quantità di vapore condensato (+) o evaporato (-) mensilmente nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]  
 $M_a$  - quantità di vapore accumulata nell'interfaccia [ $g/m^2$ ]



Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia	$M_a$	2,74	$\text{g/m}^2$
Interfaccia		5	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,max}$	500,00	$\text{g/m}^2$
Verifica	$(M_a \leq M_{a,max})$	<b>Verificato</b>	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a  $2,74 \text{ g/m}^2$  (inferiore al limite di  $500,00 \text{ g/m}^2$ ), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

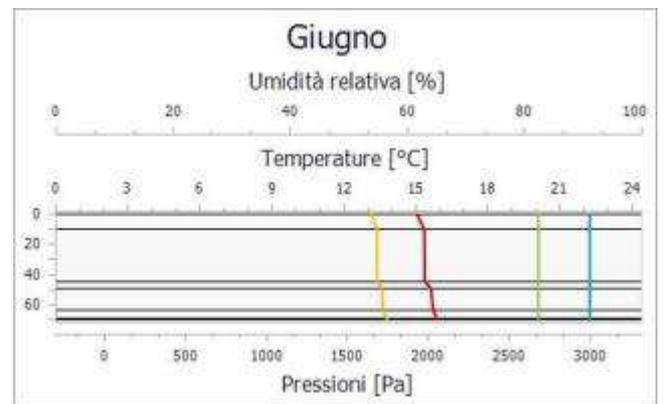
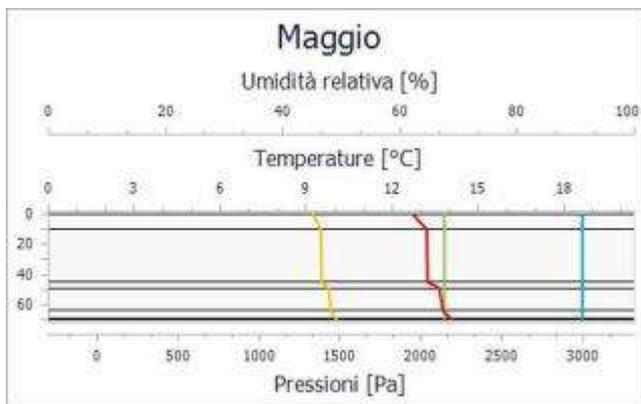
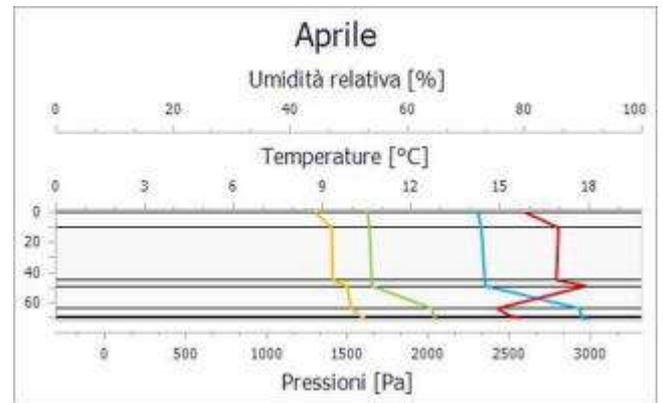
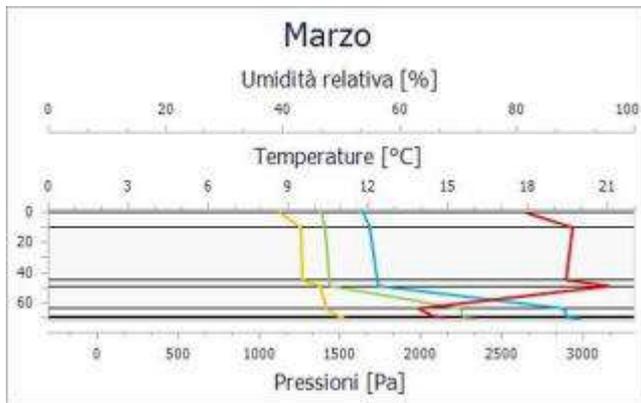
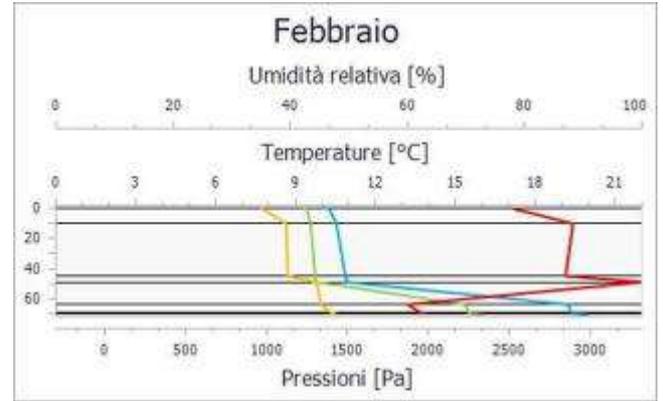
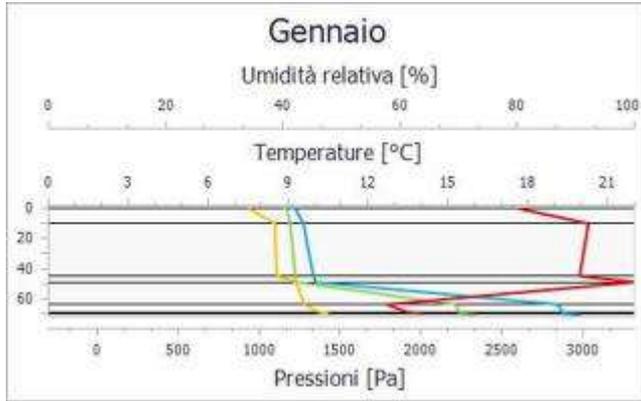
Legenda

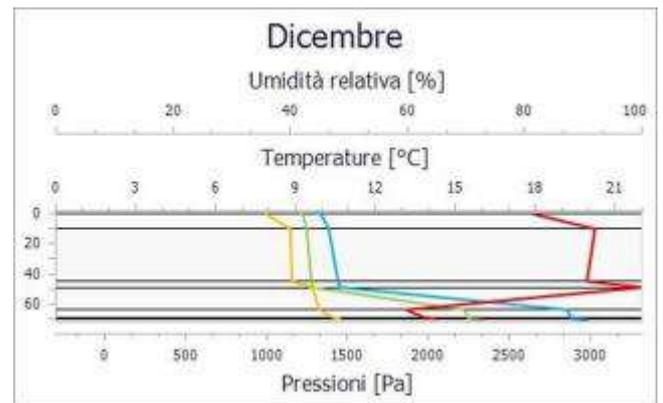
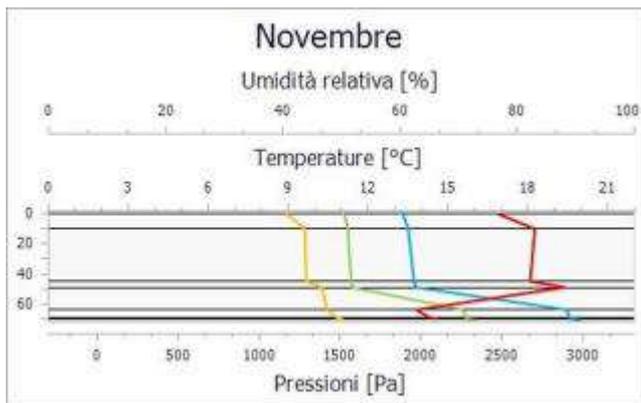
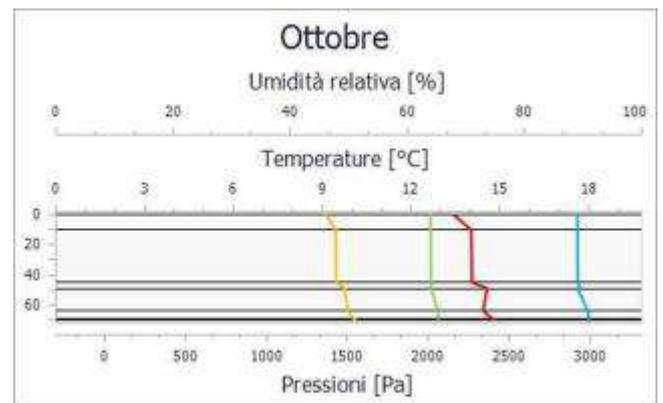
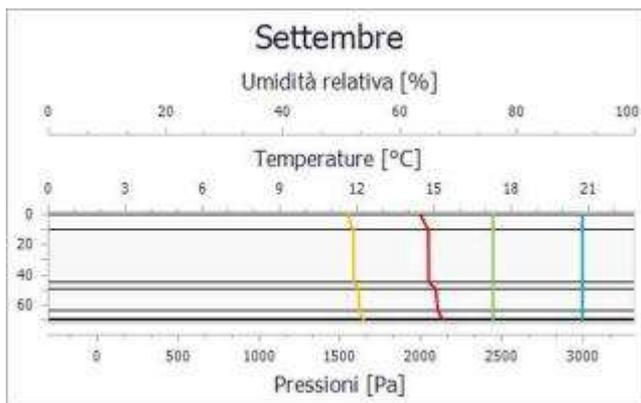
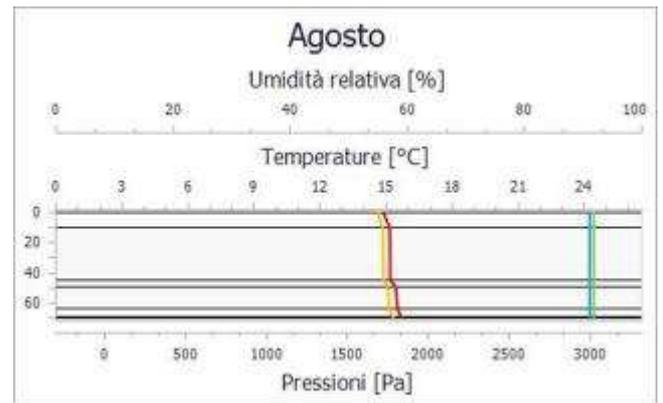
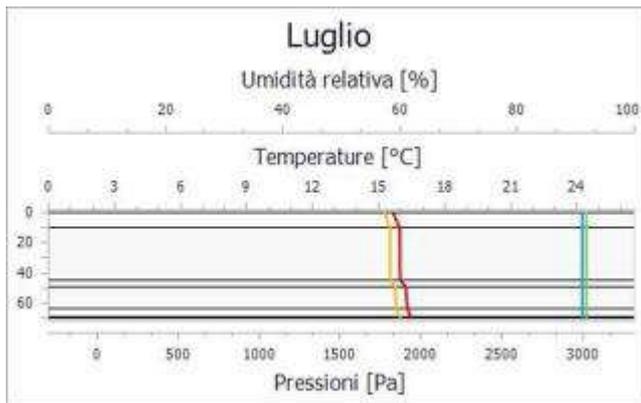
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità

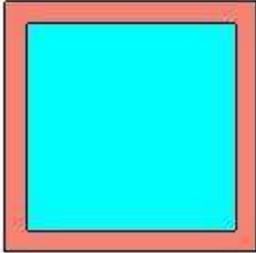






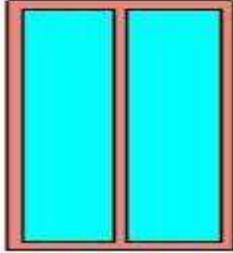
## ALLEGATO 2 – CARATTERISTICHE TERMICHE COMPONENTI FINESTRATI

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
F.01	Singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 80x80
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,140 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	



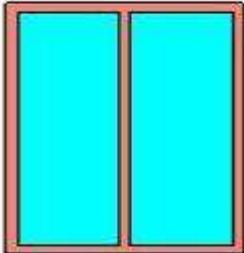
*\*Trasmittanza fornita dal produttore*

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
PB.03	Singolo	Finestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 120x210
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,200 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	



*\*Trasmittanza fornita dal produttore*

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
PB.04	Singolo	portafinestra con telaio in PVC e vetro doppio argon cm. 150x210
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	
Trasmittanza di energia solare ( $\xi_{gl,n}$ )	0,670	
<b>Dati telaio</b>		
Tipo	PVC - Profilo vuoto	
<b>Dati infisso</b>		
Trasmittanza ( $U_w$ )*	1,170 W/m <sup>2</sup> K	
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	



*\*Trasmittanza fornita dal produttore*



### ALLEGATO 3 – VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

Di seguito si riportano le verifiche termoigrometriche dei componenti oggetto di intervento.

#### Componenti verso esterno

Codice	Descrizione	Confine	Condensa superficiale	Condensa interstiziale	Muffa
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	NORD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR02-EXISOLA-001	Muratura in THERMOTEK cm. 44	SUD_OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	SUD_EST	Non presente	Non presente	Non presente
MUR01-EXISOLA	Muratura in THERMOTEK cm. 32,5	NORD_OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
COP-LATCEM-COVERPIU'	Copertura inclinata (solaio laterocemento) - Coverpiù	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
PAV-VS-TERRA-EXISOLA	Pavimento su terreno cm. 70	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
CASS-don	Cassonetto isolato 1,3	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
PP.01	Portoncino ingresso 1 anta vetrocamera opalino basso emissivo antieffrazione	NORD_OVEST	Non presente	Non presente	Non presente

## ALLEGATO 4 – RIEPILOGO PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito si riporta un riepilogo dei principali risultati di calcolo.

Simbolo	Descrizione
$H'_T$	Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	Area solare equivalente estiva per unità di superficie
$EP_{H,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale
$EP_{C,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva
$EP_{W,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria
$\eta_H$	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione invernale
$\eta_C$	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione estiva
$\eta_W$	Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di acqua calda sanitaria
$EP_{x,nren}$	Indice di prestazione energetica non rinnovabile per il servizio energetico X
$EP_{x,ren}$	Indice di prestazione energetica rinnovabile per il servizio energetico X
$EP_{x,tot}$	Indice di prestazione energetica totale per il servizio energetico X
$EP_{gl,nren}$	Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile
$EP_{gl,ren}$	Indice di prestazione energetica globale rinnovabile
$EP_{gl,tot}$	Indice di prestazione energetica globale
$FER_w$	Percentuale di copertura dei fabbisogni di acqua calda sanitaria
$FER_{gl}$	Percentuale di copertura dei fabbisogni di riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento
X	Servizio energetico: <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>H - Climatizzazione invernale</span> <span>W - Acqua calda sanitaria</span> <span>C - Climatizzazione estiva</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>V - ventilazione meccanica</span> <span>L - Illuminazione</span> <span>T - trasporto</span> </div>

### Unità 5 tipologia A

Indice	U.M.	Edificio reale	Edificio di riferimento
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,325	0,550
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	-	0,003	0,030
$EP_{H,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	37,71	47,58
$EP_{C,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	18,95	24,90
$EP_{W,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	17,91	17,91
$\eta_H$	-	1,162	0,631
$\eta_C$	-	3,001	1,721
$\eta_W$	-	1,319	0,991
$EP_{H,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	14,40	28,45
$EP_{H,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	18,04	46,99
$EP_{H,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	32,44	75,44
$EP_{W,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	4,12	6,48
$EP_{W,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	9,46	11,44
$EP_{W,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	13,58	17,92
$EP_{C,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	3,39
$EP_{C,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	6,31	11,08
$EP_{C,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	6,31	14,47
$EP_{V,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	9,61
$EP_{V,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	2,32
$EP_{V,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	11,93
$EP_{gl,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	18,51	47,94
$EP_{gl,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	33,82	59,89
$EP_{gl,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	52,33	107,83
$FER_w$	%	67,30	50,00
$FER_{gl}$	%	61,32	50,00

