

arch. marco gottini
via domenico suardi, 26 24060 casazza bg
t 340 6416806

arch. paola belussi
via XXIV maggio, 1/a 25030 paratico bs
t 348 7363171

ing. lorenzo mussinelli
via dei mille, 31 24067 sarnico bg
t 346 8641424

ing. alessandro nani
via marconi, 29/s 24021 albino bg
t 328 4188334

arch. francesca parma
via barcella, 16 25032 chiari bs
t 333 6912650



progetto
realizzazione di nuova mensa - plesso scolastico primaria sacro cuore
CUP: J41B21014500006 - CIG: 94019720BE

CO-FINANZIATO CON PIANO NAZIONALE RIPRESA E RESILIENZA - PNRR M4 C1 I1.2
Missione 4: istruzione e ricerca
Componente 1 - potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università
Investimento 1.2 - "piano di estensione del tempo pieno e mense"

committente
comune di palazzolo sull'oglio
via XX settembre 32, 25036
t 030 7405500 - CF 00400530176

indirizzo
via omboni, palazzolo sull'oglio, bs

stato progetto
esecutivo

data
dicembre 2022

scala

revisione
0

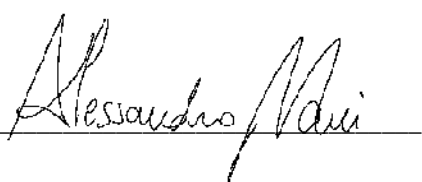


contenimento del consumo energetico degli edifici
relazione tecnica - punto 4.8 decreto attuativo DGR 3868 17.7.2015
1322 E 101

Comune di Palazzolo sull'Oglio (BS)

RELAZIONE TECNICA

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

EDIFICIO:	<i>Nuova sala mensa – plesso scolastico primaria Sacro Cuore</i>
INDIRIZZO	<i>Via Omboni - 25036 Palazzolo sull'Oglio (BS)</i>
COMMITTENTE:	<i>Comune di Palazzolo sull'Oglio</i>
PROGETTISTA:	<i>Ing. Alessandro Nani</i>
 STUDIO NANI SOLUZIONI IMPIANTISTICHE MEP	 

RIFERIMENTI NORMATIVI

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

Normativa nazionale

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

Normative regionali

Lombardia	Decreto dirigente unità organizzativa 18 dicembre 2019 - n. 18546 Decreto dirigente unità organizzativa 8 marzo 2017 - n. 2456 Decreto dirigente unità organizzativa 12 gennaio 2017 - n. 176 Decreto dirigente unità organizzativa 18 gennaio 2016 - n. 224 Decreto dirigente unità organizzativa 30 luglio 2015 n. 6480 Deliberazione della giunta regionale 17 luglio 2015 - n. 3868
Emilia Romagna	Deliberazione della giunta regionale 9 novembre 2020, n.1548 Deliberazione della giunta regionale 19 ottobre 2020, n. 1385 Deliberazione della giunta regionale 7 settembre 2015 - n. 1275 Deliberazione della giunta regionale 20 luglio 2015 - n. 967
Valle d'Aosta	Deliberazione della giunta regionale 30 dicembre 2016 - n. 1824 Deliberazione della giunta regionale 26 febbraio 2016 - n. 272
Provincia autonoma di Trento	Deliberazione della giunta regionale 3 febbraio 2017 - n. 163 Deliberazione della giunta regionale 12 febbraio 2016 - n. 162

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

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

Un edificio esistente è sottoposto a nuova costruzione o ristrutturazione importante di primo livello quando l'intervento ricade nelle tipologie definite nell'allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

Il seguente schema di relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce all'applicazione integrale del decreto attuativo DGR 3868 del 17.7.2015.

1 INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Palazzolo sull'Oglio Provincia BS
Progetto per la realizzazione di
Nuova costruzione – Realizzazione di nuova mensa – plesso scolastico primaria Sacro Cuore

☒ Edificio pubblico

☒ Edificio ad uso pubblico

Sito in Via Omboni - 25036 Palazzolo sull'Oglio (BS)
Catasto Urbano -

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

E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Numero delle unità immobiliari 1

Soggetti coinvolti

Committente	<u>Comune di Palazzolo</u>
Progettista degli impianti termici	<u>Ing. Alessandro Nani</u>
Progettista dell'isolamento termico dell'edificio	<u>Ing. Alessandro Nani</u>
Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	<u>-</u>
Direttore dei lavori per la realizzazione degli impianti termici	<u>-</u>
Direttore dei lavori del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	<u>-</u>
Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio	<u>-</u>
Direttore dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio	<u>-</u>
Tecnico incaricato per la redazione dell'APE	<u>Soggetto da definire</u>

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

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

3 PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)	2383 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.)	268,6 K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	304,6 K

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

Climatizzazione invernale

Unità immobiliare	S [m ²]	V [m ³]	S/V	Su [m ²]
Unità immobiliare 01	1 258,39	2 180,76	0,58	316,91

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

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

S/V rapporto tra superficie disperdente e volume lordi o fattore di forma dell'edificio

Su superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	T _{inv} [°C]	φ _{inv} [%]
Unità immobiliare 01	Zona termica 1	20,0	50

T_{inv} Valore di progetto della temperatura interna invernale

φ_{inv} valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione invernale

Unità immobiliare	Metodo
Unità immobiliare 01	Non contabilizzato

Climatizzazione estiva

Unità immobiliare	S [m ²]	V [m ³]	Su [m ²]
Unità immobiliare 01	1 258,39	2 180,76	316,91

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

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

Su Superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	T _{est} [°C]	φ _{est} [%]
Unità immobiliare 01	Zona termica 1	26,0	50

T_{est} Valore di progetto della temperatura interna estiva

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

Unità immobiliare	Metodo
Unità immobiliare 01	Non contabilizzato

Informazioni generali e prescrizioni

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

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

-

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

A

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

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

Copertura realizzata con ventilazione e finitura termoriflettente

Valore di riflettanza solare 0,78 > 0,65 per coperture piane

Valore di riflettanza solare 0,36 > 0,30 per coperture a falda

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

-

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

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

-

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

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali

-

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore ☐ Si ☒ No

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo ☐ Si ☒ No

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'ACS ☐ Si ☒ No

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

Impianti autonomi allacciati singolarmente alle utenze comunali

Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento di cui ai punti 6.13 e 6.15 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015..

Produzione di energia termica

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

Acqua Calda Sanitaria 86,5 %

Climatizzazione invernale, Acqua Calda Sanitaria, Climatizzazione estiva 81,9 %

Produzione di energia elettrica

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S 456,60 m²

Potenza Elettrica $P=K \cdot S \rightarrow P=0,05 \cdot 456,60 =$ 22,83 kW + 10% incremento per edificio pubblico 25,11 kW

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili (specificare anche le caratteristiche e l'ubicazione (comune, indirizzo, foglio e particella catastale) di eventuali impianti per cui ci si avvale della possibilità prevista al punto 2 della DGR 2480 del 18.11.2019), allegando l'atto di assenso del legittimo proprietario o dell'avente titolo

Pompa di calore che permette il rispetto delle richieste del D.Lgs 199/2021 (65% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e il 65% della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e il riscaldamento, ottenuti da fonte rinnovabile).

Impianto fotovoltaico con una potenza maggiore rispetto alla potenza minima richiesta dal D.Lgs 199/2021 (coefficiente K per la superficie in pianta al livello del terreno della proiezione della copertura dell'edificio

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

☒ Si ☐ No

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

☒ Si ☐ No

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

-

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

Verifiche di cui al punto 6.16 lettera b) dell'Allegato 1 decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

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

Valore di Massa superficiale

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

Verifica non richiesta

Valore del modulo della trasmittanza termica periodica YIE

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

Verifica non richiesta

Verifiche di di cui al punto 6.16 lettera c) dell'Allegato 1 del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

5 DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

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

a) Descrizione impianto

Tipologia: *Impianto termico per per riscaldamento e raffrescamento degli ambienti e produzione di acqua calda sanitaria.*

Sistemi di generazione: *Riscaldamento e raffrescamento mediante pompa di calore ad espansione diretta con sistema di scambio aria-aria, alimentata da energia elettrica di rete. Acqua calda sanitaria mediante scaldacqua in pompa di calore con accumulo.*

Sistemi di termoregolazione: *Il circuito di distribuzione alle unità interne è dotato di regolazione modulante con sonda di temperatura esterna dotato di programmazione giornaliera/settimanale, in accordo con le reali esigenze dell'impianto. Ogni locale è dotato di termostato, agendo sui terminali di emissione in modo da controllare la temperatura impostata in ciascun ambiente.*

Sistemi di distribuzione del vettore termico: *Unità interne con linee di andata e ritorno del liquido refrigerante per ogni singolo terminale d'emissione, relative al circuito della pompa di calore.*

Sistemi di ventilazione forzata: *Ventilazione forzata a doppio flusso con recupero di calore, attraverso n°2 recuperatori con portata totale massima di 3840 m³/h, efficienza di recupero sensibile 77% alla portata massima.*

Sistemi di accumulo termico: *Non presente.*

Sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria: *Produzione di acqua calda sanitaria attraverso il sistema di generazione precedentemente descritto, stoccato in accumulo capacità 80 l.*

Sistemi di distribuzione dell'acqua calda sanitaria: *Distribuzione orizzontale con tubazioni in acciaio o plastica sino ai singoli punti utenza. Tubazioni acqua calda coibentate.*

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065): *Trattamento di filtrazione e trattamento protettivo mediante l'utilizzo di condizionamenti chimici ecologici per la protezione dalle incrostazioni calcaree, dalle corrosioni e dalla formazione di alghe.*

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore: *Non richiesto.*

Filtro di sicurezza: *Filtro di sicurezza installato sul reintegro del generatore.*

b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria

☒ Si ☐ No

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto

☐ Si ☒ No

POMPA DI CALORE

MITSUBISHI ELECTRIC PUHY-P400YSNW-A1

Pompa di calore

☒ elettrica

☐ a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno)

Aria esterna - Aria

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

Aria

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro)

Aria

Potenza elettrica assorbita

10,52 kW

Potenza termica utile riscaldamento [kW]

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	20	-	-	-	-	-	-
-7,0	38,080	-	-	-	-	-	-
2,0	47,830	-	-	-	-	-	-
7,0	50,000	-	-	-	-	-	-
12,0	50,000	-	-	-	-	-	-

Coefficiente di prestazione (COP)

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	20	-	-	-	-	-	-
-7,0	3,950	-	-	-	-	-	-
2,0	4,450	-	-	-	-	-	-
7,0	4,750	-	-	-	-	-	-
12,0	5,450	-	-	-	-	-	-

MACCHINA FRIGORIFERA

MITSUBISHI ELECTRIC PUHY-P400YSNW-A1

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

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

Temperatura bulbo secco dell'aria esterna: **35,00**

Funzionamento pompa Energia elettrica

Funzionamento pompa Raffrescamento

Potenza nominale 45,0 kW

Potenza elettrica assorbita 10,52 W

PRESTAZIONI

Fattore di carico	EER
100 %	4,51
75 %	6,65
50 %	8,26
25 %	4,64

SCALDACQUA IN POMPA DI CALORE

ARISTON NUOS EVO A+ 80 WH

Pompa di calore ☒ elettrica ☐ a gas

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

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

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

Potenza elettrica assorbita 0,0
0,35 kW

Potenza termica utile riscaldamento [kW]

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]							
	55	-	-	-	-	-	-	-
7,0	0,910	-	-	-	-	-	-	-

Coefficiente di prestazione (COP)

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

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]							
	55	-	-	-	-	-	-	-
7,0	2,600	-	-	-	-	-	-	-

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

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

Tipo di conduzione invernale prevista:

☒ Continua con attenuazione notturna

☐ Intermittente

Tipo di conduzione estiva prevista:

☐ Continua con attenuazione notturna

☒ Intermittente

Sistema di gestione dell'impianto termico

-

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

Centralina climatica

-

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore

2

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

Denominazione	Regolazione	N	Descrizione	Livelli
Unità immobiliare 01 – Zona 1	Regolazione di ambiente e sonda climatica	2	Termostati temperatura ambiente	2

N: numero apparecchi

Livelli: Numero di livelli di programmazione nelle 24 ore

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

-

e) Terminali di erogazione dell'energia termica

Elenco dei terminali di erogazione dell'unità immobiliare

Denominazione	N	Tipologia	P [W]
Unità immobiliare 01 – Zona 1	2	Unità interne per sistema espansione diretta	50000

N Numero di apparecchi

P Potenza installata

f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali

Non presenti

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

Descrizione e caratteristiche principali

Lavaggio e inserimento di prodotto protettivo chimico dell'impianto di riscaldamento, conforme alla UNI CTI 8065.

Secondo D.L. n° 31 del 02-02-2001 - Secondo la buona tecnica (riferimento UNI CTI 8065), si prevedono a progetto i seguenti trattamenti dell'acqua:

- Filtro all'ingresso dell'acquedotto;
- Addolcitore.

h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

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

Conduttività termica utile dell'isolante ($W/m^{\circ}K$) alla temp. Media di $40^{\circ}C$	Diametro esterno delle tubazioni (mm)					
	<20	Da 20 a 39	Da 40 a 59	Da 60 a 79	Da 80 a 99	>100
0,038 ($W/m^{\circ}K$)	20	30	40	50	55	60

i) Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato sono inseriti schemi unifilari di impianto termico con specificato

- ☐ Posizionamento e la potenze dei terminali di erogazione – Allegato
- ☐ Posizionamento e tipo dei generatori – Allegato
- ☐ Posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione – Allegato
- ☐ Posizionamento e tipo degli elementi di controllo – Allegato
- ☐ Posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza – Allegato

5.2 Impianti fotovoltaici

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti fotovoltaici

[X] Si [] No

5.3 Impianti solari termici

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti solari termici

[] Si [X] No

5.4 Impianti di illuminazione

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti di illuminazione

[X] Si [] No

5.5 Altri impianti

Altri impianti dell'edificio

[] Si [X] No

-

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

-

CALCOLO DELL'IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO

COMUNE DI RIFERIMENTO E PARAMETRI DEL PANNELLO

Comune: Palazzolo sull'Oglio (BS)

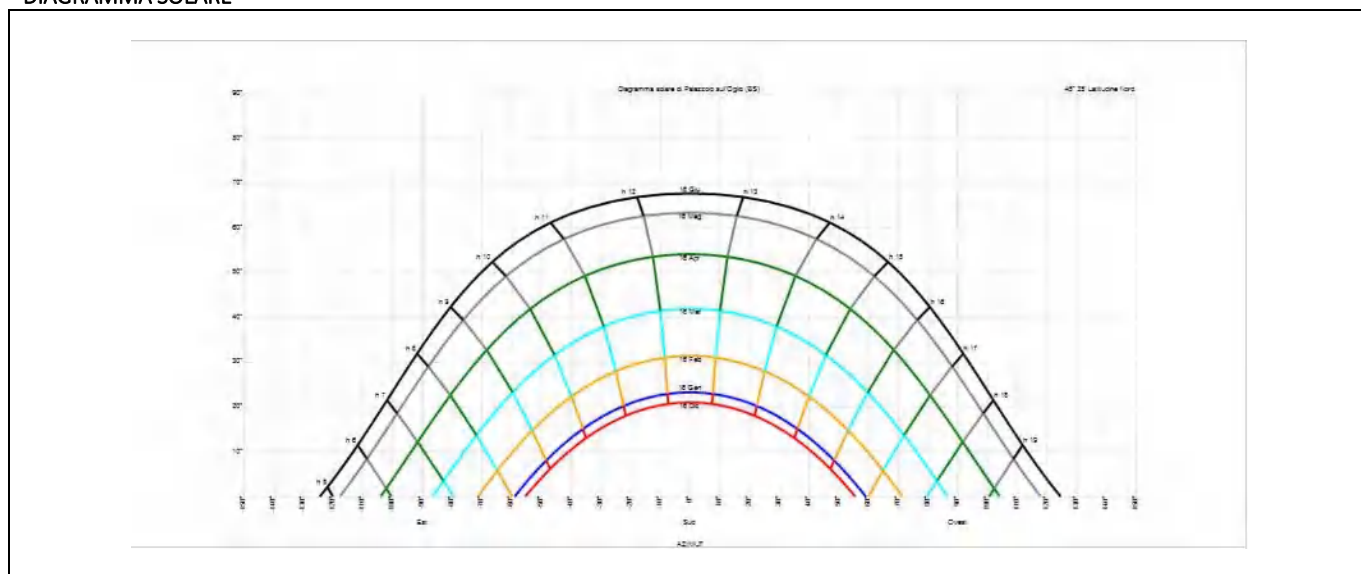
Latitudine ϕ : 45° 35' °

Riflettanza ρ : 0,13

File di pannelli

Azimut (rispetto al sud) α [°]	Inclinazione sul piano orizzontale β [°]	Numero di pannelli	Superficie totale di captazione [m ²]
45,0	17,0	13	21,5
45,0	17,0	13	21,5
45,0	17,0	13	21,5
45,0	17,0	13	21,5
45,0	17,0	13	21,5

DIAGRAMMA SOLARE



DETTAGLI TECNICI DEL CIRCUITO FOTOVOLTAICO

Fattore di potenza di picco K_{pv} : 0,241 kW/m²

Potenza di picco in condizioni standard W_{pv} : 26,00 kW

Irradianza solare di riferimento in condizioni standard: 1 kW/m²

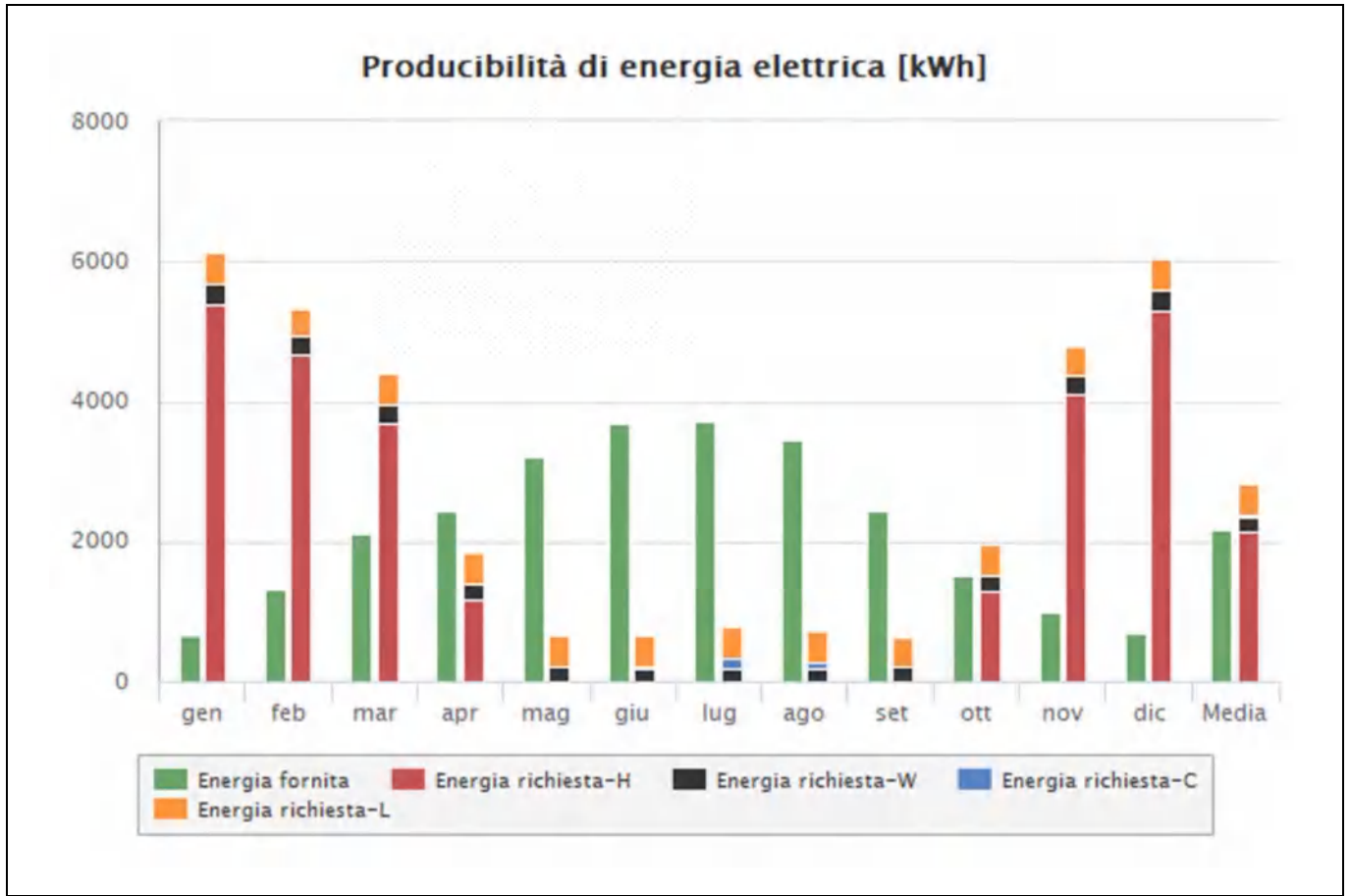
Fattore di efficienza f_{pv} : 0,70

Grado di ventilazione: Moduli non ventilati

PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA PANNELLI SOLARI

Mese	Irradianza solare mensile E sul piano inclinato orientato [kWh]	Irradianza solare mensile E sul piano inclinato orientato con ostruzioni [kWh]	Carico elettrico mensile E_{el} [kWh/mese]	Energia elettrica prodotta dal sistema fotovoltaico $E_{el,pv,out}$ [kWh]	Frazione di copertura del carico elettrico mediante fotovoltaico f_{el} [%]	Energia elettrica in sovrapproduzione reimmessa nella rete $E_{el,pv,rete}$ [kWh]
Gennaio	36,0	36,0	6 131,6	654,7	10,7	-
Febbraio	72,3	72,3	5 328,8	1 316,8	24,7	-
Marzo	115,4	115,4	4 400,1	2 100,0	47,7	-
Aprile	133,6	133,6	1 838,0	2 431,9	100,0	594,0
Maggio	176,8	176,8	654,3	3 218,7	100,0	2 564,4
Giugno	202,7	202,7	642,1	3 689,3	100,0	3 047,2
Luglio	204,3	204,3	781,4	3 718,7	100,0	2 937,3
Agosto	189,7	189,7	705,9	3 452,4	100,0	2 746,6
Settembre	134,0	134,0	630,0	2 438,3	100,0	1 808,3
Ottobre	83,1	83,1	1 969,9	1 513,3	76,8	-
Novembre	54,2	54,2	4 797,2	986,2	20,6	-
Dicembre	38,1	38,1	6 040,0	693,3	11,5	-
TOTALE	1 440,1	1 440,1	33 919,2	26 213,7	77,3	-

DIAGRAMMA DELLE QUOTE DI COPERTURA MENSILI DEL CARICO ELETTRICO



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 punto 6.13 dell'Allegato 1 del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015 - gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili previsti dalla lettera c) del punto 6.13 dell'Allegato 1 del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

a. Involucro edilizio e ricambi d'aria

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

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

Elemento edilizio	U	U _{lim}	Verificato
105PAR - Parete interna su edificio confinante riscaldato	0,483 W/(m²K)	0,800 W/(m²K)	SI

Verifica termoigrometrica:

vedi allegati alla relazione tecnica.

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

vedi allegati alla relazione tecnica.

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

vedi allegati alla relazione tecnica.

Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso:

vedi allegati alla relazione tecnica.

Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso:

vedi allegati alla relazione tecnica.

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

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in kWh/m² anno, così come definite al comma 3.3 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica.

Verifica coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione:

Unità immobiliare	H'T	H'T,lim	Verifica
H'T Unità immobiliare 01	0,233	0,550	SI
H'T edificio intero	0,233	0,550	SI

H'T: Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente $H^i T$ (UNI EN ISO 13789)

H'T,lim: Valore limite del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente

Verifica dell'area solare equivalente estiva dei componenti finestrati

Unità immobiliare	$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ limite	Verifica
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ Unità immobiliare 01	0,026	0,040	SI
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ edificio intero	0,026	0,040	SI

Verifica indice di prestazione termica utile

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale EPH,nd

154,39 kWh/m²

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato

nell'edificio di riferimento EPH,nd

174,03 kWh/m²

Verifica: SI

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva EPC _{nd}	0,85 kWh/m ²
Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento EPC _{nd}	0,93 kWh/m ²
Verifica:	SI

Verifica indice di prestazione energetica globale dell'edificio

Indice di prestazione energetica globale dell'edificio, espresso in energia primaria non rinnovabile EP _{gl,nr}	31,61 kWh/m ²
Indice di prestazione energetica globale dell'edificio EP _{gl,tot}	161,94 kWh/m ²
Indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento EP _{gl,tot,limite}	308,87 kWh/m ²
Verifica:	SI

Classe energetica raggiunta	A4
-----------------------------	----

Verifica Efficienza media stagionale

In caso di sola sostituzione del generatore di calore, le verifiche di efficienza media stagionale non sono richieste e si intendono rispettate se l'efficienza dei nuovi generatori è superiore al limite normativo.

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento η_H	1,369
Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{H,limite}$	1,072
Verifica:	SI
Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS η_W :	1,991
Efficienza media stagionale dell'impianto di ACS calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{W,limite}$	0,566
Verifica:	SI
Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento η_C	0,603
Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento $\eta_{C,limite}$	0,427
Verifica:	SI

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

Tipo collettore	-
Tipo installazione	-
Descrizione tipo installazione (se altro)	
Descrizione tipo supporto (se altro)	
Inclinazione	-

Orientamento - _____
 Capacità accumulo - _____
 Impianto integrazione (specificare tipo e alimentazione) _____
 Percentuale copertura fabbisogno annuo _____

d. Impianti fotovoltaici

Connessione impianto: - _____
 Tipo moduli **Silicio monocristallino** _____
 Tipo installazione **Sopra falda** _____
 Descrizione tipo installazione (se altro) **In copertura** _____
 Tipo supporto - _____
 Descrizione tipo supporto (se altro) - _____
 Inclinazione **17°** _____
 Orientamento **45°** _____
 Potenza installata **26,00 kW** _____
 Percentuale copertura fabbisogno annuo **100,00 %** _____

e. Consuntivo energia

Energia prodotta in sito

Vettore energetico	Udm	Qdel,insitu
Energia elettrica da solare fotovoltaico	kWh	10 445,08
Energia entalpica prelevata all'ambiente	kWh	28 444,60

Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel,consegnata
Energia elettrica da rete	kWh	5 137,25

Energia esportata

Vettore energetico	Udm	Qdel,esportata
Energia elettrica esportata	kWh	15 787,33

Energia primaria

Indice di prestazione rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPren [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	90,82
Acqua calda sanitaria	24,13
Raffrescamento	1,42
Illuminazione	13,90
Ventilazione	0,07

Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EP _{ren} [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	21,95
Acqua calda sanitaria	3,77
Raffrescamento	0,00
Illuminazione	5,86
Ventilazione	0,03

Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	EP _{tot} [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	112,77
Acqua calda sanitaria	27,90
Raffrescamento	1,42
Illuminazione	19,76
Ventilazione	0,09

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

-

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

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

-

8 DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

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

- ☐ Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza.
- ☐ Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento
- ☐ Altri eventuali allegati non obbligatori:

9 DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto Nani Ing. Alessandro, iscritto all'albo degli Ingegneri di Bergamo, n° 2884, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 27 della Legge regionale 11 dicembre 2006 - n. 24 e s.m.i.

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- il progetto relativo alle opere di cui sopra rispetta gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi contenuti del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data 17/11/2022



Firma

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Alessandro Nani".

DICHIARAZIONE DI RISPETTO PRESTAZIONE ENERGETICA

SECONDO CRITERI DNHS PER PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA - PNRR

Il sottoscritto Nani ing. Alessandro, con studio in Via Marconi 29/s, 24021 Albino, Bg – P. Iva 02975880168, iscritto all'albo degli ingegneri della provincia di Bergamo con posizione n° 2884, in qualità di progettista incaricato della redazione della relazione tecnica di cui all'art. 28 della legge 9 gennaio 1991 n° 10 per l'intervento inerente alla nuova costruzione della sala mensa – plesso scolastico primaria Sacro Cuore, sito in Via Omboni - Palazzolo sull'Oglio (BS)), avente per committente il Comune di Palazzolo,

ASSEVERA

che:

- l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile (EP_{gl,nren}) dell'edificio in oggetto è inferiore per una quota almeno pari al 20% rispetto all'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile di riferimento necessario ad accedere alla classificazione A4 di prestazione energetica

Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile di riferimento	Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile di riferimento per classificazione A4	Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile ridotto del 20% rispetto all'indice di riferimento della classificazione A4	Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile di progetto
110,83 kWh/m ²	44,33 kWh/m ²	35,45 kWh/m ²	31,61 kWh/m ²

Data 17/11/2022



Firma

CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

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

Caratteristiche e dettagli dell'involucro opaco e trasparente.

Di seguito si riportano gli elementi che costituiscono l'involucro dell'edificio e i rispettivi valori di trasmittanza. La trasmittanza termica corretta U' è valutata attribuendo i ponti termici associati agli elementi.

La verifica è riportata e richiesta solo per interventi di riqualificazione di involucro o ristrutturazione importante di II livello.

Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

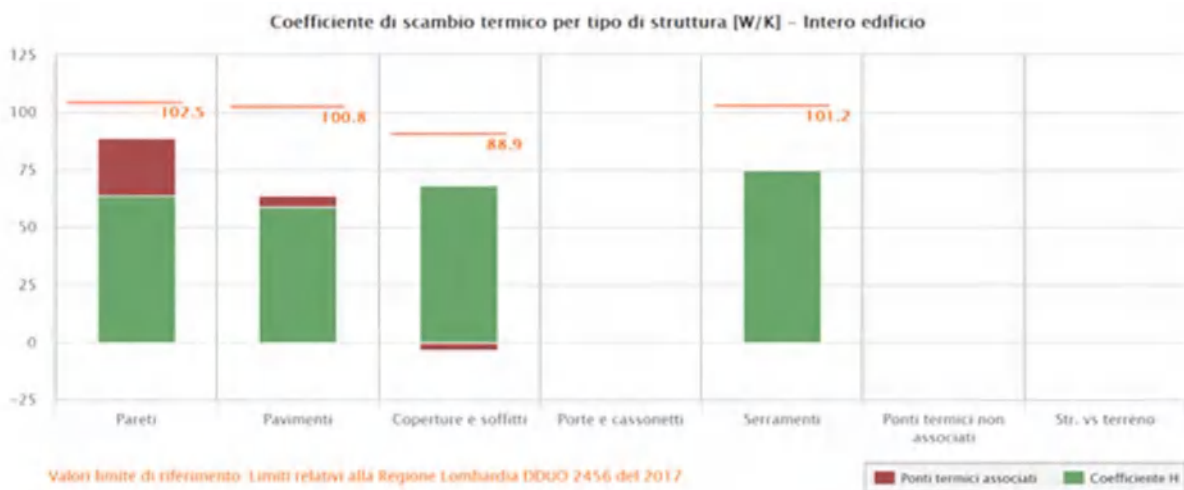
Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	- $W/(m^2K)$	- $W/(m^2K)$	-
Strutture orizzontali di pavimento	- $W/(m^2K)$	- $W/(m^2K)$	-
Strutture orizzontali o inclinate di copertura	- $W/(m^2K)$	- $W/(m^2K)$	-
Serramenti	- $W/(m^2K)$	- $W/(m^2K)$	-

Verifica non richiesta

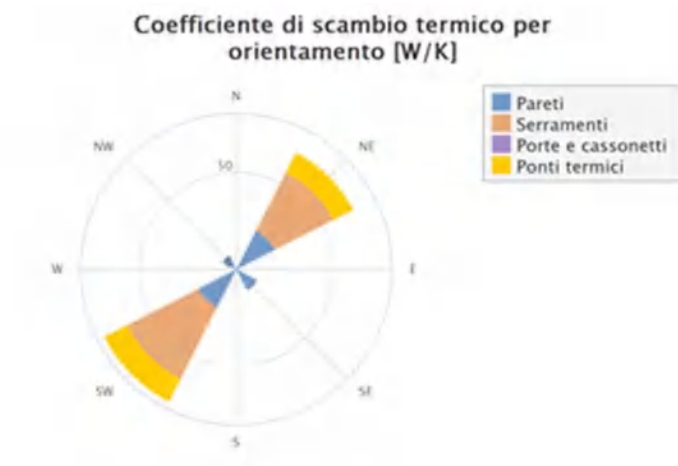
SCAMBI TERMICI PER CATEGORIA DI ELEMENTO

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

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



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



ATTRIBUZIONE DEI PONTI TERMICI AGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

I ponti termici dell'edificio vengono attribuiti alle sole superfici di involucro alle quali sono associati. Il valore della trasmittanza corretta dell'elemento più sfavorito, molto utile per la progettazione, è determinata identificando la trasmittanza maggiore tra quelle ottenute per stratigrafie appartenenti alla stessa tipologia in funzione della relazione seguente:

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

Nel calcolo energetico vengono considerati tutti i ponti termici, compresi gli elementi con trasmittanza lineica negativa. Di seguito vengono elencati per locale, gli elementi disperdenti con ponti termici associati e la percentuale di influenza relativa. Il ponte termico con influenza massima determina la trasmittanza termica corretta dell'elemento più sfavorito.

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Bagno_1

Elemento disperdente	Area	Or	U	U'
pa0067 102PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 350 mm	9,2 m ²	NW	0,165 W/(m ² K)	0,216 W/(m ² K)
Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi \cdot L$	Incremento
pt0008 803PON - Angolo rientrante	0,112 W/(mK)	3,5 m	0,396 W/K	26,0 %
pt0011 804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	1,1 m	0,112 W/K	7,4 %
pt0024 805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	0,7 m	-0,042 W/K	- %

Elemento disperdente	Area	Or	U	U'
pv0001 501PAV - Pavimento su vespaio	4,0 m ²	-	0,152 W/(m ² K)	0,180 W/(m ² K)
Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi \cdot L$	Incremento
pt0011 804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	1,1 m	0,112 W/K	18,3 %

Elemento disperdente	Area	Or	U	U'
co0002 601COP - Tetto a falda	4,2 m ²	-	0,170 W/(m ² K)	0,160 W/(m ² K)
Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi \cdot L$	Incremento
pt0024 805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	0,7 m	-0,042 W/K	- %

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Sala mensa

Elemento disperdente	Area	Or	U	U'
pa0001 102PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 350 mm	34,6 m ²	SE	0,165 W/(m ² K)	0,155 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0001	802PON - Angolo sporgente	-0,133 W/(mK)	3,5 m	-0,467 W/K	- %
pt0005	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	3,0 m	0,303 W/K	5,3 %
pt0017	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	3,0 m	-0,170 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0059	102PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 350 mm	34,6 m²	SE	0,165 W/(m²K)	0,155 W/(m²K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0002	802PON - Angolo sporgente	-0,133 W/(mK)	3,5 m	-0,467 W/K	- %
pt0006	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	3,0 m	0,303 W/K	5,3 %
pt0018	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	3,0 m	-0,170 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0002	103PAR - Parete esterna con cartongesso, aria 70 mm, isolamento 100+100 mm e CLS 300 mm	80,5 m²	SW	0,164 W/(m²K)	0,310 W/(m²K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0027	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	6,4 m	1,124 W/K	6,0 %
pt0028	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	6,4 m	1,124 W/K	6,0 %
pt0029	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	6,4 m	1,124 W/K	6,0 %
pt0030	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	8,8 m	1,545 W/K	8,2 %
pt0031	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	9,4 m	1,651 W/K	8,8 %
pt0032	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	9,4 m	1,651 W/K	8,8 %
pt0033	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	9,4 m	1,651 W/K	8,8 %
pt0034	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	10,4 m	1,826 W/K	9,7 %
pt0002	802PON - Angolo sporgente	-0,133 W/(mK)	3,5 m	-0,467 W/K	- %
pt0007	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	12,0 m	1,202 W/K	6,4 %
pt0019	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	12,0 m	-0,676 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0013	104PAR - Parete esterna con cartongesso, aria 475 mm, isolamento 100+100 mm e CLS 300 mm	88,3 m²	NE	0,158 W/(m²K)	0,269 W/(m²K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0035	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	9,0 m	1,580 W/K	8,7 %
pt0036	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	8,6 m	1,510 W/K	8,3 %
pt0037	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	8,6 m	1,510 W/K	8,3 %
pt0038	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	6,4 m	1,124 W/K	6,2 %
pt0039	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	7,2 m	1,264 W/K	7,0 %
pt0040	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	7,2 m	1,264 W/K	7,0 %
pt0041	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	8,8 m	1,545 W/K	8,5 %
pt0001	802PON - Angolo sporgente	-0,133 W/(mK)	3,5 m	-0,467 W/K	- %
pt0004	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	12,0 m	1,202 W/K	6,6 %
pt0016	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	12,0 m	-0,676 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0001	501PAV - Pavimento su vespaio	290,6 m²	-	0,152 W/(m²K)	0,163 W/(m²K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0004	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	12,0 m	1,202 W/K	2,7 %
pt0005	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	3,0 m	0,303 W/K	0,7 %
pt0006	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	3,0 m	0,303 W/K	0,7 %
pt0007	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	12,0 m	1,202 W/K	2,7 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
co0003	601COP - Tetto a falda	151,9 m²	-	0,170 W/(m²K)	0,159 W/(m²K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0016	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	12,0 m	-0,676 W/K	- %
pt0017	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	3,0 m	-0,170 W/K	- %
pt0018	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	3,0 m	-0,170 W/K	- %
pt0019	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	12,0 m	-0,676 W/K	- %

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Sporzionamento

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0011	103PAR - Parete esterna con cartongesso, aria 70 mm, isolamento 100+100 mm e CLS 300 mm	13,4 m²	SW	0,164 W/(m²K)	0,253 W/(m²K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0042	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	6,4 m	1,124 W/K	44,1 %
pt0008	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	1,6 m	0,163 W/K	6,4 %
pt0020	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	1,6 m	-0,091 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0001	501PAV - Pavimento su vespaio	22,5 m²	-	0,152 W/(m²K)	0,159 W/(m²K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0008	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	1,6 m	0,163 W/K	4,7 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
co0003	601COP - Tetto a falda	20,8 m²	-	0,170 W/(m²K)	0,166 W/(m²K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0020	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	1,6 m	-0,091 W/K	- %

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Lavaggio

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0003	102PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 350 mm	34,6 m²	NW	0,165 W/(m²K)	0,155 W/(m²K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0003	802PON - Angolo sporgente	-0,133 W/(mK)	3,5 m	-0,467 W/K	- %
pt0010	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	3,0 m	0,303 W/K	5,3 %
pt0022	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	3,0 m	-0,170 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0060	102PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 350 mm	4,9 m²	NW	0,165 W/(m²K)	0,161 W/(m²K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0023	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	0,4 m	-0,021 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0009	103PAR - Parete esterna con cartongesso, aria 70 mm, isolamento 100+100 mm e CLS 300 mm	12,5 m ²	SW	0,164 W/(m ² K)	0,233 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0043	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	7,2 m	1,264 W/K	49,5 %
pt0003	802PON - Angolo sporgente	-0,133 W/(mK)	3,5 m	-0,467 W/K	- %
pt0009	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	1,6 m	0,163 W/K	6,4 %
pt0021	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	1,6 m	-0,092 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0001	501PAV - Pavimento su vespaio	22,0 m ²	-	0,152 W/(m ² K)	0,173 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0009	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	1,6 m	0,163 W/K	4,9 %
pt0010	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	3,0 m	0,303 W/K	9,1 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
co0003	601COP - Tetto a falda	20,3 m ²	-	0,170 W/(m ² K)	0,156 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0021	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	1,6 m	-0,092 W/K	- %
pt0022	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	3,0 m	-0,170 W/K	- %
pt0023	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	0,4 m	-0,021 W/K	- %

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Tunnel di collegamento

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0004	101PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 250 mm	26,1 m ²	SW	0,167 W/(m ² K)	0,142 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0004	802PON - Angolo sporgente	-0,133 W/(mK)	3,5 m	-0,467 W/K	- %
pt0012	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	3,1 m	0,308 W/K	7,1 %
pt0025	806PON - Parete su tetto piano	-0,161 W/(mK)	3,1 m	-0,495 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0006	101PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 250 mm	20,3 m ²	NE	0,167 W/(m ² K)	0,217 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0026	801PON - Telaio serramento su parete	0,176 W/(mK)	9,6 m	1,686 W/K	38,7 %
pt0005	802PON - Angolo sporgente	-0,133 W/(mK)	3,5 m	-0,467 W/K	- %
pt0001	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	3,1 m	0,308 W/K	7,1 %
pt0013	806PON - Parete su tetto piano	-0,161 W/(mK)	3,1 m	-0,495 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0064	102PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 350 mm	4,3 m ²	SE	0,165 W/(m ² K)	0,348 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0007	803PON - Angolo rientrante	0,112 W/(mK)	3,5 m	0,396 W/K	55,6 %
pt0008	803PON - Angolo rientrante	0,112 W/(mK)	3,5 m	0,396 W/K	55,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0001	501PAV - Pavimento su vespaio	20,3 m ²	-	0,152 W/(m ² K)	0,183 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0001	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	3,1 m	0,308 W/K	10,0 %
pt0012	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	3,1 m	0,308 W/K	10,0 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
co0001	602COP - Tetto piano	20,1 m ²	-	0,151 W/(m ² K)	0,101 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0013	806PON - Parete su tetto piano	-0,161 W/(mK)	3,1 m	-0,495 W/K	- %
pt0025	806PON - Parete su tetto piano	-0,161 W/(mK)	3,1 m	-0,495 W/K	- %

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Disimpegno

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0008	104PAR - Parete esterna con cartongesso, aria 475 mm, isolamento 100+100 mm e CLS 300 mm	31,1 m ²	NE	0,158 W/(m ² K)	0,175 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0007	803PON - Angolo rientrante	0,112 W/(mK)	3,5 m	0,396 W/K	8,1 %
pt0003	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	3,3 m	0,325 W/K	6,6 %
pt0015	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	3,3 m	-0,183 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0001	501PAV - Pavimento su vespaio	20,4 m ²	-	0,152 W/(m ² K)	0,168 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0003	804PON - Parete su pavimento	0,100 W/(mK)	3,3 m	0,325 W/K	10,5 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
co0002	601COP - Tetto a falda	21,3 m ²	-	0,170 W/(m ² K)	0,162 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0015	805PON - Parete su tetto a falda	-0,056 W/(mK)	3,3 m	-0,183 W/K	- %

CARICO TERMICO DI PROGETTO DELL'EDIFICIO

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA PROGETTUALE: CALCOLO DEL CARICO TERMICO INVERNALE

Calcolo del carico termico di progetto per impianti di riscaldamento negli edifici.

Di seguito si riportano i dettagli dei carichi termici per le unità immobiliari, le zone e i locali costituenti l'edificio. Il calcolo è eseguito secondo i principi della norma UNI EN 12831 e si riferisce al salto termico di progetto tra la temperatura interna e la temperatura esterna di progetto definita dalla UNI

Il calcolo è da supporto alla progettazione dell'impianto di riscaldamento. Secondo le indicazioni di norma, il valore del carico è valutato secondo tre componenti: trasmissione, ventilazione e potenza di ripresa.

Carico termico invernale richiesto per le unità immobiliari dell'edificio

Unità immobiliare	Sup,utile	Carico totale	Carico specifico
Unità immobiliare 01	316,9 m ²	37 993,2 W	119,886 W/m ²

Carico termico per trasmissione, ventilazione e ripresa nelle unità immobiliari

Unità immobiliare	Q _{trasm}	Q _{vent}	Q _{ripresa}
Unità immobiliare 01	7 712,9 W	22 991,3 W	7 288,9 W

CARICO TERMICO PER SINGOLA UNITA' IMMOBILIARE

Unità immobiliare 01

Carico termico invernale richiesto per singola zona riscaldata

Zona riscaldata	Sup,utile	Carico totale	Carico specifico
Zona 1	316,9 m ²	37 993,2 W	119,886 W/m ²

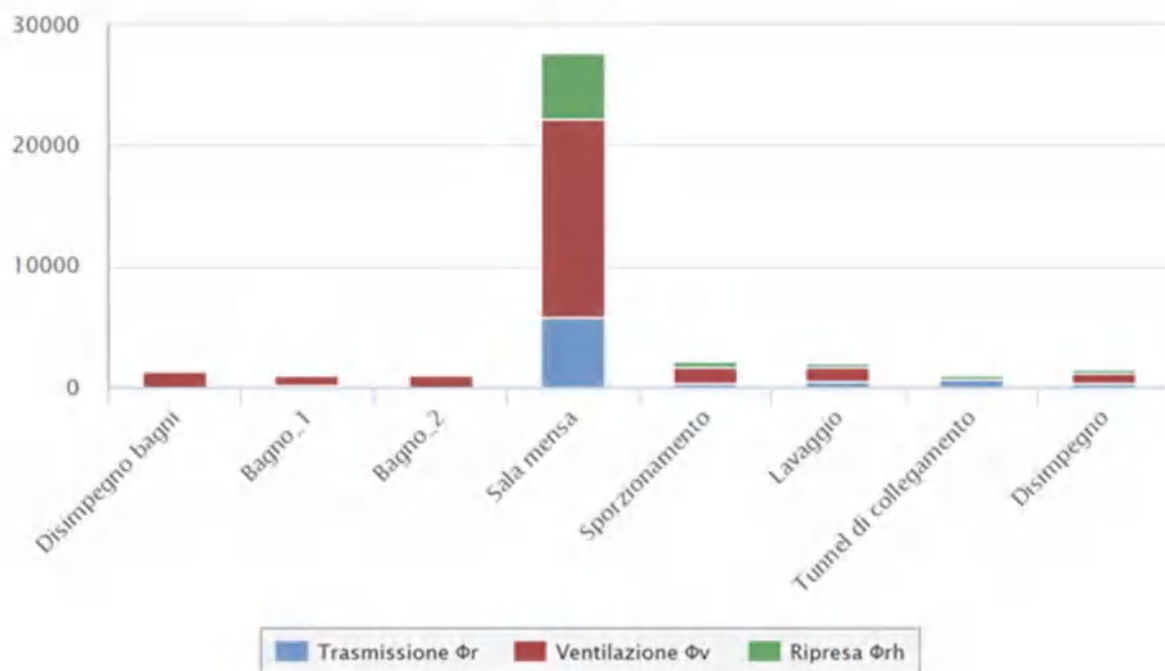
Carico termico per trasmissione, ventilazione e ripresa nelle zone riscaldate

Unità immobiliare	Q _{trasm}	Q _{vent}	Q _{ripresa}
Zona 1	7 712,9 W	22 991,3 W	7 288,9 W

Di seguito il carico richiesto per gli ambienti costituenti le zone riscaldate dell'unità immobiliare

Zona 1

Dispersioni per trasmissione, ventilazione e potenza di ripresa [W] – Zona 1



Carico termico invernale richiesto per singolo ambiente

Locale	Sup,utile	Carico totale	Carico specifico
Disimpegno bagni	4,1 m ²	1 444,6 W	354,078 W/m ²
Bagno_1	2,9 m ²	1 104,4 W	378,212 W/m ²
Bagno_2	2,9 m ²	1 037,7 W	354,148 W/m ²
Sala mensa	243,6 m ²	27 756,8 W	113,944 W/m ²
Sporzionamento	19,9 m ²	2 145,8 W	107,773 W/m ²
Lavaggio	15,9 m ²	1 959,5 W	123,629 W/m ²
Tunnel di collegamento	14,1 m ²	1 058,9 W	75,366 W/m ²
Disimpegno	13,6 m ²	1 485,6 W	109,474 W/m ²

Carico termico per trasmissione, ventilazione e ripresa nei singoli ambienti

Locale	Φ_{trasm}	Φ_{vent}	$\Phi_{ripresa}$
Disimpegno bagni	42,4 W	1 308,4 W	93,8 W
Bagno_1	103,2 W	934,0 W	67,2 W
Bagno_2	31,0 W	939,3 W	67,4 W
Sala mensa	5 763,4 W	16 390,6 W	5 602,8 W
Sporzionamento	333,8 W	1 354,1 W	457,9 W
Lavaggio	517,4 W	1 077,6 W	364,6 W
Tunnel di collegamento	595,1 W	140,6 W	323,2 W
Disimpegno	326,6 W	846,9 W	312,1 W

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Disimpegno bagni - Dqprogetto = 28,5 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o l	U o ψ	Hix	btrx	ΣT
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	5,92	2,046	12,111	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	10,76	2,046	22,028	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	14,06	2,046	28,776	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	10,73	2,046	21,964	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	9,63	2,046	19,708	0,00	0,000
601COP - Tetto a falda	Esterno	-	1,00	4,71	0,170	0,801	1,00	22,860
501PAV - Pavimento su vespaio	Esterno	-	1,00	4,50	0,152	0,685	1,00	19,549
TOTALE Zona 1 - Disimpegno bagni							42,410 W	

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Bagno_1 - Dqprogetto = 28,5 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o l	U o ψ	Hix	btrx	ΣT
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	10,20	2,046	20,881	0,00	0,000
102PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 350 mm	Esterno	NW	1,15	9,21	0,165	1,521	1,00	49,901
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	10,76	2,046	22,028	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	11,23	2,046	22,982	0,00	0,000
601COP - Tetto a falda	Esterno	-	1,00	4,22	0,170	0,718	1,00	20,498
501PAV - Pavimento su vespaio	Esterno	-	1,00	4,04	0,152	0,614	1,00	17,529
803PON - Angolo rientrante	Esterno	-	1,00	3,52	0,112	0,396	1,00	11,295
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	1,12	0,100	0,112	1,00	3,200
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	1,12	0,100	0,112	1,00	3,200
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	0,75	-0,056	-0,042	1,00	-1,198
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	0,75	-0,056	-0,042	1,00	-1,198
TOTALE Zona 1 - Bagno_1							103,228 W	

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Bagno_2 - Dqprogetto = 28,5 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o l	U o ψ	Hix	btrx	ΣT
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	11,93	2,046	24,421	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	11,21	2,046	22,936	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	10,73	2,046	21,964	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	10,17	2,046	20,820	0,00	0,000
601COP - Tetto a falda	Esterno	-	1,00	3,44	0,170	0,586	1,00	16,715
501PAV - Pavimento su vespaio	Esterno	-	1,00	3,29	0,152	0,501	1,00	14,295
TOTALE Zona 1 - Bagno_2							31,010 W	

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Sala mensa - Dqprogetto = 24,5 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o l	U o ψ	Hix	btrx	ΣT
102PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 350 mm	Esterno	SE	1,10	34,58	0,165	5,708	1,00	154,035
103PAR - Parete esterna con cartongesso, aria 70 mm, isolamento 100+100 mm e CLS 300 mm	Esterno	SW	1,05	80,45	0,164	13,181	1,00	339,535
203SER - Serramento 100x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	SW	1,05	2,20	1,101	2,423	1,00	62,424
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	SW	1,05	6,40	0,176	1,124	1,00	28,949
203SER - Serramento 100x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	SW	1,05	2,20	1,101	2,423	1,00	62,424
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	SW	1,05	6,40	0,176	1,124	1,00	28,949
203SER - Serramento 100x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	SW	1,05	2,20	1,101	2,423	1,00	62,424
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	SW	1,05	6,40	0,176	1,124	1,00	28,949
205SER - Serramento 220x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	SW	1,05	4,84	1,028	4,975	1,00	128,165
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	SW	1,05	8,80	0,176	1,545	1,00	39,805
206SER - Serramento 250x220 telaio in alluminio	Esterno	SW	1,05	5,50	1,021	5,613	1,00	144,600

taglio termico con vetrocamera basso emissivo								
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	SW	1,05	9,40	0,176	1,651	1,00	42,519
206SER - Serramento 250x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	SW	1,05	5,50	1,021	5,613	1,00	144,600
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	SW	1,05	9,40	0,176	1,651	1,00	42,519
206SER - Serramento 250x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	SW	1,05	5,50	1,021	5,613	1,00	144,600
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	SW	1,05	9,40	0,176	1,651	1,00	42,519
207SER - Serramento 300x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	SW	1,05	6,60	1,012	6,677	1,00	171,992
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	SW	1,05	10,40	0,176	1,826	1,00	47,042
Parete interna 1 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	4,87	3,508	17,080	0,00	0,000
Parete interna 1 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	15,44	3,508	54,168	0,00	0,000
104PAR - Parete esterna con cartongesso, aria 475 mm, isolamento 100+100 mm e CLS 300 mm	Esterno	NE	1,20	88,29	0,158	13,919	1,00	409,775
201SER - Serramento 300x150 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	NE	1,20	4,50	1,041	4,684	1,00	137,897
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	NE	1,20	9,00	0,176	1,580	1,00	46,525
202SER - Serramento 250x180 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	NE	1,20	4,50	1,034	4,655	1,00	137,033
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	NE	1,20	8,60	0,176	1,510	1,00	44,457
202SER - Serramento 250x180 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	NE	1,20	4,50	1,034	4,655	1,00	137,033
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	NE	1,20	8,60	0,176	1,510	1,00	44,457
203SER - Serramento 100x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	NE	1,20	2,20	1,101	2,423	1,00	71,341
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	NE	1,20	6,40	0,176	1,124	1,00	33,085
204SER - Serramento 140x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	NE	1,20	3,08	1,063	3,274	1,00	96,385
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	NE	1,20	7,20	0,176	1,264	1,00	37,220
204SER - Serramento 140x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	NE	1,20	3,08	1,063	3,274	1,00	96,385
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	NE	1,20	7,20	0,176	1,264	1,00	37,220
205SER - Serramento 220x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	NE	1,20	4,84	1,028	4,975	1,00	146,474
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	NE	1,20	8,80	0,176	1,545	1,00	45,491
102PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 350 mm	Esterno	SE	1,10	34,58	0,165	5,708	1,00	154,035
Parete interna 1 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	4,89	3,508	17,170	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	11,93	2,046	24,421	0,00	0,000
Parete interna 1 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	31,26	3,508	109,65 4	0,00	0,000
601COP - Tetto a falda	Esterno	-	1,00	151,95	0,170	25,864	1,00	634,544
601COP - Tetto a falda	Esterno	-	1,00	151,88	0,170	25,852	1,00	634,236
501PAV - Pavimento su vespaio	Esterno	-	1,00	290,56	0,152	44,226	1,00	1 085,027
802PON - Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	3,52	-0,133	-0,467	1,00	-11,457
802PON - Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	3,52	-0,133	-0,467	1,00	-11,457
802PON - Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	3,52	-0,133	-0,467	1,00	-11,457
802PON - Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	3,52	-0,133	-0,467	1,00	-11,457
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	12,00	0,100	1,202	1,00	29,478
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	12,00	0,100	1,202	1,00	29,478
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	3,03	0,100	0,303	1,00	7,431
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	3,03	0,100	0,303	1,00	7,431
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	3,03	0,100	0,303	1,00	7,431
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	3,03	0,100	0,303	1,00	7,431
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	12,00	0,100	1,202	1,00	29,478
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	12,00	0,100	1,202	1,00	29,478
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	12,00	-0,056	-0,676	1,00	-16,587
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	12,00	-0,056	-0,676	1,00	-16,587
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	3,03	-0,056	-0,170	1,00	-4,181
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	3,03	-0,056	-0,170	1,00	-4,181
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	3,03	-0,056	-0,170	1,00	-4,181
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	3,03	-0,056	-0,170	1,00	-4,181
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	12,00	-0,056	-0,676	1,00	-16,587
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	12,00	-0,056	-0,676	1,00	-16,587

TOTALE Zona 1 - Sala mensa

5 763,405 W

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Sporzionamento - Dqprogetto = 24,5 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o l	U o ψ	Hix	btrx	ΣT
Parete interna 1 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	4,87	3,508	17,080	0,00	0,000
103PAR - Parete esterna con cartongesso, aria 70 mm, isolamento 100+100 mm e CLS 300 mm	Esterno	SW	1,05	13,36	0,164	2,188	1,00	56,373
203SER - Serramento 100x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	SW	1,05	2,20	1,101	2,423	1,00	62,424
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	SW	1,05	6,40	0,176	1,124	1,00	28,949
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	32,27	2,046	66,039	0,00	0,000
Parete interna 1 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	4,89	3,508	17,170	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	11,21	2,046	22,936	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	4,89	2,046	10,017	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	9,63	2,046	19,708	0,00	0,000
Parete interna 1 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	31,26	3,508	109,654	0,00	0,000
601COP - Tetto a falda	Esterno	-	1,00	2,75	0,170	0,469	1,00	11,496
601COP - Tetto a falda	Esterno	-	1,00	20,81	0,170	3,542	1,00	86,900
501PAV - Pavimento su vespaio	Esterno	-	1,00	22,53	0,152	3,430	1,00	84,146
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	1,62	0,100	0,163	1,00	3,988
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	1,62	0,100	0,163	1,00	3,988
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	1,62	-0,056	-0,091	1,00	-2,244
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	1,62	-0,056	-0,091	1,00	-2,244
TOTALE Zona 1 - Sporzionamento							333,776 W	

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Lavaggio - Dqprogetto = 24,5 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o l	U o ψ	Hix	btrx	ΣT
102PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 350 mm	Esterno	NW	1,15	34,58	0,165	5,708	1,00	161,037
103PAR - Parete esterna con cartongesso, aria 70 mm, isolamento 100+100 mm e CLS 300 mm	Esterno	SW	1,05	12,51	0,164	2,049	1,00	52,780
204SER - Serramento 140x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	SW	1,05	3,08	1,063	3,274	1,00	84,337
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	SW	1,05	7,20	0,176	1,264	1,00	32,568
102PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 350 mm	Esterno	NW	1,15	4,89	0,165	0,808	1,00	22,793
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	32,27	2,046	66,039	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	4,89	2,046	10,017	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	5,92	2,046	12,111	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	11,23	2,046	22,982	0,00	0,000
601COP - Tetto a falda	Esterno	-	1,00	2,65	0,170	0,451	1,00	11,067
601COP - Tetto a falda	Esterno	-	1,00	20,31	0,170	3,456	1,00	84,799
501PAV - Pavimento su vespaio	Esterno	-	1,00	21,95	0,152	3,342	1,00	81,982
802PON - Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	3,52	-0,133	-0,467	1,00	-11,457
802PON - Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	3,52	-0,133	-0,467	1,00	-11,457
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	1,63	0,100	0,163	1,00	3,996
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	1,63	0,100	0,163	1,00	3,996
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	3,03	0,100	0,303	1,00	7,431
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	3,03	0,100	0,303	1,00	7,431
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	1,63	-0,056	-0,092	1,00	-2,248
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	1,63	-0,056	-0,092	1,00	-2,248
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	3,03	-0,056	-0,170	1,00	-4,181
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	3,03	-0,056	-0,170	1,00	-4,181
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	0,38	-0,056	-0,021	1,00	-0,518
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	0,38	-0,056	-0,021	1,00	-0,518
TOTALE Zona 1 - Lavaggio							517,405 W	

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Tunnel di collegamento - Dqprogetto = 24,5 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o l	U o ψ	Hix	btrx	ΣT
----------------------	-------	----	---	--------	-------	-----	------	----

101PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 250 mm	Esterno	SW	1,05	26,11	0,167	4,352	1,00	112,122
105PAR - Parete interna su edificio confinante riscaldato	Edificio confinante riscaldato	-	1,00	14,08	0,483	6,792	0,08	13,584
101PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 250 mm	Esterno	NE	1,20	20,35	0,167	3,392	1,00	99,868
208SER - Serramento 240x240 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo	Esterno	NE	1,20	5,76	1,018	5,862	1,00	172,578
801PON - Telaio serramento su parete	Esterno	NE	1,20	9,60	0,176	1,686	1,00	49,627
Parete interna 1 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	14,08	3,508	49,390	0,00	0,000
102PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 350 mm	Esterno	SE	1,10	4,32	0,165	0,712	1,00	19,224
602COP - Tetto piano	Esterno	-	1,00	20,11	0,151	3,028	1,00	74,300
501PAV - Pavimento su vespaio	Esterno	-	1,00	20,27	0,152	3,085	1,00	75,688
802PON - Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	3,52	-0,133	-0,467	1,00	-11,457
802PON - Angolo sporgente	Esterno	-	1,00	3,52	-0,133	-0,467	1,00	-11,457
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	3,08	0,100	0,308	1,00	7,561
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	3,08	0,100	0,308	1,00	7,561
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	3,08	0,100	0,308	1,00	7,561
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	3,08	0,100	0,308	1,00	7,561
806PON - Parete su tetto piano	Esterno	-	1,00	3,08	-0,161	-0,495	1,00	-12,153
806PON - Parete su tetto piano	Esterno	-	1,00	3,08	-0,161	-0,495	1,00	-12,153
806PON - Parete su tetto piano	Esterno	-	1,00	3,08	-0,161	-0,495	1,00	-12,153
806PON - Parete su tetto piano	Esterno	-	1,00	3,08	-0,161	-0,495	1,00	-12,153
803PON - Angolo rientrante	Esterno	-	1,00	3,52	0,112	0,396	1,00	9,712
803PON - Angolo rientrante	Esterno	-	1,00	3,52	0,112	0,396	1,00	9,712
TOTALE Zona 1 - Tunnel di collegamento							595,134 W	

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Disimpegno - Dqprogetto = 24,5 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o l	U o ψ	Hix	btrx	ΔT
104PAR - Parete esterna con cartongesso, aria 475 mm, isolamento 100+100 mm e CLS 300 mm	Esterno	NE	1,20	31,14	0,158	4,910	1,00	144,542
Parete interna 1 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	15,44	3,508	54,168	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	10,20	2,046	20,881	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	14,06	2,046	28,776	0,00	0,000
Parete interna 10 cm	Locale interno alla zona	-	1,00	10,17	2,046	20,820	0,00	0,000
601COP - Tetto a falda	Esterno	-	1,00	21,34	0,170	3,633	1,00	89,125
501PAV - Pavimento su vespaio	Esterno	-	1,00	20,41	0,152	3,107	1,00	76,218
803PON - Angolo rientrante	Esterno	-	1,00	3,52	0,112	0,396	1,00	9,712
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	3,25	0,100	0,325	1,00	7,984
804PON - Parete su pavimento	Esterno	-	1,00	3,25	0,100	0,325	1,00	7,984
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	3,25	-0,056	-0,183	1,00	-4,492
805PON - Parete su tetto a falda	Esterno	-	1,00	3,25	-0,056	-0,183	1,00	-4,492
TOTALE Zona 1 - Disimpegno							326,579 W	

Unità immobiliare 01 - Zona 1

Volume netto totale dell'edificio Vn: 1 619,5 m³

Zona: Zona 1

Locale	Vn	V'i	HV	ΔTp	ΔV
Disimpegno bagni	22,5	134,9	45,9	28,5	1 308,4
Bagno_1	16,0	96,3	32,7	28,5	934,0
Bagno_2	16,1	96,8	32,9	28,5	939,3
Sala mensa	1 275,9	1 965,0	668,1	24,5	16 390,6
Sporzionamento	105,4	162,3	55,2	24,5	1 354,1
Lavaggio	83,9	129,2	43,9	24,5	1 077,6
Tunnel di collegamento	33,7	16,9	5,7	24,5	140,6
Disimpegno	65,9	101,5	34,5	24,5	846,9

TOTALE Zona 1	1 619,5	2 702,8	919,0	-	22 991,3 W
---------------	---------	---------	-------	---	------------

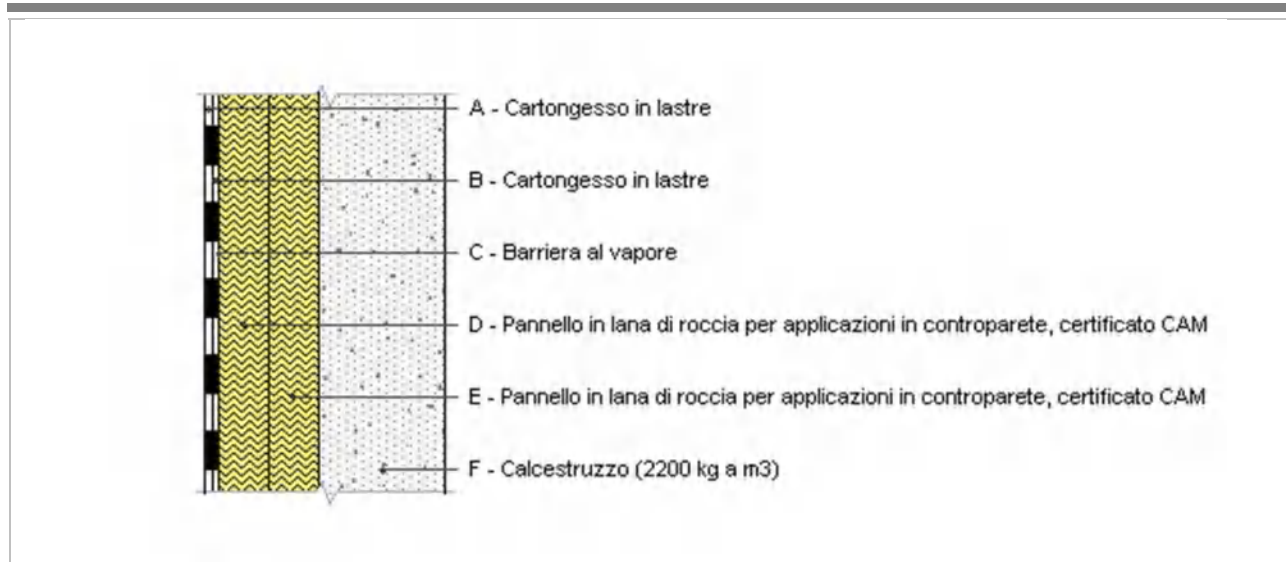
Zona: Zona 1 - fRH = 23,0

Locale	Su	ΣRH
Disimpegno bagni	4,1 m²	93,8 W
Bagno_1	2,9 m²	67,2 W
Bagno_2	2,9 m²	67,4 W
Sala mensa	243,6 m²	5 602,8 W
Sporzionamento	19,9 m²	457,9 W
Lavaggio	15,9 m²	364,6 W
Tunnel di collegamento	14,1 m²	323,2 W
Disimpegno	13,6 m²	312,1 W

ALLEGATO

STRATIGRAFIE COMPONENTI DISPERDENTI

101PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 250 mm



Spessore	475,5 mm	Trasmittanza	0,167 W/m²K
Resistenza	5,998 m²K/W	Massa superf.	587 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
B	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
C	Barriera al vapore	0,5	0,230	0,002	360	1,50	99 999,0
D	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	100,0	0,036	2,778	70	1,03	1,0
E	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	100,0	0,036	2,778	70	1,03	1,0
F	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	250,0	1,650	0,152	2 200	1,00	70,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	475,5		5,998			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Palestre, cucine, mense
Prod. nota	- kg/h

Mese	θ_i	ϕ_i	θ_e	ϕ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	2,6 °C	93,6 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	3,1 °C	86,2 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,2 °C	74,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,7 °C	72,1 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	17,4 °C	66,5 %	0,5 1/h
giugno	20,7 °C	- %	20,7 °C	58,1 %	0,5 1/h
luglio	21,8 °C	- %	21,8 °C	70,9 %	0,5 1/h
agosto	21,6 °C	- %	21,6 °C	70,5 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,0 °C	77,7 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	12,6 °C	80,3 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,3 °C	92,5 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,1 °C	98,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,60 °C	689,00 Pa
ESTIVA	21,80 °C	1 696,70 Pa	21,80 °C	1 850,80 Pa

θ_i : temperatura interna

ϕ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

ϕ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,027 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 511,373 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	ϕ_i
ottobre	12,6 °C	1170,97 Pa	462,6 Pa	1633,57 Pa	20 °C	80 %
novembre	7,3 °C	945,49 Pa	722,3 Pa	1667,79 Pa	20 °C	93 %
dicembre	3,1 °C	749,81 Pa	928,1 Pa	1677,91 Pa	20 °C	98 %
gennaio	2,6 °C	689,04 Pa	952,6 Pa	1641,64 Pa	20 °C	94 %
febbraio	3,1 °C	657,51 Pa	928,1 Pa	1585,61 Pa	20 °C	86 %
marzo	8,2 °C	810,83 Pa	678,2 Pa	1489,03 Pa	20 °C	75 %
aprile	11,7 °C	990,88 Pa	506,7 Pa	1497,58 Pa	20 °C	72 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	17,84 °C	0,7079
novembre	18,17 °C	0,8558
dicembre	18,26 °C	0,8973
gennaio	17,92 °C	0,8803
febbraio	17,37 °C	0,8441
marzo	16,38 °C	0,6928
aprile	16,47 °C	0,5741

θ_e : temperatura esterna

P_e : pressione esterna

ΔP : variazione di pressione

P_i : pressione interna

θ_i : temperatura interna

ϕ_i : umidità relativa interna

θ_{si} critica: temperatura superficiale critica
f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi}: 0,8973 (mese di Dicembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 641,6	1 585,6	1 489,0	1 497,6	1 548,3	1 483,4	1 862,6	1 839,6	1 800,8	1 633,6	1 667,8	1 677,9
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 640,4	1 584,4	1 488,1	1 496,9	1 548,0	1 483,3	1 862,5	1 839,5	1 800,6	1 632,9	1 666,8	1 676,7
	2 212,6	2 216,1	2 252,0	2 276,9	2 058,9	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 322,4	2 283,3	2 245,6	2 216,1
A-B	1 639,1	1 583,1	1 487,2	1 496,2	1 547,7	1 483,2	1 862,5	1 839,5	1 800,3	1 632,3	1 665,8	1 675,4
	2 189,4	2 193,5	2 236,0	2 265,5	2 058,1	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 319,6	2 273,2	2 228,4	2 193,5
B-C	1 046,8	1 006,1	1 065,5	1 181,2	1 406,3	1 442,4	1 855,2	1 826,1	1 677,2	1 344,7	1 216,7	1 098,4
	2 188,5	2 192,7	2 235,4	2 265,1	2 058,1	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 319,5	2 272,8	2 227,8	2 192,7
C-D	1 045,6	1 004,9	1 064,7	1 180,5	1 406,0	1 442,3	1 855,2	1 826,0	1 676,9	1 344,1	1 215,8	1 097,2
	1 315,9	1 338,6	1 590,1	1 786,0	2 023,1	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 192,1	1 839,6	1 542,9	1 338,6
D-E	1 044,4	1 003,7	1 063,8	1 179,9	1 405,7	1 442,2	1 855,2	1 826,0	1 676,7	1 343,5	1 214,9	1 096,0
	765,2	791,9	1 114,5	1 398,1	1 988,6	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 071,0	1 480,6	1 050,3	791,9
E-F	689,0	657,5	810,8	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,5	749,8
	742,1	768,8	1 092,6	1 379,3	1 986,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 064,5	1 462,9	1 028,0	768,8
F-Add	689,0	657,5	810,8	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,5	749,8
	736,2	762,8	1 086,9	1 374,3	1 986,3	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 062,8	1 458,2	1 022,2	762,8

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	20,7	21,8	21,6	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,3	19,3	19,5	19,7	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,7	19,5	19,3
A-B	19,1	19,1	19,4	19,6	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,6	19,4	19,1
B-C	19,0	19,0	19,3	19,5	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,6	19,2	19,0
C-D	18,9	19,0	19,3	19,5	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,6	19,2	19,0
D-E	11,0	11,3	13,9	15,7	17,7	20,7	21,8	21,6	19,0	16,2	13,5	11,3
E-F	3,1	3,6	8,6	12,0	17,4	20,7	21,8	21,6	18,1	12,8	7,7	3,6
F-Add	2,7	3,2	8,3	11,8	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,6	7,4	3,2
Add-Esterno	2,6	3,1	8,2	11,7	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,6	7,3	3,1

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. E/F												
Gc [Kg/m²]	0,0080	0,0055	-0,0014	-0,0060	-0,0166	-0,0275	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0045	0,0087
Ma [Kg/m²]	0,0212	0,0266	0,0252	0,0191	0,0025	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0045	0,0132
Interf. F/G												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

gennaio - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0212 kg/m²
febbraio - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0266 kg/m²
marzo - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0252 kg/m²
aprile - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0191 kg/m²
maggio - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0025 kg/m²
novembre - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0045 kg/m²
dicembre - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0132 kg/m²
Visualizza/modifica gli elementi in archiviofebbraio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0087 kg/m² E-F nel mese di dicembre

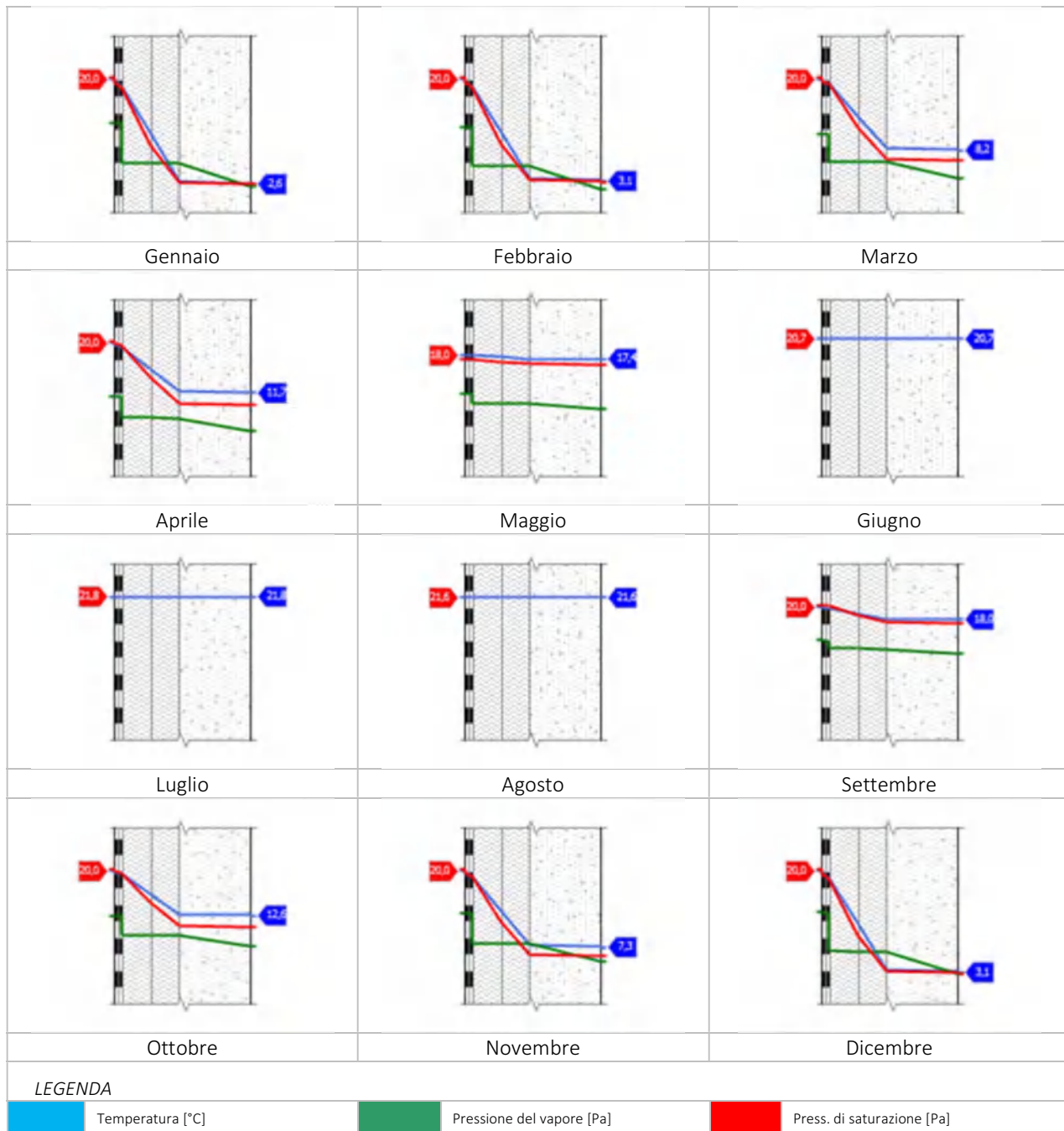
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0266 nel mese di febbraio kg/m² E-F

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia E-F - Formazione di condensa: 0,0266 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	587 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

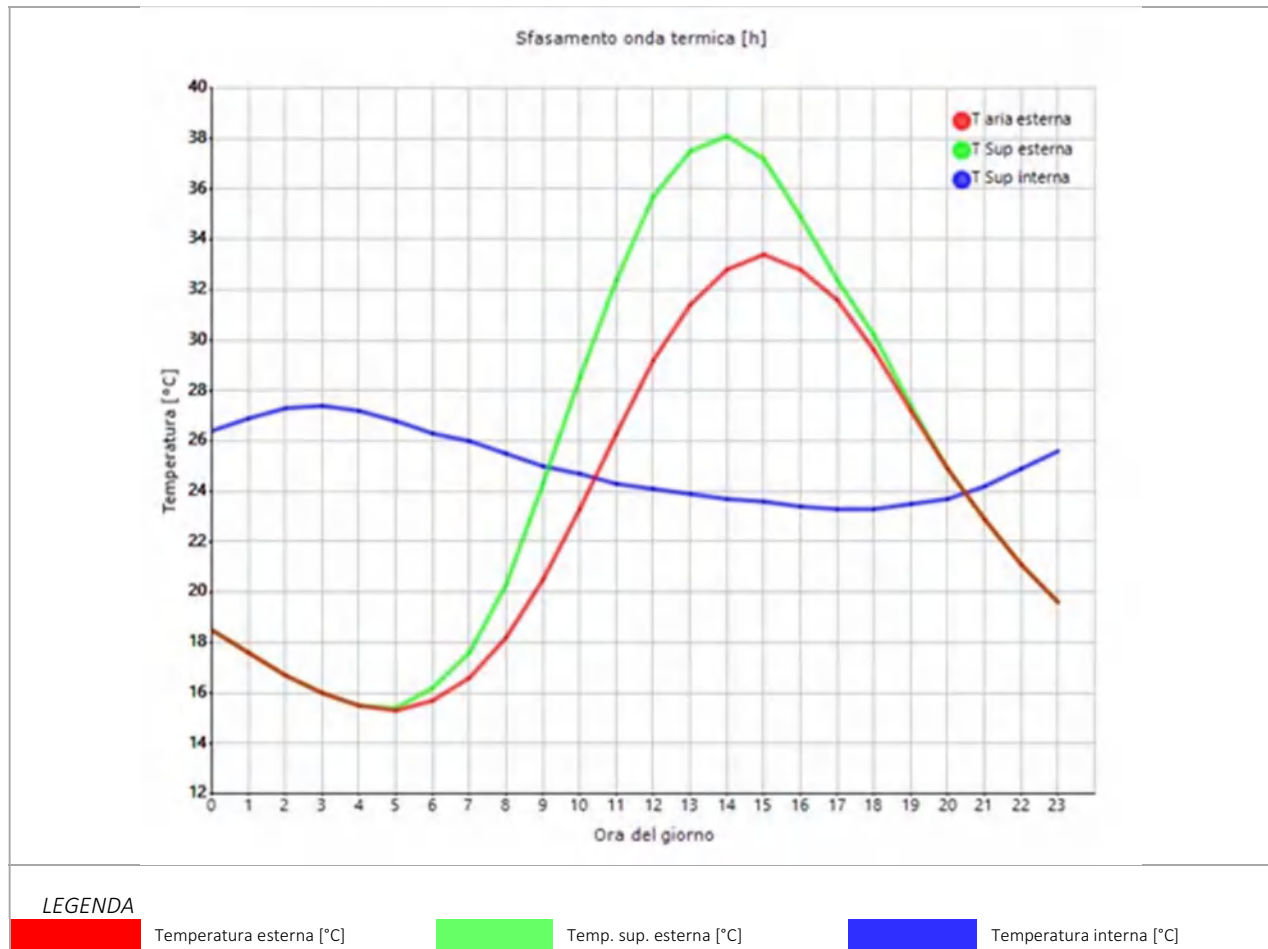
Comune	Palazzolo sull'Oglio
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	20,7 °C
Temperatura massima estiva	33,4 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,1 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	284,72 W/m ²

Inerzia termica

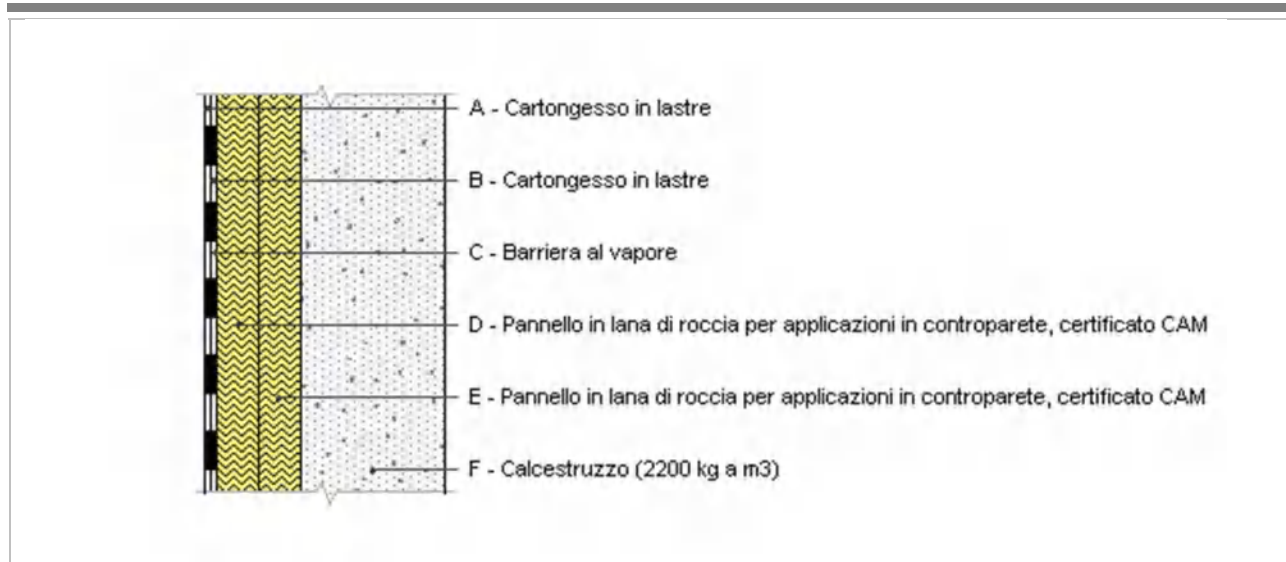
Sfasamento dell'onda termica	13h 01'
Fattore di attenuazione	0,1776
Capacità termica interna C1	29,6 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	150,8 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	16,1 W/m ² K
Ammettenza interna	10,9 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	13,7 W/m ² K
Ammettenza esterna	10,9 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,030 W/m ² K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradianza solare giorno più caldo Ie	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	18,55	0,00	18,55	26,35
1:00	17,64	0,00	17,64	26,92
2:00	16,74	0,00	16,74	27,25
3:00	16,01	0,00	16,01	27,35
4:00	15,47	0,00	15,47	27,20
5:00	15,29	10,17	15,41	26,80
6:00	15,65	49,17	16,24	26,35
7:00	16,56	85,79	17,59	25,95
8:00	18,19	173,67	20,27	25,45
9:00	20,54	316,63	24,34	25,01
10:00	23,25	433,79	28,46	24,66
11:00	26,33	509,38	32,44	24,34
12:00	29,23	535,38	35,65	24,08
13:00	31,40	509,38	37,51	23,89
14:00	32,85	433,79	38,05	23,73
15:00	33,39	316,63	37,19	23,57
16:00	32,85	173,67	34,93	23,44
17:00	31,58	69,75	32,42	23,34
18:00	29,59	49,58	30,18	23,33
19:00	27,24	10,17	27,36	23,48
20:00	24,88	0,00	24,88	23,72
21:00	22,89	0,00	22,89	24,19
22:00	21,08	0,00	21,08	24,92
23:00	19,63	0,00	19,63	25,65

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



102PAR - Parete esterna con cartongesso, isolamento 100+100 mm e CLS 350 mm



Spessore	575,5 mm	Trasmittanza	0,165 W/m²K
Resistenza	6,059 m²K/W	Massa superf.	807 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
B	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
C	Barriera al vapore	0,5	0,230	0,002	360	1,50	99 999,0
D	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	100,0	0,036	2,778	70	1,03	1,0
E	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	100,0	0,036	2,778	70	1,03	1,0
F	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	350,0	1,650	0,212	2 200	1,00	70,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	575,5		6,059			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Palestre, cucine, mense
Prod. nota	- kg/h

Mese	θ_i	ϕ_i	θ_e	ϕ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	2,6 °C	93,6 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	3,1 °C	86,2 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,2 °C	74,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,7 °C	72,1 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	17,4 °C	66,5 %	0,5 1/h
giugno	20,7 °C	- %	20,7 °C	58,1 %	0,5 1/h
luglio	21,8 °C	- %	21,8 °C	70,9 %	0,5 1/h
agosto	21,6 °C	- %	21,6 °C	70,5 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,0 °C	77,7 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	12,6 °C	80,3 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,3 °C	92,5 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,1 °C	98,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,60 °C	689,00 Pa
ESTIVA	21,80 °C	1 696,70 Pa	21,80 °C	1 850,80 Pa

θ_i : temperatura interna

ϕ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

ϕ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,028 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 511,404 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	ϕ_i
ottobre	12,6 °C	1170,97 Pa	462,6 Pa	1633,57 Pa	20 °C	80 %
novembre	7,3 °C	945,49 Pa	722,3 Pa	1667,79 Pa	20 °C	93 %
dicembre	3,1 °C	749,81 Pa	928,1 Pa	1677,91 Pa	20 °C	98 %
gennaio	2,6 °C	689,04 Pa	952,6 Pa	1641,64 Pa	20 °C	94 %
febbraio	3,1 °C	657,51 Pa	928,1 Pa	1585,61 Pa	20 °C	86 %
marzo	8,2 °C	810,83 Pa	678,2 Pa	1489,03 Pa	20 °C	75 %
aprile	11,7 °C	990,88 Pa	506,7 Pa	1497,58 Pa	20 °C	72 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	17,84 °C	0,7079
novembre	18,17 °C	0,8558
dicembre	18,26 °C	0,8973
gennaio	17,92 °C	0,8803
febbraio	17,37 °C	0,8441
marzo	16,38 °C	0,6928
aprile	16,47 °C	0,5741

θ_e : temperatura esterna

P_e : pressione esterna

ΔP : variazione di pressione

P_i : pressione interna

θ_i : temperatura interna

ϕ_i : umidità relativa interna

θ_{si} critica: temperatura superficiale critica
f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi}: 0,8973 (mese di Dicembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 641,6	1 585,6	1 489,0	1 497,6	1 548,3	1 483,4	1 862,6	1 839,6	1 800,8	1 633,6	1 667,8	1 677,9
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 640,5	1 584,5	1 488,2	1 497,0	1 548,0	1 483,3	1 862,5	1 839,5	1 800,6	1 633,0	1 666,9	1 676,8
	2 213,8	2 217,3	2 252,8	2 277,5	2 058,9	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 322,5	2 283,9	2 246,5	2 217,3
A-B	1 639,4	1 583,4	1 487,4	1 496,4	1 547,7	1 483,3	1 862,5	1 839,5	1 800,4	1 632,5	1 666,1	1 675,7
	2 190,8	2 194,9	2 236,9	2 266,2	2 058,2	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 319,7	2 273,8	2 229,5	2 194,9
B-C	1 124,0	1 081,3	1 120,5	1 222,3	1 424,7	1 447,7	1 856,1	1 827,8	1 693,2	1 382,2	1 275,3	1 173,6
	2 189,9	2 194,1	2 236,3	2 265,8	2 058,2	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 319,6	2 273,4	2 228,8	2 194,1
C-D	1 123,0	1 080,3	1 119,8	1 221,7	1 424,5	1 447,7	1 856,1	1 827,8	1 693,0	1 381,7	1 274,5	1 172,6
	1 323,6	1 346,2	1 596,3	1 790,8	2 023,5	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 193,5	1 844,0	1 549,4	1 346,2
D-E	1 122,0	1 079,3	1 119,0	1 221,2	1 424,2	1 447,6	1 856,1	1 827,8	1 692,8	1 381,2	1 273,7	1 171,6
	774,2	800,9	1 123,0	1 405,4	1 989,4	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 073,4	1 487,4	1 059,0	800,9
E-F	689,0	657,5	810,8	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,5	749,8
	742,1	768,7	1 092,6	1 379,2	1 986,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 064,5	1 462,8	1 027,9	768,7
F-Add	689,0	657,5	810,8	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,5	749,8
	736,2	762,8	1 086,9	1 374,3	1 986,3	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 062,8	1 458,2	1 022,2	762,8

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	20,7	21,8	21,6	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,3	19,3	19,5	19,7	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,7	19,5	19,3
A-B	19,1	19,2	19,4	19,6	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,6	19,4	19,2
B-C	19,0	19,0	19,3	19,5	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,6	19,2	19,0
C-D	19,0	19,0	19,3	19,5	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,6	19,2	19,0
D-E	11,1	11,4	14,0	15,8	17,7	20,7	21,8	21,6	19,0	16,2	13,5	11,4
E-F	3,3	3,8	8,7	12,0	17,4	20,7	21,8	21,6	18,1	12,9	7,8	3,8
F-Add	2,7	3,2	8,3	11,8	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,6	7,4	3,2
Add-Esterno	2,6	3,1	8,2	11,7	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,6	7,3	3,1

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. E/F												
Gc [Kg/m²]	0,0081	0,0059	-0,0001	-0,0042	-0,0132	-0,0225	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0049	0,0087
Ma [Kg/m²]	0,0217	0,0275	0,0274	0,0233	0,0101	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0049	0,0135
Interf. F/G												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

gennaio - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0217 kg/m²
febbraio - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0275 kg/m²
marzo - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0274 kg/m²
aprile - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0233 kg/m²
maggio - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0101 kg/m²
novembre - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0049 kg/m²
dicembre - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0135 kg/m²
Visualizza/modifica gli elementi in archiviofebbraio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0087 kg/m² E-F nel mese di dicembre

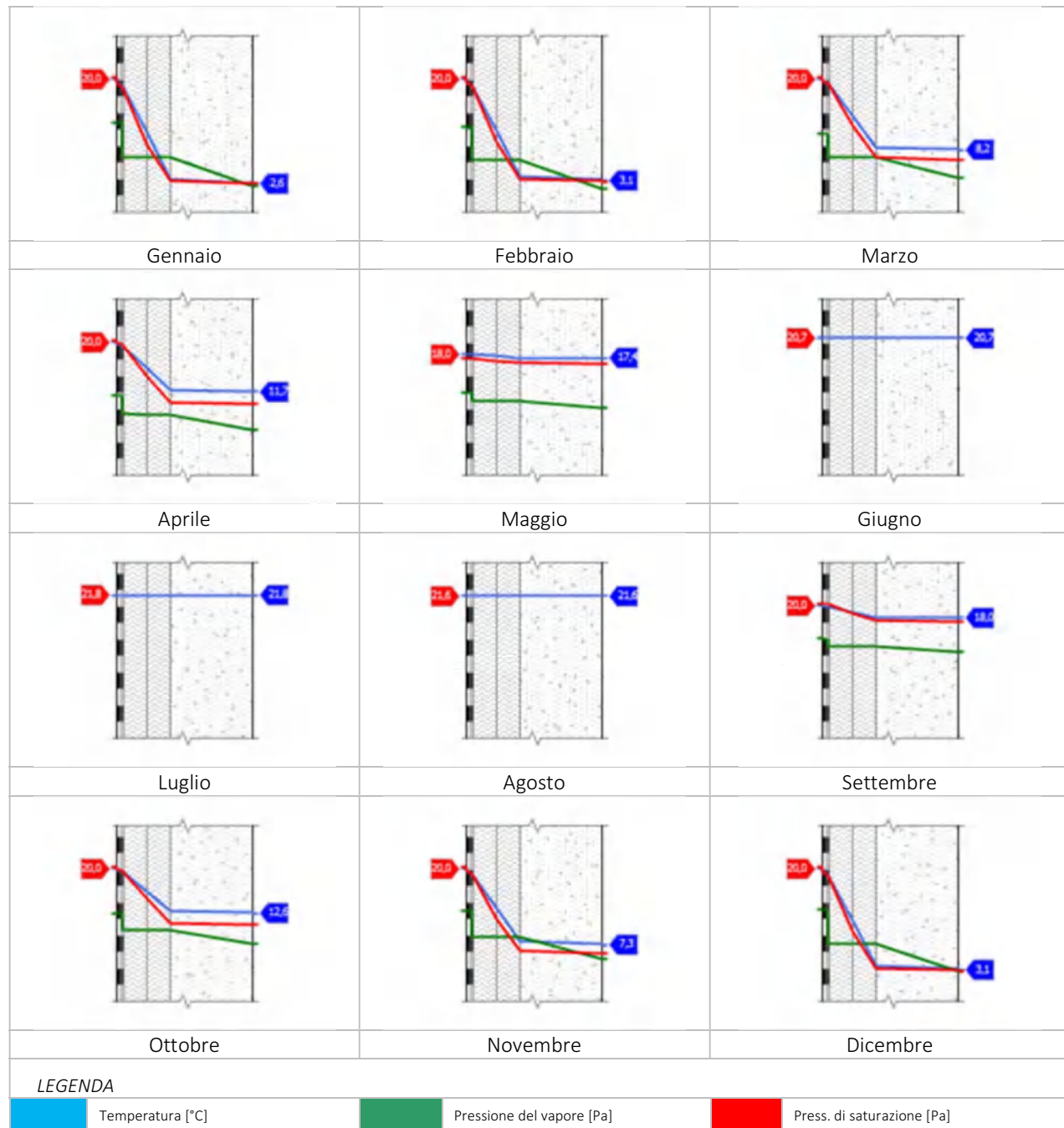
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0275 nel mese di febbraio kg/m² E-F

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia E-F - Formazione di condensa: 0,0275 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	807 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

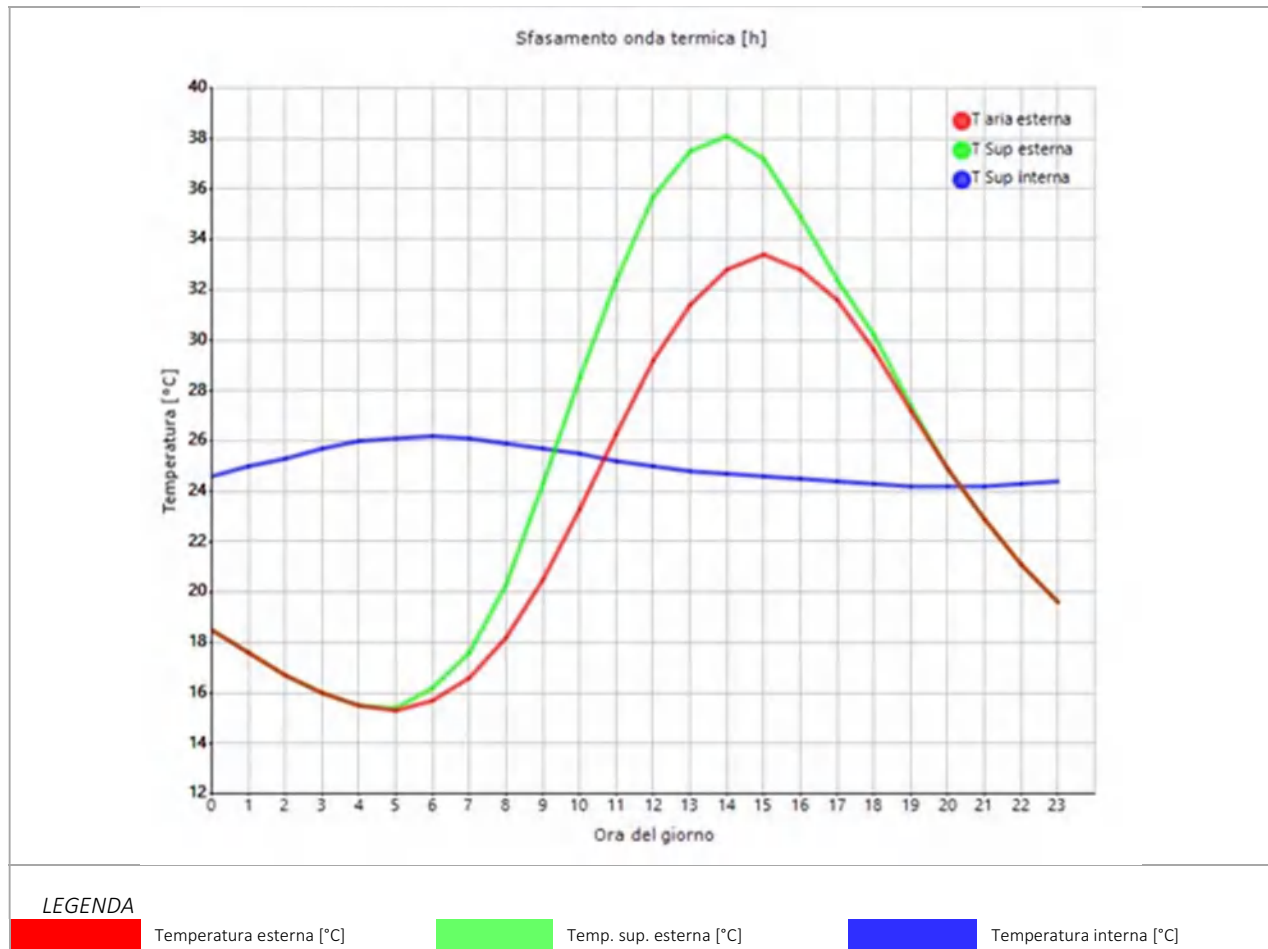
Comune	Palazzolo sull'Oglio
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	20,7 °C
Temperatura massima estiva	33,4 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,1 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	284,72 W/m ²

Inerzia termica

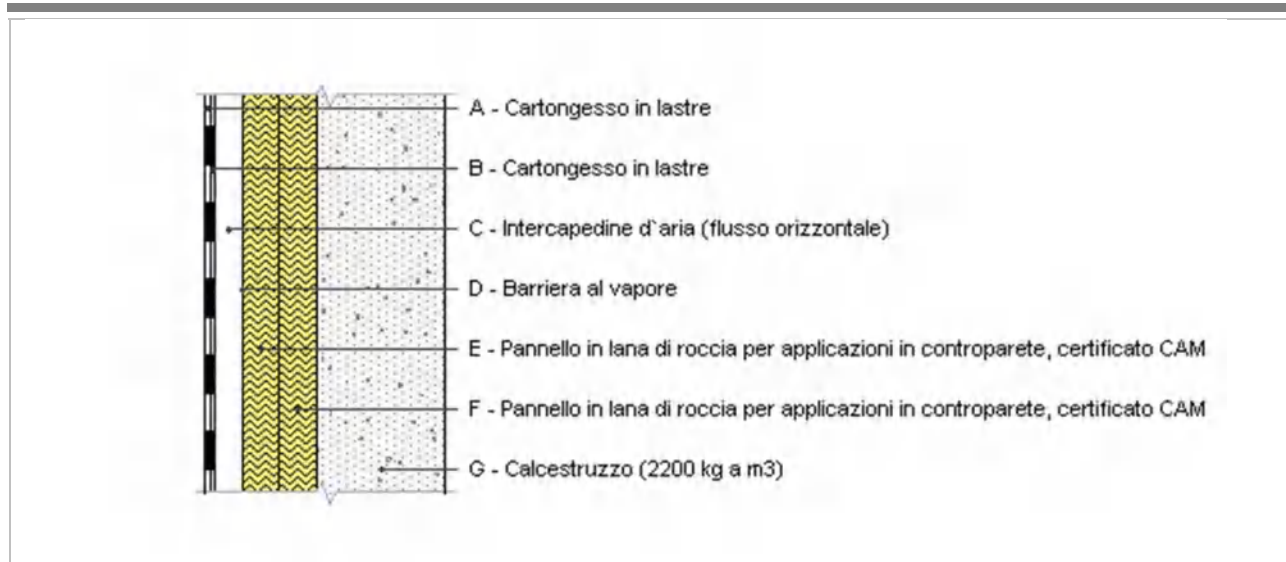
Sfasamento dell'onda termica	15h 38'
Fattore di attenuazione	0,0889
Capacità termica interna C1	29,4 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	145,4 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	16,1 W/m ² K
Ammettenza interna	10,6 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	13,8 W/m ² K
Ammettenza esterna	10,6 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,015 W/m ² K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradiazione solare giorno più caldo Ie	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	18,55	0,00	18,55	24,62
1:00	17,64	0,00	17,64	24,98
2:00	16,74	0,00	16,74	25,34
3:00	16,01	0,00	16,01	25,70
4:00	15,47	0,00	15,47	25,98
5:00	15,29	10,17	15,41	26,15
6:00	15,65	49,17	16,24	26,20
7:00	16,56	85,79	17,59	26,12
8:00	18,19	173,67	20,27	25,92
9:00	20,54	316,63	24,34	25,70
10:00	23,25	433,79	28,46	25,50
11:00	26,33	509,38	32,44	25,25
12:00	29,23	535,38	35,65	25,03
13:00	31,40	509,38	37,51	24,85
14:00	32,85	433,79	38,05	24,69
15:00	33,39	316,63	37,19	24,56
16:00	32,85	173,67	34,93	24,46
17:00	31,58	69,75	32,42	24,38
18:00	29,59	49,58	30,18	24,30
19:00	27,24	10,17	27,36	24,24
20:00	24,88	0,00	24,88	24,19
21:00	22,89	0,00	22,89	24,18
22:00	21,08	0,00	21,08	24,26
23:00	19,63	0,00	19,63	24,38

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



103PAR - Parete esterna con cartongesso, aria 70 mm, isolamento 100+100 mm e CLS 300 mm



Spessore	650,5 mm	Trasmittanza	0,164 W/m²K
Resistenza	6,104 m²K/W	Massa superf.	807 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
B	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
C	Intercapedine d'aria (flusso orizzontale)	75,0	1,670	0,045	1	1,00	1,0
D	Barriera al vapore	0,5	0,230	0,002	360	1,50	99 999,0
E	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	100,0	0,036	2,778	70	1,03	1,0
F	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	100,0	0,036	2,778	70	1,03	1,0
G	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	350,0	1,650	0,212	2 200	1,00	70,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	650,5		6,104			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Palestre, cucine, mense
Prod. nota	- kg/h

Mese	θ_i	ϕ_i	θ_e	ϕ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	2,6 °C	93,6 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	3,1 °C	86,2 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,2 °C	74,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,7 °C	72,1 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	17,4 °C	66,5 %	0,5 1/h
giugno	20,7 °C	- %	20,7 °C	58,1 %	0,5 1/h
luglio	21,8 °C	- %	21,8 °C	70,9 %	0,5 1/h
agosto	21,6 °C	- %	21,6 °C	70,5 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,0 °C	77,7 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	12,6 °C	80,3 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,3 °C	92,5 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,1 °C	98,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,60 °C	689,00 Pa
ESTIVA	21,80 °C	1 696,70 Pa	21,80 °C	1 850,80 Pa

θ_i : temperatura interna

ϕ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

ϕ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,028 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 511,427 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	ϕ_i
ottobre	12,6 °C	1170,97 Pa	462,6 Pa	1633,57 Pa	20 °C	80 %
novembre	7,3 °C	945,49 Pa	722,3 Pa	1667,79 Pa	20 °C	93 %
dicembre	3,1 °C	749,81 Pa	928,1 Pa	1677,91 Pa	20 °C	98 %
gennaio	2,6 °C	689,04 Pa	952,6 Pa	1641,64 Pa	20 °C	94 %
febbraio	3,1 °C	657,51 Pa	928,1 Pa	1585,61 Pa	20 °C	86 %
marzo	8,2 °C	810,83 Pa	678,2 Pa	1489,03 Pa	20 °C	75 %
aprile	11,7 °C	990,88 Pa	506,7 Pa	1497,58 Pa	20 °C	72 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	17,84 °C	0,7079
novembre	18,17 °C	0,8558
dicembre	18,26 °C	0,8973
gennaio	17,92 °C	0,8803
febbraio	17,37 °C	0,8441
marzo	16,38 °C	0,6928
aprile	16,47 °C	0,5741

θ_e : temperatura esterna

P_e : pressione esterna

ΔP : variazione di pressione

P_i : pressione interna

θ_i : temperatura interna

ϕ_i : umidità relativa interna

θ_{si} critica: temperatura superficiale critica
f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi}: 0,8973 (mese di Dicembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 641,6	1 585,6	1 489,0	1 497,6	1 548,3	1 483,4	1 862,6	1 839,6	1 800,8	1 633,6	1 667,8	1 677,9
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 640,5	1 584,5	1 488,2	1 497,0	1 548,0	1 483,3	1 862,5	1 839,5	1 800,6	1 633,0	1 666,9	1 676,8
	2 214,7	2 218,1	2 253,4	2 277,9	2 059,0	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 322,6	2 284,2	2 247,1	2 218,1
A-B	1 639,4	1 583,4	1 487,4	1 496,4	1 547,7	1 483,3	1 862,5	1 839,5	1 800,4	1 632,5	1 666,1	1 675,7
	2 191,8	2 195,9	2 237,6	2 266,7	2 058,2	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 319,9	2 274,2	2 230,2	2 195,9
B-C	1 638,6	1 582,7	1 486,9	1 496,0	1 547,6	1 483,2	1 862,5	1 839,5	1 800,2	1 632,1	1 665,5	1 675,0
	2 174,7	2 179,2	2 225,8	2 258,3	2 057,7	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 317,8	2 266,7	2 217,5	2 179,2
C-D	1 123,7	1 081,0	1 120,3	1 222,1	1 424,6	1 447,7	1 856,1	1 827,8	1 693,2	1 382,0	1 275,0	1 173,3
	2 173,9	2 178,4	2 225,2	2 257,9	2 057,6	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 317,7	2 266,3	2 216,9	2 178,4
D-E	1 122,6	1 080,0	1 119,5	1 221,5	1 424,4	1 447,6	1 856,1	1 827,8	1 692,9	1 381,5	1 274,3	1 172,3
	1 318,2	1 340,8	1 592,0	1 787,4	2 023,2	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 192,5	1 840,9	1 544,9	1 340,8
E-F	1 121,6	1 079,0	1 118,8	1 221,0	1 424,1	1 447,6	1 856,1	1 827,8	1 692,7	1 381,0	1 273,5	1 171,3
	773,9	800,6	1 122,7	1 405,2	1 989,3	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 073,4	1 487,2	1 058,7	800,6
F-G	689,0	657,5	810,8	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,5	749,8
	742,0	768,7	1 092,5	1 379,2	1 986,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 064,5	1 462,8	1 027,9	768,7
G-Add	689,0	657,5	810,8	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,5	749,8
	736,2	762,8	1 086,9	1 374,3	1 986,3	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 062,8	1 458,2	1 022,2	762,8

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	20,7	21,8	21,6	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,3	19,3	19,5	19,7	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,7	19,5	19,3
A-B	19,1	19,2	19,4	19,6	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,6	19,4	19,2
B-C	19,0	19,0	19,3	19,5	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,6	19,2	19,0
C-D	18,8	18,9	19,2	19,4	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,5	19,2	18,9
D-E	18,8	18,9	19,2	19,4	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,5	19,2	18,9
E-F	11,1	11,3	13,9	15,7	17,7	20,7	21,8	21,6	19,0	16,2	13,5	11,3
F-G	3,3	3,8	8,7	12,0	17,4	20,7	21,8	21,6	18,1	12,9	7,8	3,8
G-Add	2,7	3,2	8,3	11,8	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,6	7,4	3,2
Add-Esterno	2,6	3,1	8,2	11,7	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,6	7,3	3,1

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. F/G												
Gc [Kg/m²]	0,0081	0,0059	-0,0001	-0,0042	-0,0132	-0,0224	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0049	0,0087
Ma [Kg/m²]	0,0216	0,0275	0,0274	0,0233	0,0101	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0049	0,0135
Interf. G/H												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

gennaio - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0216 kg/m²
febbraio - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0275 kg/m²
marzo - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0274 kg/m²
aprile - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0233 kg/m²
maggio - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0101 kg/m²
novembre - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0049 kg/m²
dicembre - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0135 kg/m²
Visualizza/modifica gli elementi in archiviofebbraio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0087 kg/m² F-G nel mese di dicembre

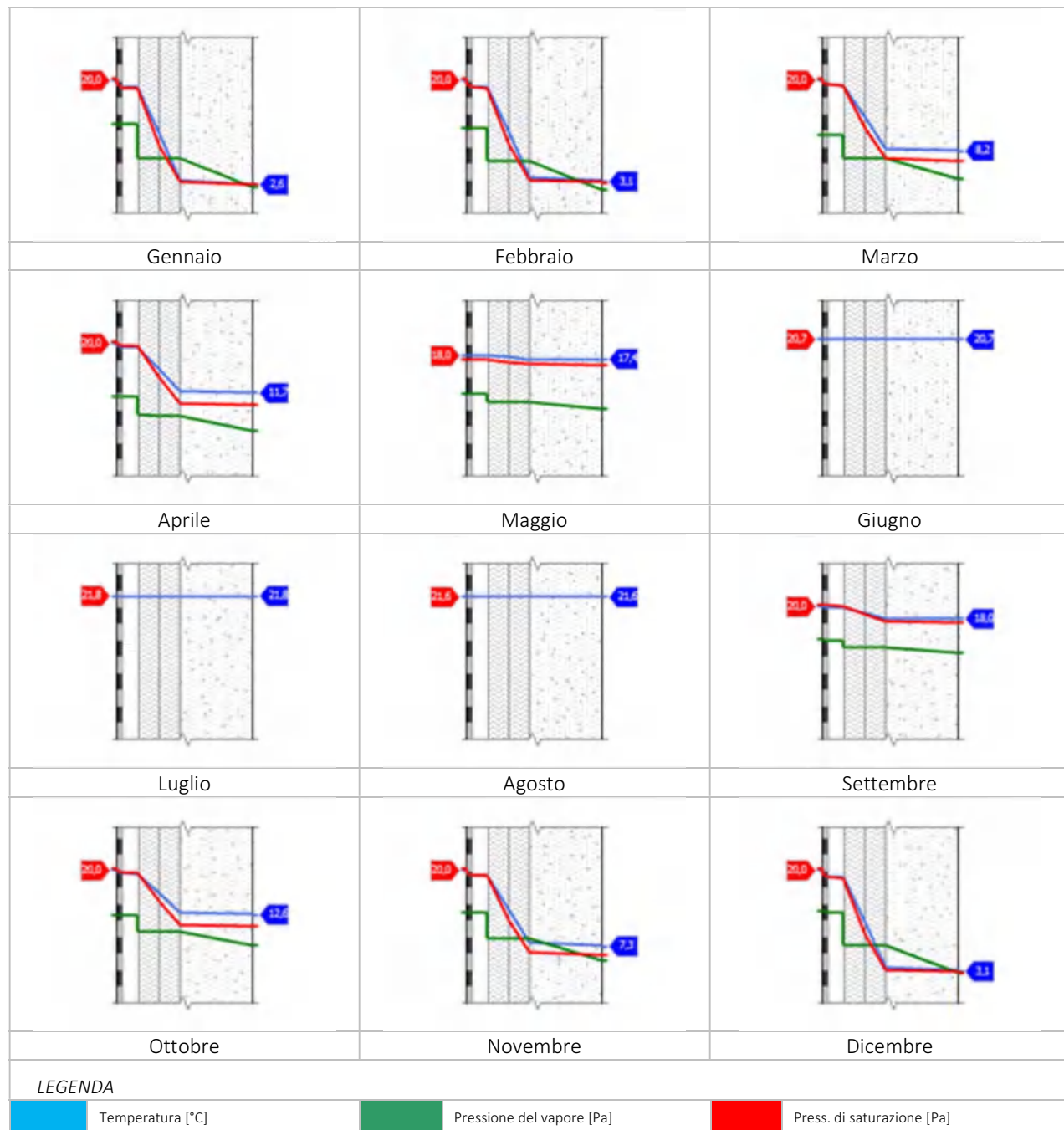
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0275 nel mese di febbraio kg/m² F-G

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia F-G - Formazione di condensa: 0,0275 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	807 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

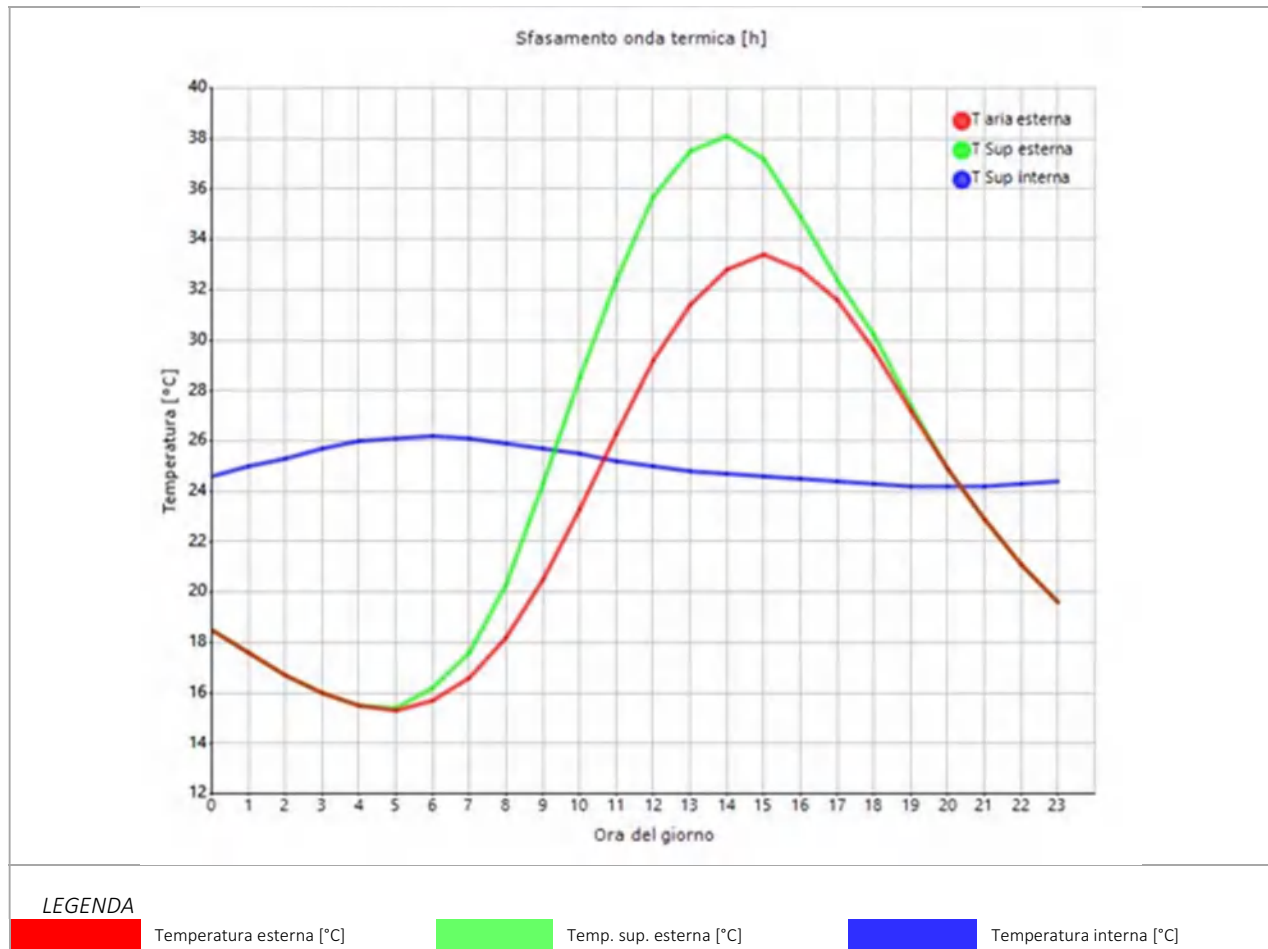
Comune	Palazzolo sull'Oglio
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	20,7 °C
Temperatura massima estiva	33,4 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,1 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	284,72 W/m ²

Inerzia termica

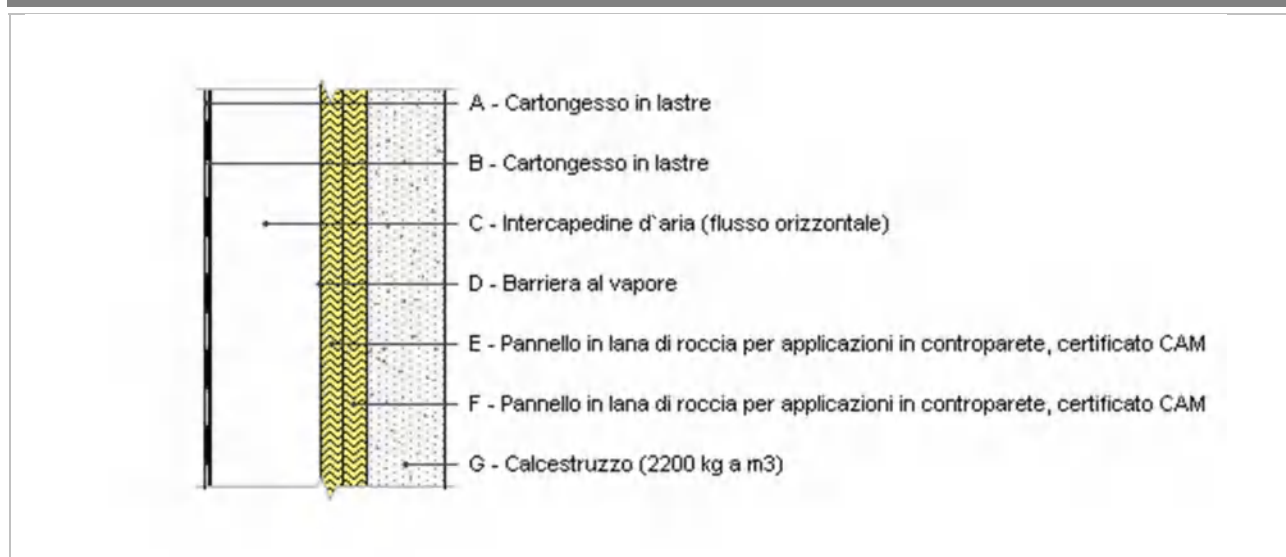
Sfasamento dell'onda termica	15h 41'
Fattore di attenuazione	0,0884
Capacità termica interna C1	29,4 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	145,4 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	16,1 W/m ² K
Ammettenza interna	10,6 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	13,8 W/m ² K
Ammettenza esterna	10,6 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,014 W/m ² K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradiazione solare giorno più caldo Ie	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	18,55	0,00	18,55	24,62
1:00	17,64	0,00	17,64	24,98
2:00	16,74	0,00	16,74	25,34
3:00	16,01	0,00	16,01	25,69
4:00	15,47	0,00	15,47	25,98
5:00	15,29	10,17	15,41	26,14
6:00	15,65	49,17	16,24	26,19
7:00	16,56	85,79	17,59	26,11
8:00	18,19	173,67	20,27	25,91
9:00	20,54	316,63	24,34	25,69
10:00	23,25	433,79	28,46	25,49
11:00	26,33	509,38	32,44	25,24
12:00	29,23	535,38	35,65	25,03
13:00	31,40	509,38	37,51	24,85
14:00	32,85	433,79	38,05	24,69
15:00	33,39	316,63	37,19	24,56
16:00	32,85	173,67	34,93	24,47
17:00	31,58	69,75	32,42	24,39
18:00	29,59	49,58	30,18	24,31
19:00	27,24	10,17	27,36	24,24
20:00	24,88	0,00	24,88	24,19
21:00	22,89	0,00	22,89	24,19
22:00	21,08	0,00	21,08	24,26
23:00	19,63	0,00	19,63	24,38

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



104PAR - Parete esterna con cartongesso, aria 475 mm, isolamento 100+100 mm e CLS 300 mm



Spessore	1 050,5 mm	Trasmittanza	0,158 W/m²K
Resistenza	6,343 m²K/W	Massa superf.	807 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
B	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
C	Intercapedine d'aria (flusso orizzontale)	475,0	1,670	0,284	1	1,00	1,0
D	Barriera al vapore	0,5	0,230	0,002	360	1,50	99 999,0
E	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	100,0	0,036	2,778	70	1,03	1,0
F	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	100,0	0,036	2,778	70	1,03	1,0
G	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	350,0	1,650	0,212	2 200	1,00	70,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	1 050,5		6,343			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Palestre, cucine, mense
Prod. nota	- kg/h

Mese	θ_i	ϕ_i	θ_e	ϕ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	2,6 °C	93,6 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	3,1 °C	86,2 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,2 °C	74,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,7 °C	72,1 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	17,4 °C	66,5 %	0,5 1/h
giugno	20,7 °C	- %	20,7 °C	58,1 %	0,5 1/h
luglio	21,8 °C	- %	21,8 °C	70,9 %	0,5 1/h
agosto	21,6 °C	- %	21,6 °C	70,5 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,0 °C	77,7 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	12,6 °C	80,3 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,3 °C	92,5 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,1 °C	98,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,60 °C	689,00 Pa
ESTIVA	21,80 °C	1 696,70 Pa	21,80 °C	1 850,80 Pa

θ_i : temperatura interna

ϕ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

ϕ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,027 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 511,542 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	ϕ_i
ottobre	12,6 °C	1170,97 Pa	462,6 Pa	1633,57 Pa	20 °C	80 %
novembre	7,3 °C	945,49 Pa	722,3 Pa	1667,79 Pa	20 °C	93 %
dicembre	3,1 °C	749,81 Pa	928,1 Pa	1677,91 Pa	20 °C	98 %
gennaio	2,6 °C	689,04 Pa	952,6 Pa	1641,64 Pa	20 °C	94 %
febbraio	3,1 °C	657,51 Pa	928,1 Pa	1585,61 Pa	20 °C	86 %
marzo	8,2 °C	810,83 Pa	678,2 Pa	1489,03 Pa	20 °C	75 %
aprile	11,7 °C	990,88 Pa	506,7 Pa	1497,58 Pa	20 °C	72 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	17,84 °C	0,7079
novembre	18,17 °C	0,8558
dicembre	18,26 °C	0,8973
gennaio	17,92 °C	0,8803
febbraio	17,37 °C	0,8441
marzo	16,38 °C	0,6928
aprile	16,47 °C	0,5741

θ_e : temperatura esterna

P_e : pressione esterna

ΔP : variazione di pressione

P_i : pressione interna

θ_i : temperatura interna

ϕ_i : umidità relativa interna

θ_{si} critica: temperatura superficiale critica
f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi}: 0,8973 (mese di Dicembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 641,6	1 585,6	1 489,0	1 497,6	1 548,3	1 483,4	1 862,6	1 839,6	1 800,8	1 633,6	1 667,8	1 677,9
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 640,5	1 584,5	1 488,2	1 497,0	1 548,0	1 483,3	1 862,5	1 839,5	1 800,6	1 633,0	1 666,9	1 676,8
	2 219,1	2 222,4	2 256,4	2 280,1	2 059,1	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 323,1	2 286,2	2 250,4	2 222,4
A-B	1 639,4	1 583,4	1 487,4	1 496,4	1 547,7	1 483,3	1 862,5	1 839,5	1 800,4	1 632,5	1 666,1	1 675,7
	2 197,0	2 201,0	2 241,2	2 269,3	2 058,4	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 320,5	2 276,5	2 234,1	2 201,0
B-C	1 634,5	1 578,7	1 484,0	1 493,8	1 546,6	1 482,9	1 862,5	1 839,4	1 799,3	1 630,1	1 662,4	1 671,0
	2 094,3	2 100,9	2 169,8	2 218,3	2 055,0	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 307,9	2 230,9	2 157,5	2 100,9
C-D	1 121,8	1 079,1	1 118,9	1 221,1	1 424,2	1 447,6	1 856,1	1 827,8	1 692,8	1 381,1	1 273,6	1 171,4
	2 093,5	2 100,2	2 169,3	2 217,9	2 054,9	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 307,8	2 230,5	2 157,0	2 100,2
D-E	1 120,8	1 078,1	1 118,2	1 220,5	1 423,9	1 447,5	1 856,1	1 827,8	1 692,6	1 380,6	1 272,8	1 170,4
	1 291,0	1 314,0	1 570,1	1 770,3	2 021,9	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 187,6	1 825,3	1 522,0	1 314,0
E-F	1 119,7	1 077,1	1 117,5	1 220,0	1 423,7	1 447,4	1 856,1	1 827,7	1 692,3	1 380,1	1 272,1	1 169,4
	772,5	799,2	1 121,4	1 404,0	1 989,2	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 073,0	1 486,1	1 057,4	799,2
F-G	689,0	657,5	810,8	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,5	749,8
	741,8	768,5	1 092,3	1 379,0	1 986,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 064,4	1 462,6	1 027,7	768,5
G-Add	689,0	657,5	810,8	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,5	749,8
	736,2	762,8	1 086,9	1 374,3	1 986,3	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 062,8	1 458,2	1 022,2	762,8

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	20,7	21,8	21,6	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,3	19,3	19,5	19,7	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,7	19,5	19,3
A-B	19,2	19,2	19,4	19,6	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,6	19,4	19,2
B-C	19,0	19,0	19,3	19,5	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,6	19,3	19,0
C-D	18,2	18,3	18,8	19,2	17,9	20,7	21,8	21,6	19,8	19,3	18,7	18,3
D-E	18,2	18,3	18,8	19,2	17,9	20,7	21,8	21,6	19,8	19,2	18,7	18,3
E-F	10,8	11,0	13,7	15,6	17,7	20,7	21,8	21,6	18,9	16,1	13,3	11,0
F-G	3,3	3,8	8,7	12,0	17,4	20,7	21,8	21,6	18,1	12,9	7,8	3,8
G-Add	2,7	3,2	8,3	11,8	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,6	7,4	3,2
Add-Esterno	2,6	3,1	8,2	11,7	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,6	7,3	3,1

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. F/G												
Gc [Kg/m²]	0,0081	0,0058	-0,0001	-0,0041	-0,0132	-0,0224	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0048	0,0086
Ma [Kg/m²]	0,0215	0,0274	0,0273	0,0231	0,0100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0048	0,0135
Interf. G/H												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

gennaio - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0215 kg/m²
febbraio - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0274 kg/m²
marzo - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0273 kg/m²
aprile - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0231 kg/m²
maggio - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0100 kg/m²
novembre - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0048 kg/m²
dicembre - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0135 kg/m²
Visualizza/modifica gli elementi in archiviofebbraio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0086 kg/m² F-G nel mese di dicembre

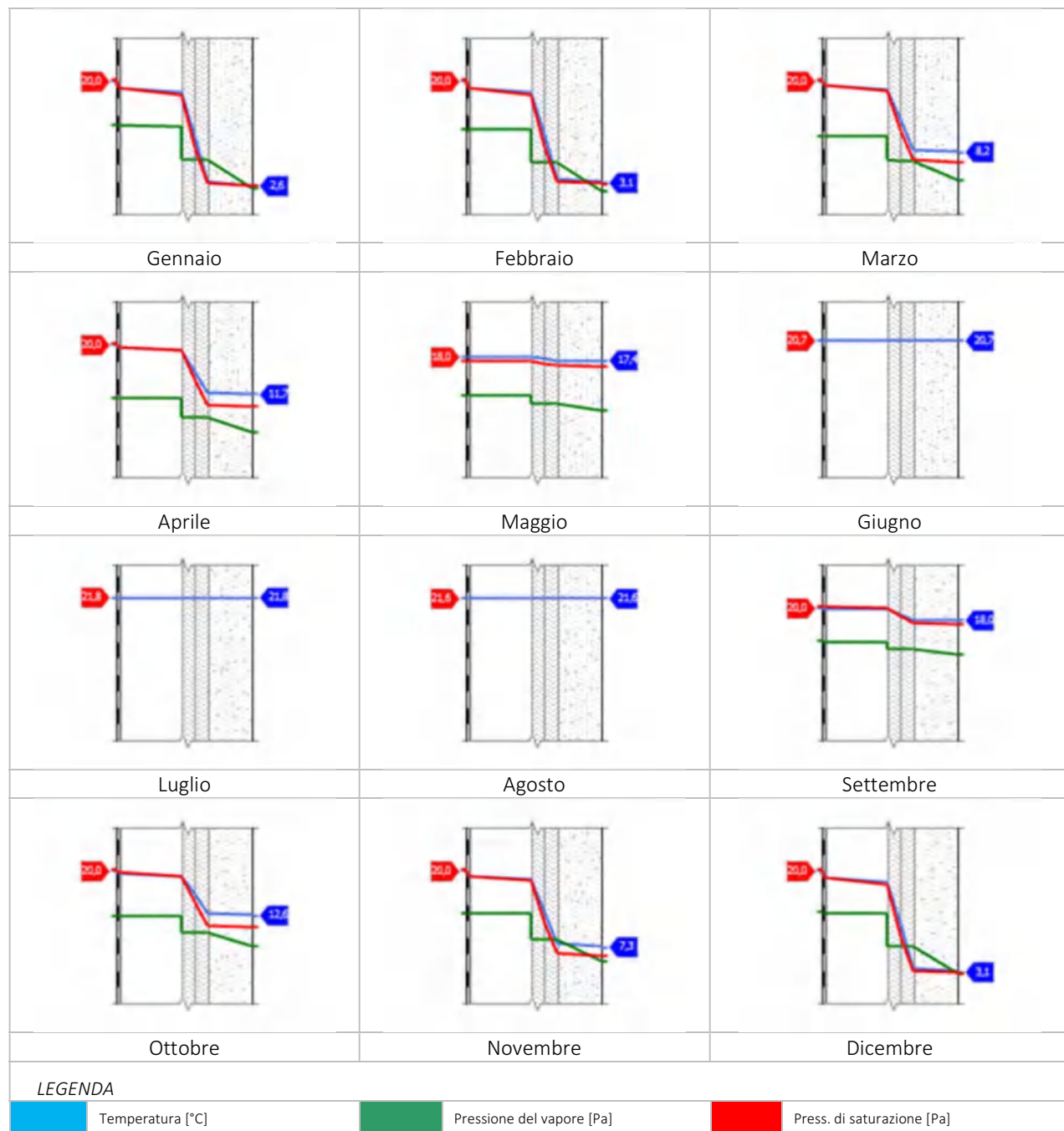
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0274 nel mese di febbraio kg/m² F-G

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia F-G - Formazione di condensa: 0,0274 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	807 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

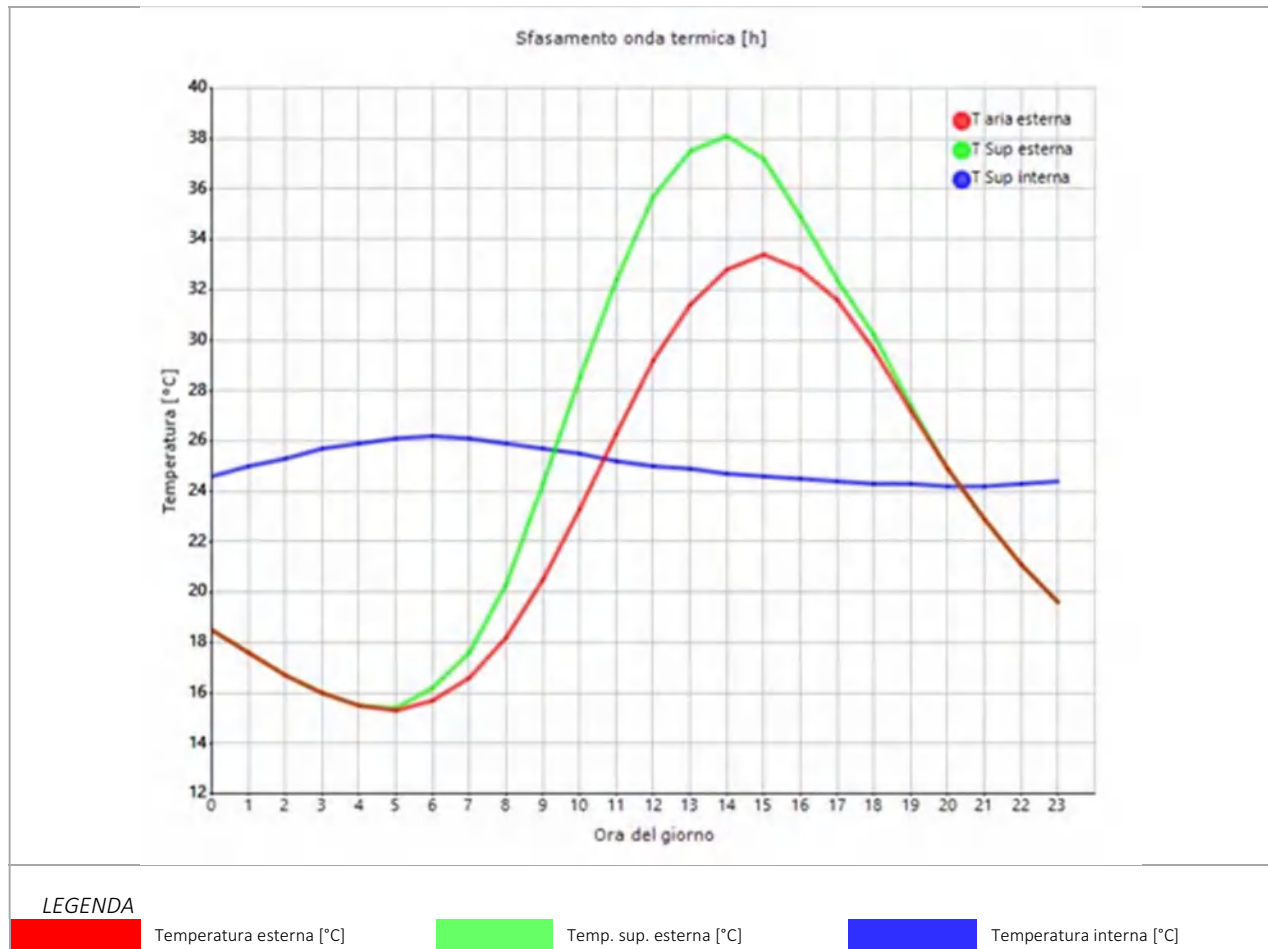
Comune	Palazzolo sull'Oglio
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	20,7 °C
Temperatura massima estiva	33,4 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,1 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	284,72 W/m ²

Inerzia termica

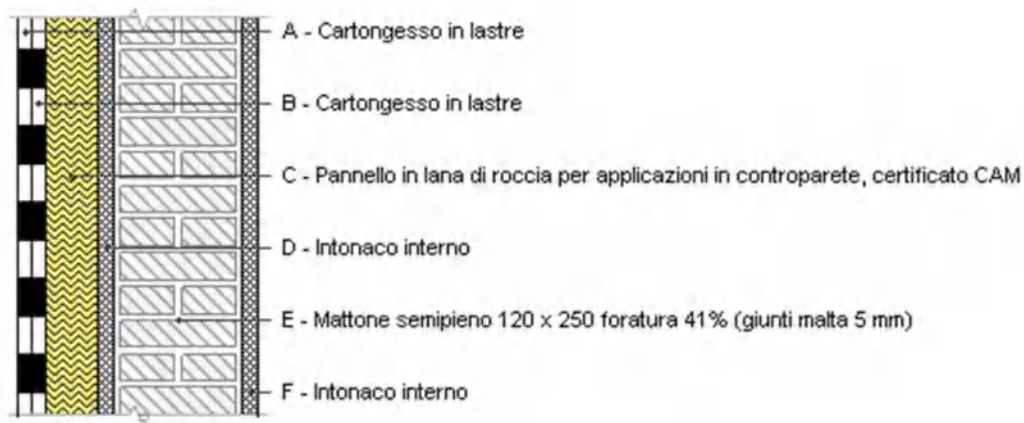
Sfasamento dell'onda termica	15h 57'
Fattore di attenuazione	0,0857
Capacità termica interna C1	29,3 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	145,4 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	16,1 W/m ² K
Ammettenza interna	10,6 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	13,8 W/m ² K
Ammettenza esterna	10,6 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,014 W/m ² K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradianza solare giorno più caldo Ie	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	18,55	0,00	18,55	24,63
1:00	17,64	0,00	17,64	24,98
2:00	16,74	0,00	16,74	25,33
3:00	16,01	0,00	16,01	25,67
4:00	15,47	0,00	15,47	25,95
5:00	15,29	10,17	15,41	26,11
6:00	15,65	49,17	16,24	26,16
7:00	16,56	85,79	17,59	26,08
8:00	18,19	173,67	20,27	25,89
9:00	20,54	316,63	24,34	25,67
10:00	23,25	433,79	28,46	25,48
11:00	26,33	509,38	32,44	25,24
12:00	29,23	535,38	35,65	25,03
13:00	31,40	509,38	37,51	24,86
14:00	32,85	433,79	38,05	24,70
15:00	33,39	316,63	37,19	24,58
16:00	32,85	173,67	34,93	24,48
17:00	31,58	69,75	32,42	24,41
18:00	29,59	49,58	30,18	24,33
19:00	27,24	10,17	27,36	24,27
20:00	24,88	0,00	24,88	24,22
21:00	22,89	0,00	22,89	24,21
22:00	21,08	0,00	21,08	24,29
23:00	19,63	0,00	19,63	24,40

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



105PAR - Parete interna su edificio confinante riscaldato

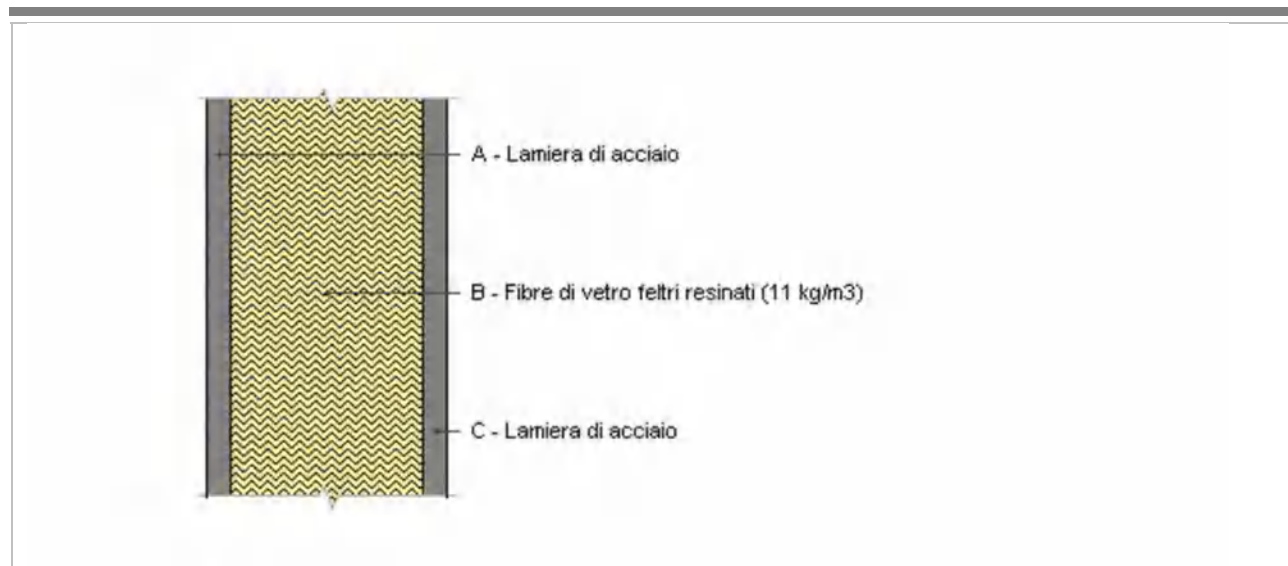


Spessore	225,0 mm	Trasmittanza	0,483 W/m ² K
Resistenza	2,072 m ² K/W	Massa superf.	242 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
B	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
C	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	50,0	0,036	1,389	70	1,03	1,0
D	Intonaco interno	15,0	0,700	0,021	1 400	1,00	11,1
E	Mattone semipieno 120 x 250 foratura 41% (giunti malta 5 mm)	120,0	0,459	0,262	1 800	1,00	5,0
F	Intonaco interno	15,0	0,700	0,021	1 400	1,00	11,1
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	225,0		2,072			

401POR - Porta El su edificio confinante riscaldato

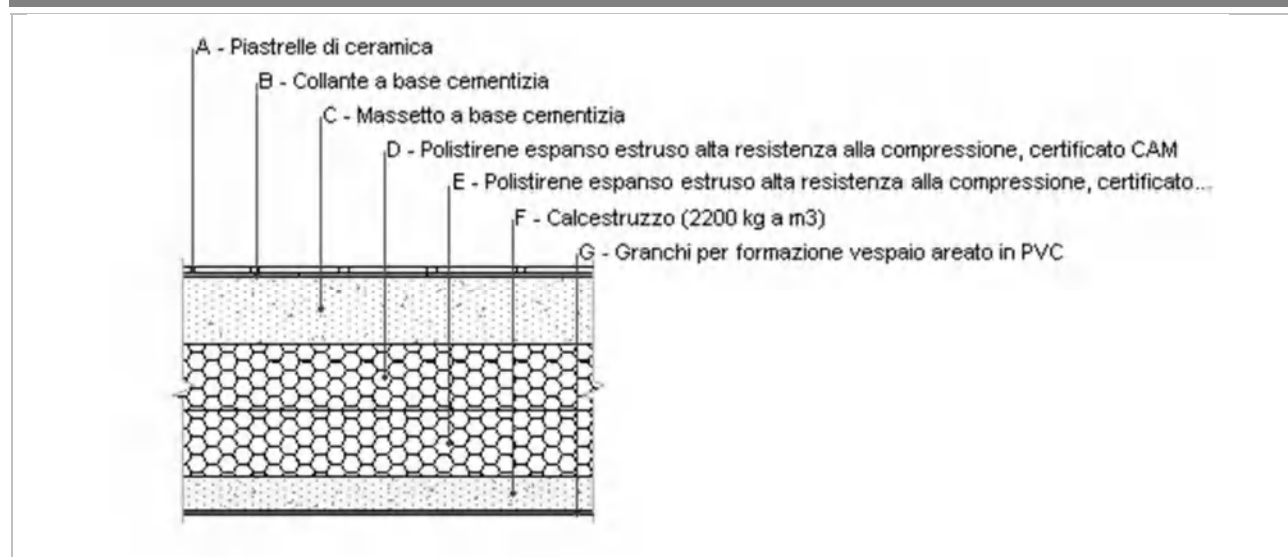


Spessore	50,0 mm	Trasmittanza	0,985 W/m²K
Resistenza	1,015 m²K/W	Massa superf.	79 kg/m²
Tipologia	Porta		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Lamiera di acciaio	5,0	52,000	0,000	7 870	0,46	999 999,0
B	Fibre di vetro feltri resinati (11 kg/m3)	40,0	0,053	0,755	11	0,67	1,3
C	Lamiera di acciaio	5,0	52,000	0,000	7 870	0,46	999 999,0
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
	TOTALE	50,0		1,015			

501PAV - Pavimento su vespaio



Spessore	370,0 mm	Trasmittanza	0,152 W/m²K
Resistenza	6,570 m²K/W	Massa superf.	354 kg/m²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	Piastrelle di ceramica	10,0	1,000	0,010	2 300	0,84	213,2
B	Collante a base cementizia	5,0	0,750	0,007	1 350	0,50	25,9
C	Massetto a base cementizia	100,0	1,100	0,091	2 000	0,84	22,0
D	Polistirene espanso estruso alta resistenza alla compressione, certificato CAM	100,0	0,033	3,030	35	1,34	191,9
E	Polistirene espanso estruso alta resistenza alla compressione, certificato CAM	100,0	0,033	3,030	35	1,34	191,9
F	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	50,0	1,650	0,030	2 200	1,00	70,0
G	Granchi per formazione vespaio areato in PVC	5,0	0,031	0,161	1 400	6,25	10 695,2
	Adduttanza esterna (flusso verticale discendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	370,0		6,570			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Palestre, cucine, mense
Prod. nota	- kg/h

Mese	θ_i	ϕ_i	θ_e	ϕ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	2,6 °C	93,6 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	3,1 °C	86,2 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,2 °C	74,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,7 °C	72,1 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	17,4 °C	66,5 %	0,5 1/h
giugno	20,7 °C	- %	20,7 °C	58,1 %	0,5 1/h
luglio	21,8 °C	- %	21,8 °C	70,9 %	0,5 1/h
agosto	21,6 °C	- %	21,6 °C	70,5 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,0 °C	77,7 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	12,6 °C	80,3 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,3 °C	92,5 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,1 °C	98,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,60 °C	689,00 Pa
ESTIVA	21,80 °C	1 696,70 Pa	21,80 °C	1 850,80 Pa

θ_i : temperatura interna

ϕ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

ϕ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,033 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 511,627 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	ϕ_i
ottobre	12,6 °C	1170,97 Pa	462,6 Pa	1633,57 Pa	20 °C	80 %
novembre	7,3 °C	945,49 Pa	722,3 Pa	1667,79 Pa	20 °C	93 %
dicembre	3,1 °C	749,81 Pa	928,1 Pa	1677,91 Pa	20 °C	98 %
gennaio	2,6 °C	689,04 Pa	952,6 Pa	1641,64 Pa	20 °C	94 %
febbraio	3,1 °C	657,51 Pa	928,1 Pa	1585,61 Pa	20 °C	86 %
marzo	8,2 °C	810,83 Pa	678,2 Pa	1489,03 Pa	20 °C	75 %
aprile	11,7 °C	990,88 Pa	506,7 Pa	1497,58 Pa	20 °C	72 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	17,84 °C	0,7079
novembre	18,17 °C	0,8558
dicembre	18,26 °C	0,8973
gennaio	17,92 °C	0,8803
febbraio	17,37 °C	0,8441
marzo	16,38 °C	0,6928
aprile	16,47 °C	0,5741

θ_e : temperatura esterna

P_e : pressione esterna

ΔP : variazione di pressione

P_i : pressione interna

θ_i : temperatura interna

ϕ_i : umidità relativa interna

θ_{si} critica: temperatura superficiale critica
f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi}: 0,8973 (mese di Dicembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 641,6	1 585,6	1 489,0	1 497,6	1 548,3	1 483,4	1 862,6	1 839,6	1 800,8	1 633,6	1 667,8	1 677,9
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 621,8	1 566,3	1 474,9	1 487,0	1 543,5	1 482,1	1 862,3	1 839,1	1 796,7	1 623,9	1 652,7	1 658,6
	2 240,3	2 243,1	2 271,0	2 290,4	2 059,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 325,7	2 295,4	2 266,1	2 243,1
A-B	1 620,6	1 565,1	1 474,0	1 486,4	1 543,3	1 482,0	1 862,3	1 839,1	1 796,4	1 623,3	1 651,8	1 657,4
	2 237,9	2 240,7	2 269,4	2 289,2	2 059,7	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 325,4	2 294,4	2 264,3	2 240,7
B-C	1 600,1	1 545,1	1 459,5	1 475,5	1 538,4	1 480,6	1 862,0	1 838,6	1 792,2	1 613,4	1 636,3	1 637,4
	2 205,0	2 208,7	2 246,7	2 273,2	2 058,6	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 321,4	2 280,0	2 240,0	2 208,7
C-D	1 421,4	1 371,1	1 332,2	1 380,4	1 495,7	1 468,2	1 859,8	1 834,6	1 755,0	1 526,6	1 500,8	1 463,4
	1 323,8	1 346,4	1 596,5	1 790,9	2 023,5	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 193,6	1 844,1	1 549,6	1 346,4
D-E	1 242,7	1 197,0	1 205,0	1 285,4	1 453,1	1 455,9	1 857,6	1 830,5	1 717,9	1 439,8	1 365,3	1 289,3
	768,5	795,2	1 117,6	1 400,8	1 988,9	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 071,9	1 483,1	1 053,5	795,2
E-F	1 186,9	1 142,5	1 165,3	1 255,7	1 439,7	1 452,1	1 856,9	1 829,3	1 706,3	1 412,7	1 323,0	1 234,8
	764,2	790,9	1 113,6	1 397,3	1 988,6	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 070,7	1 479,8	1 049,4	790,9
F-G	689,0	657,5	810,8	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,5	749,8
	741,7	768,3	1 092,2	1 378,9	1 986,7	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 064,4	1 462,5	1 027,5	768,3
G-Add	689,0	657,5	810,8	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,5	749,8
	736,2	762,8	1 086,9	1 374,3	1 986,3	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 062,8	1 458,2	1 022,2	762,8

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	20,7	21,8	21,6	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,3	19,4	19,6	19,7	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,7	19,5	19,4
A-B	19,3	19,3	19,5	19,7	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,7	19,5	19,3
B-C	19,3	19,3	19,5	19,7	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,7	19,5	19,3
C-D	19,1	19,1	19,4	19,6	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,6	19,3	19,1
D-E	11,1	11,4	14,0	15,8	17,7	20,7	21,8	21,6	19,0	16,2	13,5	11,4
E-F	3,2	3,7	8,6	12,0	17,4	20,7	21,8	21,6	18,1	12,9	7,7	3,7
F-G	3,1	3,6	8,6	12,0	17,4	20,7	21,8	21,6	18,1	12,8	7,7	3,6
G-Add	2,7	3,2	8,3	11,7	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,6	7,4	3,2
Add-Esterno	2,6	3,1	8,2	11,7	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,6	7,3	3,1

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. E/F												
Gc [Kg/m²]	0,0074	0,0066	0,0043	-0,0024	-0,0115	-0,0205	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0071	0,0073
Ma [Kg/m²]	0,0217	0,0283	0,0326	0,0302	0,0187	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0071	0,0144
Interf. F/G												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. G/H												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

gennaio - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0217 kg/m²
febbraio - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0283 kg/m²
marzo - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0326 kg/m²
aprile - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0302 kg/m²
maggio - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0187 kg/m²
novembre - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0071 kg/m²
dicembre - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0144 kg/m²
Visualizza/modifica gli elementi in archivio marzo

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0074 kg/m² E-F nel mese di gennaio

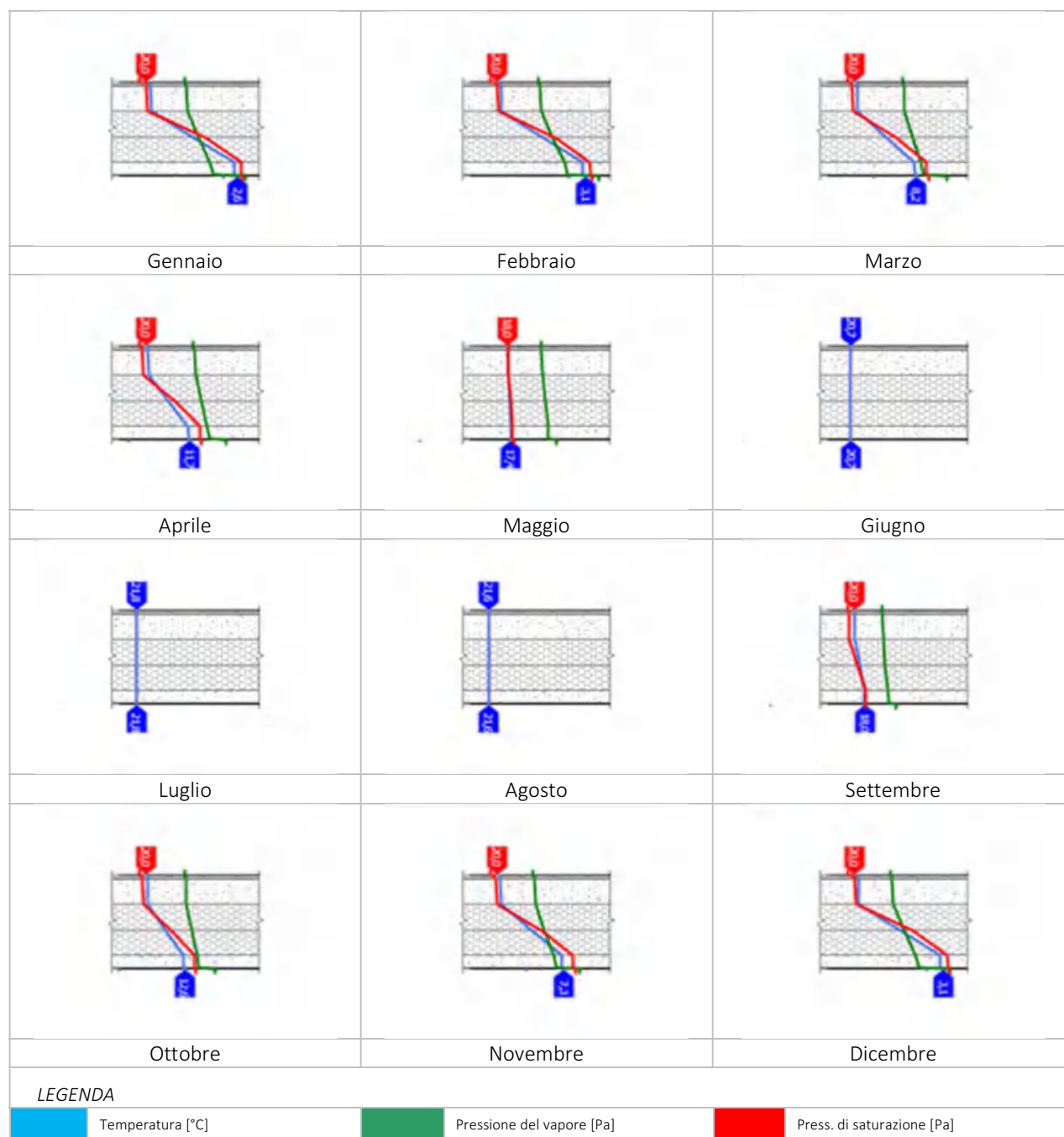
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

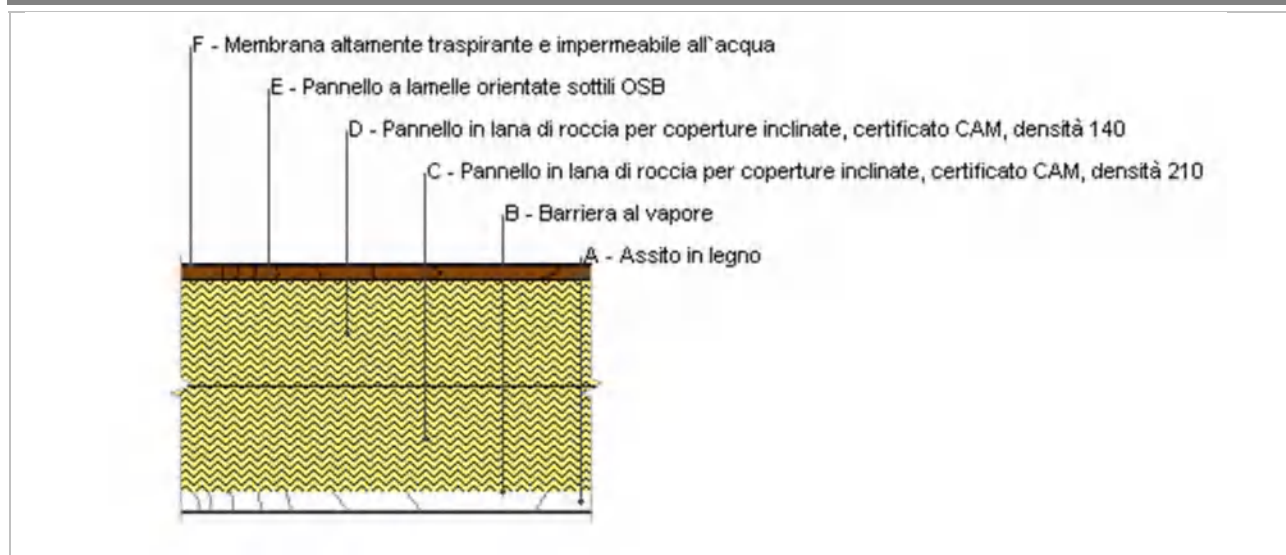
Quantità di vapore residuo Ma: 0,0326 nel mese di marzo kg/m² E-F

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia E-F - Formazione di condensa: 0,0326 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



601COP - Tetto a falda



Spessore	236,5 mm	Trasmittanza	0,170 W/m²K
Resistenza	5,875 m²K/W	Massa superf.	56 kg/m²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Assito in legno	20,0	0,150	0,133	550	1,60	44,4
B	Barriera al vapore	0,5	0,230	0,002	360	1,50	99 999,0
C	Pannello in lana di roccia per coperture inclinate, certificato CAM, densità 210	100,0	0,037	2,703	210	1,03	1,0
D	Pannello in lana di roccia per coperture inclinate, certificato CAM, densità 140	100,0	0,036	2,778	140	1,03	1,0
E	Pannello a lamelle orientate sottili OSB	15,0	0,130	0,115	650	2,00	42,1
F	Membrana altamente traspirante e impermeabile all'acqua	1,0	0,270	0,004	200	0,92	6,3
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	236,5		5,875			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Palestre, cucine, mense
Prod. nota	- kg/h

Mese	θ_i	ϕ_i	θ_e	ϕ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	2,6 °C	93,6 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	3,1 °C	86,2 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,2 °C	74,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,7 °C	72,1 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	17,4 °C	66,5 %	0,5 1/h
giugno	20,7 °C	- %	20,7 °C	58,1 %	0,5 1/h
luglio	21,8 °C	- %	21,8 °C	70,9 %	0,5 1/h
agosto	21,6 °C	- %	21,6 °C	70,5 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,0 °C	77,7 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	12,6 °C	80,3 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,3 °C	92,5 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,1 °C	98,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,60 °C	689,00 Pa
ESTIVA	21,80 °C	1 696,70 Pa	21,80 °C	1 850,80 Pa

θ_i : temperatura interna

ϕ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

ϕ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 511,324 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 511,324 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	ϕ_i
ottobre	12,6 °C	1170,97 Pa	462,6 Pa	1633,57 Pa	20 °C	80 %
novembre	7,3 °C	945,49 Pa	722,3 Pa	1667,79 Pa	20 °C	93 %
dicembre	3,1 °C	749,81 Pa	928,1 Pa	1677,91 Pa	20 °C	98 %
gennaio	2,6 °C	689,04 Pa	952,6 Pa	1641,64 Pa	20 °C	94 %
febbraio	3,1 °C	657,51 Pa	928,1 Pa	1585,61 Pa	20 °C	86 %
marzo	8,2 °C	810,83 Pa	678,2 Pa	1489,03 Pa	20 °C	75 %
aprile	11,7 °C	990,88 Pa	506,7 Pa	1497,58 Pa	20 °C	72 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	17,84 °C	0,7079
novembre	18,17 °C	0,8558
dicembre	18,26 °C	0,8973
gennaio	17,92 °C	0,8803
febbraio	17,37 °C	0,8441
marzo	16,38 °C	0,6928
aprile	16,47 °C	0,5741

θ_e : temperatura esterna

P_e : pressione esterna

ΔP : variazione di pressione

P_i : pressione interna

θ_i : temperatura interna

ϕ_i : umidità relativa interna

θ_{si} critica: temperatura superficiale critica
f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi}: 0,8973 (mese di Dicembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 641,6	1 585,6	1 489,0	1 497,6	1 548,3	1 483,4	1 862,6	1 839,6	1 800,8	1 633,6	1 667,8	1 677,9
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 625,3	1 569,7	1 477,4	1 488,9	1 544,4	1 482,3	1 862,3	1 839,2	1 797,4	1 625,6	1 655,4	1 662,0
	2 181,5	2 185,9	2 230,5	2 261,6	2 057,9	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 318,6	2 269,7	2 222,6	2 185,9
A-B	704,5	672,5	821,8	999,1	1 324,6	1 418,8	1 850,9	1 818,3	1 606,0	1 178,5	957,2	764,8
	2 180,7	2 185,0	2 229,9	2 261,2	2 057,9	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 318,5	2 269,3	2 222,0	2 185,0
B-C	702,6	670,8	820,5	998,1	1 324,1	1 418,7	1 850,9	1 818,3	1 605,6	1 177,6	955,8	763,0
	1 319,1	1 341,8	1 592,7	1 788,0	2 023,3	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 192,7	1 841,5	1 545,7	1 341,8
C-D	700,8	669,0	819,2	997,1	1 323,7	1 418,5	1 850,9	1 818,2	1 605,3	1 176,7	954,4	761,3
	760,6	787,3	1 110,1	1 394,4	1 988,3	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 069,7	1 477,0	1 045,9	787,3
D-E	689,2	657,6	810,9	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,6	749,9
	742,8	769,4	1 093,2	1 379,8	1 986,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 064,7	1 463,4	1 028,6	769,4
E-F	689,0	657,5	810,8	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,5	749,8
	742,2	768,9	1 092,7	1 379,3	1 986,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 064,6	1 462,9	1 028,1	768,9
F-Add	689,0	657,5	810,8	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,5	749,8
	736,2	762,8	1 086,9	1 374,3	1 986,3	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 062,8	1 458,2	1 022,2	762,8

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	20,7	21,8	21,6	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,3	19,3	19,5	19,7	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,7	19,5	19,3
A-B	18,9	18,9	19,2	19,5	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,5	19,2	18,9
B-C	18,9	18,9	19,2	19,5	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,5	19,2	18,9
C-D	11,1	11,3	14,0	15,7	17,7	20,7	21,8	21,6	19,0	16,2	13,5	11,3
D-E	3,1	3,5	8,5	11,9	17,4	20,7	21,8	21,6	18,1	12,8	7,6	3,5
E-F	2,7	3,2	8,3	11,8	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,7	7,4	3,2
F-Add	2,7	3,2	8,3	11,8	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,6	7,4	3,2
Add-Esterno	2,6	3,1	8,2	11,7	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,6	7,3	3,1

Verifica formazione di condensa interstiziale

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

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0000 kg/m²

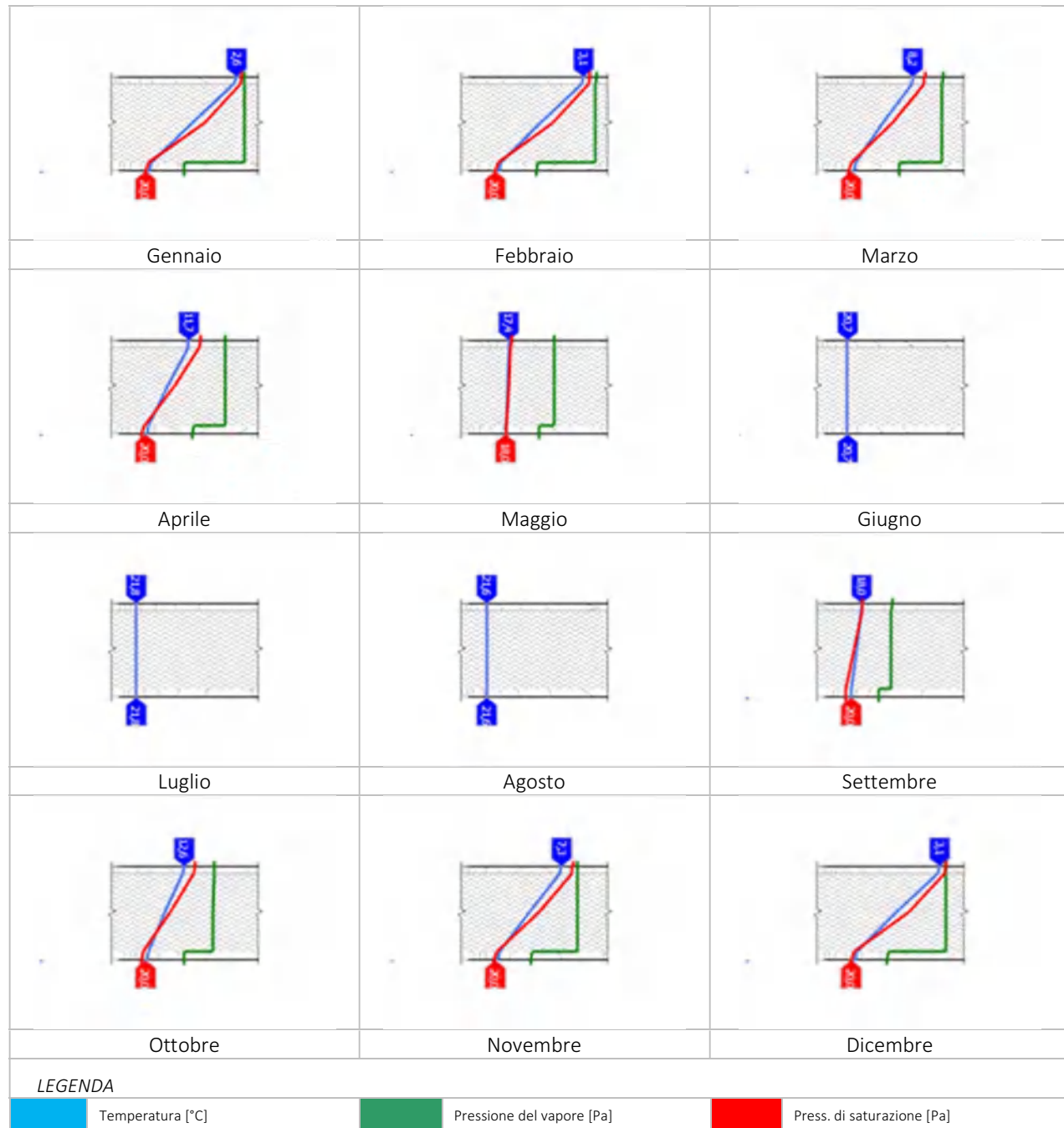
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 kg/m²

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	56 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

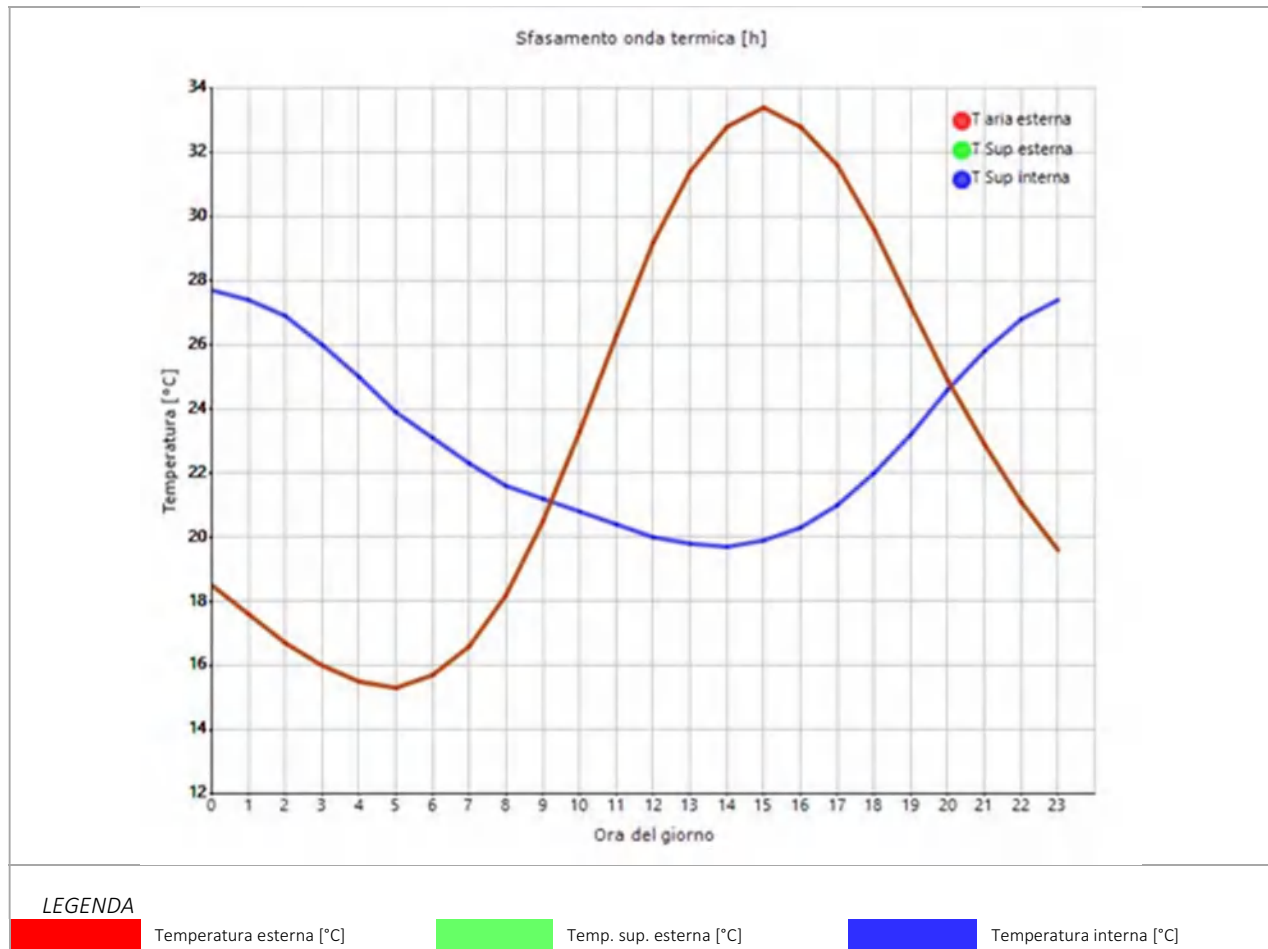
Comune	Palazzolo sull'Oglio
Orientamento	Nessun irraggiamento
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	20,7 °C
Temperatura massima estiva	33,4 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,1 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	284,72 W/m ²

Inerzia termica

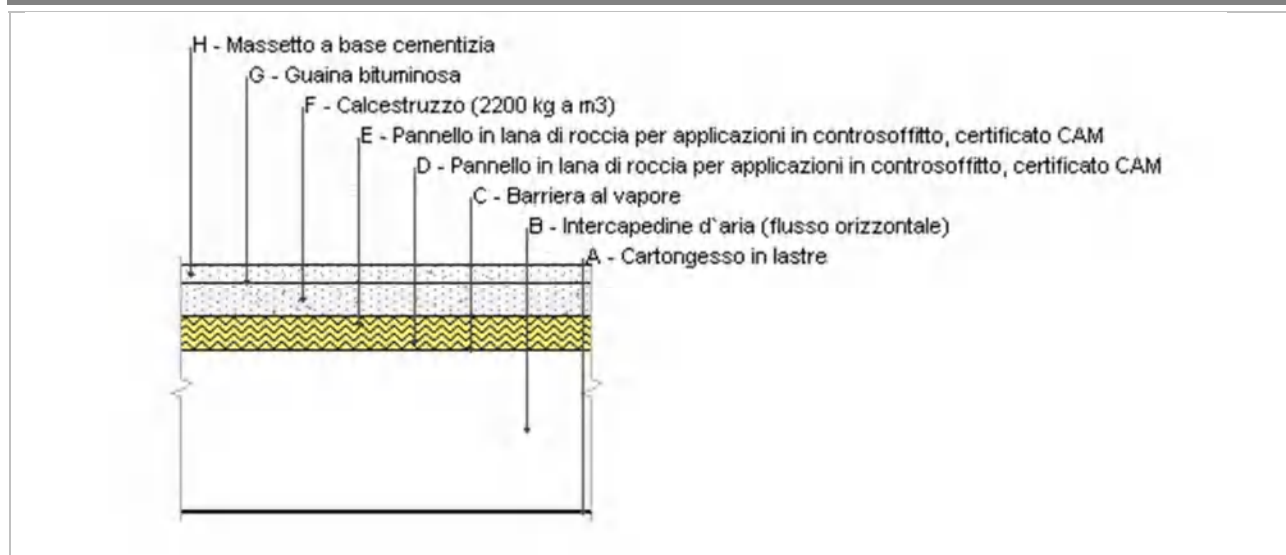
Sfasamento dell'onda termica	9h 07'
Fattore di attenuazione	0,4389
Capacità termica interna C1	23,9 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	25,4 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	15,9 W/m ² K
Ammettenza interna	1,8 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	16,5 W/m ² K
Ammettenza esterna	1,8 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,075 W/m ² K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradiazione solare giorno più caldo Ie	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	18,55	0,00	18,55	27,67
1:00	17,64	0,00	17,64	27,43
2:00	16,74	0,00	16,74	26,88
3:00	16,01	0,00	16,01	26,00
4:00	15,47	0,00	15,47	24,97
5:00	15,29	0,00	15,29	23,94
6:00	15,65	0,00	15,65	23,07
7:00	16,56	0,00	16,56	22,27
8:00	18,19	0,00	18,19	21,64
9:00	20,54	0,00	20,54	21,16
10:00	23,25	0,00	23,25	20,76
11:00	26,33	0,00	26,33	20,36
12:00	29,23	0,00	29,23	20,05
13:00	31,40	0,00	31,40	19,81
14:00	32,85	0,00	32,85	19,73
15:00	33,39	0,00	33,39	19,89
16:00	32,85	0,00	32,85	20,28
17:00	31,58	0,00	31,58	21,00
18:00	29,59	0,00	29,59	22,03
19:00	27,24	0,00	27,24	23,22
20:00	24,88	0,00	24,88	24,57
21:00	22,89	0,00	22,89	25,85
22:00	21,08	0,00	21,08	26,80
23:00	19,63	0,00	19,63	27,43

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



602COP - Tetto piano



Spessore	1 471,0 mm	Trasmittanza	0,151 W/m²K
Resistenza	6,642 m²K/W	Massa superf.	673 kg/m²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
B	Intercapedine d'aria (flusso orizzontale)	952,5	1,670	0,570	1	1,00	1,0
C	Barriera al vapore	1,0	0,230	0,004	360	1,50	99 999,0
D	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controsoffitto, certificato CAM	100,0	0,036	2,778	70	1,03	1,0
E	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controsoffitto, certificato CAM	100,0	0,036	2,778	70	1,03	1,0
F	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	200,0	1,650	0,121	2 200	1,00	70,0
G	Guaina bituminosa	5,0	0,050	0,100	1 200	0,92	21 276,6
H	Massetto a base cementizia	100,0	1,100	0,091	2 000	0,84	22,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	1 471,0		6,642			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Palestre, cucine, mense
Prod. nota	- kg/h

Mese	θ_i	ϕ_i	θ_e	ϕ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	2,6 °C	93,6 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	3,1 °C	86,2 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,2 °C	74,6 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,7 °C	72,1 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	17,4 °C	66,5 %	0,5 1/h
giugno	20,7 °C	- %	20,7 °C	58,1 %	0,5 1/h
luglio	21,8 °C	- %	21,8 °C	70,9 %	0,5 1/h
agosto	21,6 °C	- %	21,6 °C	70,5 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,0 °C	77,7 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	12,6 °C	80,3 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,3 °C	92,5 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,1 °C	98,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	2,60 °C	689,00 Pa
ESTIVA	21,80 °C	1 696,70 Pa	21,80 °C	1 850,80 Pa

θ_i : temperatura interna

ϕ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

ϕ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,016 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 511,688 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	ϕ_i
ottobre	12,6 °C	1170,97 Pa	462,6 Pa	1633,57 Pa	20 °C	80 %
novembre	7,3 °C	945,49 Pa	722,3 Pa	1667,79 Pa	20 °C	93 %
dicembre	3,1 °C	749,81 Pa	928,1 Pa	1677,91 Pa	20 °C	98 %
gennaio	2,6 °C	689,04 Pa	952,6 Pa	1641,64 Pa	20 °C	94 %
febbraio	3,1 °C	657,51 Pa	928,1 Pa	1585,61 Pa	20 °C	86 %
marzo	8,2 °C	810,83 Pa	678,2 Pa	1489,03 Pa	20 °C	75 %
aprile	11,7 °C	990,88 Pa	506,7 Pa	1497,58 Pa	20 °C	72 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	17,84 °C	0,7079
novembre	18,17 °C	0,8558
dicembre	18,26 °C	0,8973
gennaio	17,92 °C	0,8803
febbraio	17,37 °C	0,8441
marzo	16,38 °C	0,6928
aprile	16,47 °C	0,5741

θ_e : temperatura esterna

P_e : pressione esterna

ΔP : variazione di pressione

P_i : pressione interna

θ_i : temperatura interna

ϕ_i : umidità relativa interna

θ_{si} critica: temperatura superficiale critica
f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi}: 0,8973 (mese di Dicembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 641,6	1 585,6	1 489,0	1 497,6	1 548,3	1 483,4	1 862,6	1 839,6	1 800,8	1 633,6	1 667,8	1 677,9
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 641,2	1 585,2	1 488,7	1 497,3	1 548,2	1 483,4	1 862,5	1 839,6	1 800,7	1 633,4	1 667,5	1 677,5
	2 224,7	2 227,8	2 260,3	2 282,8	2 059,3	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 323,8	2 288,6	2 254,5	2 227,8
A-B	1 637,3	1 581,4	1 485,9	1 495,3	1 547,2	1 483,1	1 862,5	1 839,5	1 799,9	1 631,5	1 664,5	1 673,7
	2 030,1	2 038,4	2 124,8	2 185,9	2 052,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 299,7	2 201,8	2 109,3	2 038,4
B-C	1 230,0	1 184,5	1 195,9	1 278,6	1 450,0	1 455,0	1 857,5	1 830,2	1 715,2	1 433,6	1 355,6	1 276,8
	2 028,7	2 037,0	2 123,8	2 185,1	2 052,7	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 299,6	2 201,2	2 108,2	2 037,0
C-D	1 229,5	1 184,1	1 195,6	1 278,4	1 449,9	1 455,0	1 857,4	1 830,2	1 715,2	1 433,4	1 355,3	1 276,4
	1 279,1	1 302,3	1 560,6	1 762,9	2 021,2	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 185,4	1 818,5	1 512,0	1 302,3
D-E	1 229,1	1 183,7	1 195,3	1 278,2	1 449,8	1 455,0	1 857,4	1 830,2	1 715,1	1 433,2	1 355,0	1 276,0
	784,8	811,5	1 132,9	1 413,9	1 990,2	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 076,3	1 495,4	1 069,2	811,5
E-F	1 131,4	1 088,5	1 125,7	1 226,2	1 426,5	1 448,2	1 856,2	1 828,0	1 694,8	1 385,8	1 280,9	1 180,8
	767,7	794,4	1 116,9	1 400,2	1 988,8	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 071,7	1 482,5	1 052,8	794,4
F-G	698,0	666,2	817,2	995,7	1 323,0	1 418,3	1 850,9	1 818,2	1 604,7	1 175,3	952,3	758,5
	753,9	780,6	1 103,8	1 388,9	1 987,7	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 067,8	1 471,9	1 039,4	780,6
G-H	689,0	657,5	810,8	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,5	749,8
	741,5	768,2	1 092,0	1 378,8	1 986,7	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 064,4	1 462,4	1 027,4	768,2
H-Add	689,0	657,5	810,8	990,9	1 320,9	1 417,7	1 850,8	1 818,0	1 602,8	1 171,0	945,5	749,8
	736,2	762,8	1 086,9	1 374,3	1 986,3	2 440,1	2 610,4	2 578,7	2 062,8	1 458,2	1 022,2	762,8

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	20,7	21,8	21,6	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,4	19,4	19,6	19,7	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,7	19,5	19,4
A-B	19,2	19,2	19,5	19,6	18,0	20,7	21,8	21,6	19,9	19,7	19,4	19,2
B-C	17,7	17,8	18,5	18,9	17,9	20,7	21,8	21,6	19,7	19,0	18,4	17,8
C-D	17,7	17,8	18,5	18,9	17,9	20,7	21,8	21,6	19,7	19,0	18,3	17,8
D-E	10,6	10,9	13,6	15,5	17,7	20,7	21,8	21,6	18,9	16,0	13,2	10,9
E-F	3,5	4,0	8,8	12,1	17,4	20,7	21,8	21,6	18,1	13,0	8,0	4,0
F-G	3,2	3,7	8,6	12,0	17,4	20,7	21,8	21,6	18,1	12,9	7,7	3,7
G-H	2,9	3,4	8,4	11,9	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,7	7,5	3,4
H-Add	2,7	3,2	8,3	11,7	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,6	7,4	3,2
Add-Esterno	2,6	3,1	8,2	11,7	17,4	20,7	21,8	21,6	18,0	12,6	7,3	3,1

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. E/F												
Gc [Kg/m²]	0,0042	0,0034	0,0015	-0,0012	-0,0050	-0,0089	-0,0070	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0042
Ma [Kg/m²]	0,0111	0,0144	0,0159	0,0147	0,0097	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0069
Interf. F/G												
Gc [Kg/m²]	0,0000	-0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002
Ma [Kg/m²]	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002
Interf. G/H												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. H/I												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

gennaio - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0111 kg/m²
0,0111 - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0002 kg/m²
febbraio - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0144 kg/m²
marzo - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0159 kg/m²
aprile - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0147 kg/m²
maggio - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0097 kg/m²
giugno - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0008 kg/m²

novembre - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0027 kg/m²

dicembre - Interf. E/F. Formazione di condensa: 0,0069 kg/m²

0,0069 - Interf. F/G. Formazione di condensa: 0,0002 kg/m²

Visualizza/modifica gli elementi in archivio marzo

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0042 kg/m² E-F nel mese di dicembre

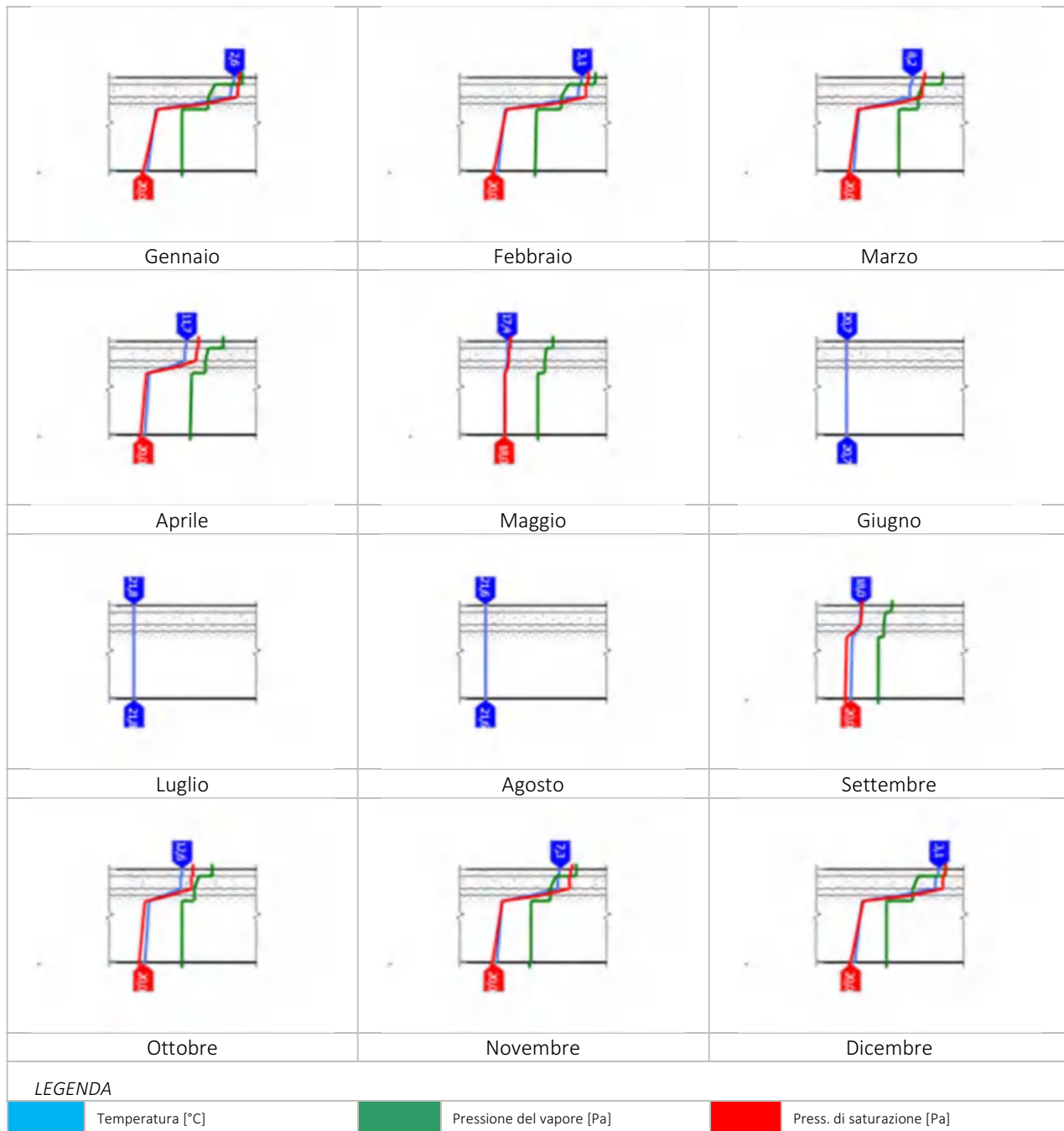
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0159 nel mese di marzo kg/m² E-F

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia E-F - Formazione di condensa: 0,0159 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	673 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

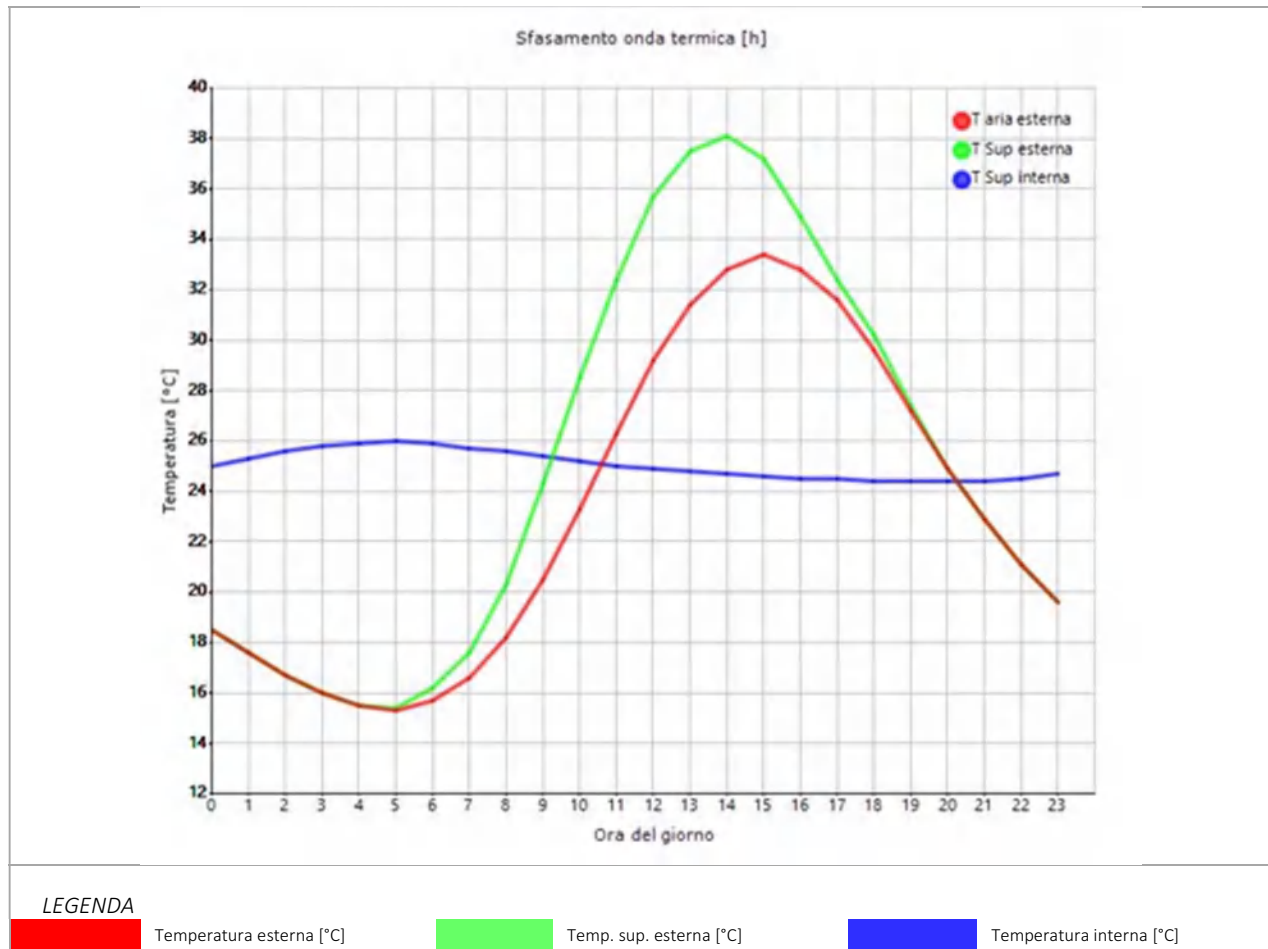
Comune	Palazzolo sull'Oglio
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	20,7 °C
Temperatura massima estiva	33,4 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	18,1 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	284,72 W/m ²

Inerzia termica

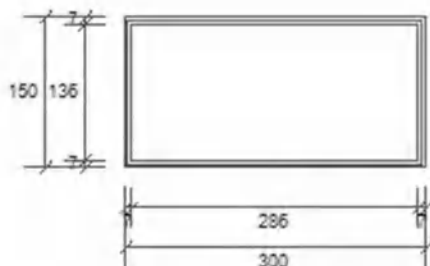
Sfasamento dell'onda termica	15h 08'
Fattore di attenuazione	0,0701
Capacità termica interna C1	18,2 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	109,6 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	16,6 W/m ² K
Ammettenza interna	8,0 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	14,4 W/m ² K
Ammettenza esterna	8,0 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,011 W/m ² K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

	Temperatura esterna giorno più caldo Te	Irradiazione solare giorno più caldo Ie	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup	Temp interna giorno più caldo Ti
Ora	°C	W/m ²	°C	°C
0:00	18,55	0,00	18,55	24,99
1:00	17,64	0,00	17,64	25,28
2:00	16,74	0,00	16,74	25,56
3:00	16,01	0,00	16,01	25,78
4:00	15,47	0,00	15,47	25,91
5:00	15,29	10,17	15,41	25,95
6:00	15,65	49,17	16,24	25,89
7:00	16,56	85,79	17,59	25,73
8:00	18,19	173,67	20,27	25,56
9:00	20,54	316,63	24,34	25,40
10:00	23,25	433,79	28,46	25,20
11:00	26,33	509,38	32,44	25,03
12:00	29,23	535,38	35,65	24,89
13:00	31,40	509,38	37,51	24,76
14:00	32,85	433,79	38,05	24,66
15:00	33,39	316,63	37,19	24,58
16:00	32,85	173,67	34,93	24,52
17:00	31,58	69,75	32,42	24,46
18:00	29,59	49,58	30,18	24,41
19:00	27,24	10,17	27,36	24,37
20:00	24,88	0,00	24,88	24,36
21:00	22,89	0,00	22,89	24,42
22:00	21,08	0,00	21,08	24,52
23:00	19,63	0,00	19,63	24,71

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



201SER - Serramento 300x150 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo



Larghezza	L	300 cm
Altezza	H	150 cm
Area del vetro	Ag	3,890 m ²
Area del telaio	Af	0,610 m ²
Area totale del serramento	Aw	4,500 m ²
Perimetro del vetro	p	8,440 m
Trasmittanza	Uw	1,041 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,041 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,900 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,350
Emissività	ε	0,100

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Plastica
Trasmittanza	Uf	1,662 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Tendaggi bianchi - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,80

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0,000 m²K/W

Permeabilità all'aria

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

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

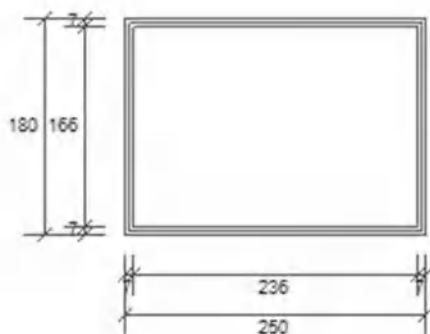
Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
801PON - Telaio serramento su parete (Ponte termico)	9,0	0,176

Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Zona climatica	E
Trasmittanza	1,041 W/m ² K
Trasmittanza limite	1,400 W/m ² K
Esito della verifica	OK

202SER - Serramento 250x180 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo



Larghezza	L	250 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	3,918 m ²
Area del telaio	Af	0,582 m ²
Area totale del serramento	Aw	4,500 m ²
Perimetro del vetro	p	8,040 m
Trasmittanza	Uw	1,034 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,034 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,900 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,350
Emissività	ε	0,100

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Plastica
Trasmittanza	Uf	1,662 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Tendaggi bianchi - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,80

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0,000 m²K/W

Permeabilità all'aria

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

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

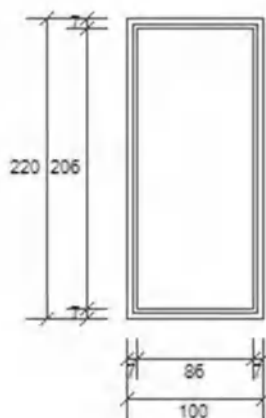
Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
801PON - Telaio serramento su parete (Ponte termico)	8,6	0,176

Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Zona climatica	E
Trasmittanza	1,034 W/m ² K
Trasmittanza limite	1,400 W/m ² K
Esito della verifica	OK

203SER - Serramento 100x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo



Larghezza	L	100 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	1,772 m ²
Area del telaio	Af	0,428 m ²
Area totale del serramento	Aw	2,200 m ²
Perimetro del vetro	p	5,840 m
Trasmittanza	Uw	1,101 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,101 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,900 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,350
Emissività	ε	0,100

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Plastica
Trasmittanza	Uf	1,662 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Tendaggi bianchi - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,80

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0,000 m²K/W

Permeabilità all'aria

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

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

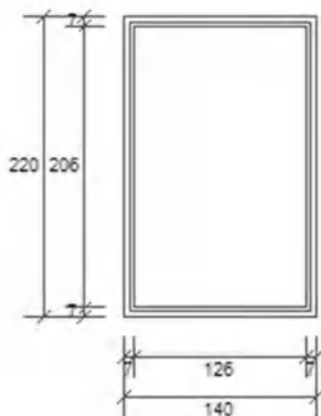
Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
801PON - Telaio serramento su parete (Ponte termico)	6,4	0,176

Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Zona climatica	E
Trasmittanza	1,101 W/m ² K
Trasmittanza limite	1,400 W/m ² K
Esito della verifica	OK

204SER - Serramento 140x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo



Larghezza	L	140 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	2,596 m ²
Area del telaio	Af	0,484 m ²
Area totale del serramento	Aw	3,080 m ²
Perimetro del vetro	p	6,640 m
Trasmittanza	Uw	1,063 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,063 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,900 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,350
Emissività	ε	0,100

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Plastica
Trasmittanza	Uf	1,662 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Tendaggi bianchi - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,80

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0,000 m²K/W

Permeabilità all'aria

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

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

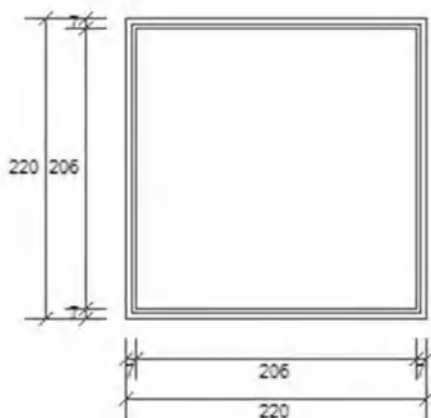
Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
801PON - Telaio serramento su parete (Ponte termico)	7,2	0,176

Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Zona climatica	E
Trasmittanza	1,063 W/m ² K
Trasmittanza limite	1,400 W/m ² K
Esito della verifica	OK

205SER - Serramento 220x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo



Larghezza	L	220 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	4,244 m ²
Area del telaio	Af	0,596 m ²
Area totale del serramento	Aw	4,840 m ²
Perimetro del vetro	p	8,240 m
Trasmittanza	Uw	1,028 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,028 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,900 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,350
Emissività	ε	0,100

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Plastica
Trasmittanza	Uf	1,662 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Tendaggi bianchi - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,80

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0,000 m²K/W

Permeabilità all'aria

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

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

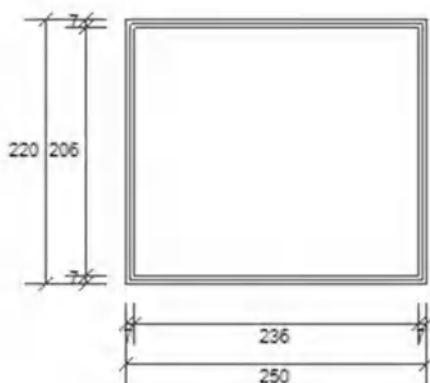
Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
801PON - Telaio serramento su parete (Ponte termico)	8,8	0,176

Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Zona climatica	E
Trasmittanza	1,028 W/m ² K
Trasmittanza limite	1,400 W/m ² K
Esito della verifica	OK

206SER - Serramento 250x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo



Larghezza	L	250 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	4,862 m ²
Area del telaio	Af	0,638 m ²
Area totale del serramento	Aw	5,500 m ²
Perimetro del vetro	p	8,840 m
Trasmittanza	Uw	1,021 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,021 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,900 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,350
Emissività	ε	0,100

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Plastica
Trasmittanza	Uf	1,662 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Tendaggi bianchi - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,80

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0,000 m²K/W

Permeabilità all'aria

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

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

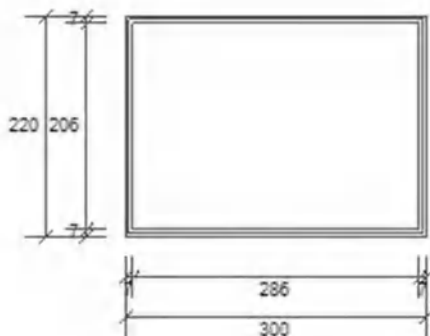
Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
801PON - Telaio serramento su parete (Ponte termico)	9,4	0,176

Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Zona climatica	E
Trasmittanza	1,021 W/m ² K
Trasmittanza limite	1,400 W/m ² K
Esito della verifica	OK

207SER - Serramento 300x220 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo



Larghezza	L	300 cm
Altezza	H	220 cm
Area del vetro	Ag	5,892 m ²
Area del telaio	Af	0,708 m ²
Area totale del serramento	Aw	6,600 m ²
Perimetro del vetro	p	9,840 m
Trasmittanza	Uw	1,012 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,012 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,900 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,350
Emissività	ε	0,100

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Plastica
Trasmittanza	Uf	1,662 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Tendaggi bianchi - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,80

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0,000 m²K/W

Permeabilità all'aria

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

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

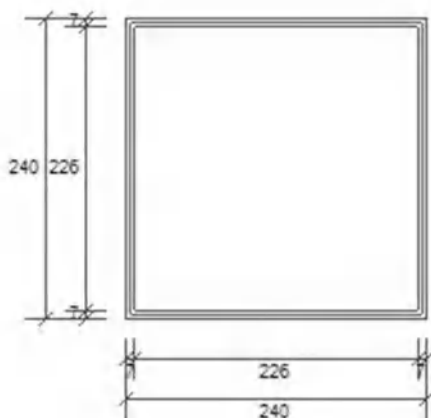
Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
801PON - Telaio serramento su parete (Ponte termico)	10,4	0,176

Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Zona climatica	E
Trasmittanza	1,012 W/m ² K
Trasmittanza limite	1,400 W/m ² K
Esito della verifica	OK

208SER - Serramento 240x240 telaio in alluminio taglio termico con vetrocamera basso emissivo



Larghezza	L	240 cm
Altezza	H	240 cm
Area del vetro	Ag	5,108 m ²
Area del telaio	Af	0,652 m ²
Area totale del serramento	Aw	5,760 m ²
Perimetro del vetro	p	9,040 m
Trasmittanza	Uw	1,018 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,018 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,900 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,350
Emissività	ε	0,100

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	20 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Plastica
Trasmittanza	Uf	1,662 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,020 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Tendaggi bianchi - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	0,80

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0,000 m²K/W

Permeabilità all'aria

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

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

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
801PON - Telaio serramento su parete (Ponte termico)	9,6	0,176

Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

Comune	Palazzolo sull'Oglio
Zona climatica	E
Trasmittanza	1,018 W/m ² K
Trasmittanza limite	1,400 W/m ² K
Esito della verifica	OK

801PON – Ponte termico telaio serramento su parete

Il ponte termico è una discontinuità dell'involucro edilizio nella quale la resistenza termica non è uniforme e cambia in modo significativo; i ponti termici localizzati per la maggioranza dei casi nelle giunzioni tra gli elementi e provocano due effetti:

- Modifica del flusso termico
- Modifica della temperatura superficiale

rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

La presente relazione riporta la valutazione della trasmittanza lineica ψ del ponte termico tramite analisi ad elementi finiti, per ponti termico geometrico o strutturale.

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

NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

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

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

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

Il metodo di calcolo utilizzato nella valutazione del ponte termico si basa su quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 10211. La norma specifica la definizione dei limiti geometrici del modello e dei criteri da adottare per la sua suddivisione, le condizioni termiche al contorno, i valori termici e le relazioni da utilizzare.

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

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

VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

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

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

- Fornisce le temperature e i flussi termici
- Consente di calcolare temperature e flussi termici anche in posizioni diverse da quelle indicate.
- Converge alla soluzione analitica (dove esiste) all'aumentare delle suddivisioni.
- Determina il numero di suddivisioni seguendo questa regola: esegue la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici che entrano nell'oggetto considerato, per n suddivisioni e per $2n$ suddivisioni. La differenza tra i due risultati non deve essere maggiore del 2% o in alternativa si aumenta il numero di suddivisioni fino a che il criterio non è soddisfatto.
- Le iterazioni di calcolo proseguono finché la somma di tutti i flussi termici (positivi o negativi) entranti nell'oggetto, divisa per la metà della somma dei valori assoluti dei medesimi flussi termici è minore di 0.001

DETTAGLI DEL PONTE TERMICO

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
2	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	0,036
3	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	0,036
4	Intercapedine d'aria (flusso orizzontale)	1,670
5	Cartongesso in lastre	0,210
6	Cartongesso in lastre	0,210
7	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	0,036
8	Telaio equivalente per serramento a taglio termico	0,100
9	Vetro	1,000
10	Vetro	1,000
11	Argon	0,017
12	Aria	0,025
13	Vetro	1,000
14	Cartongesso in lastre	0,210
15	Cartongesso in lastre	0,210

CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Palazzolo sull'Oglio - (BS).

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

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

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,6	0,04
2	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,6	0,04

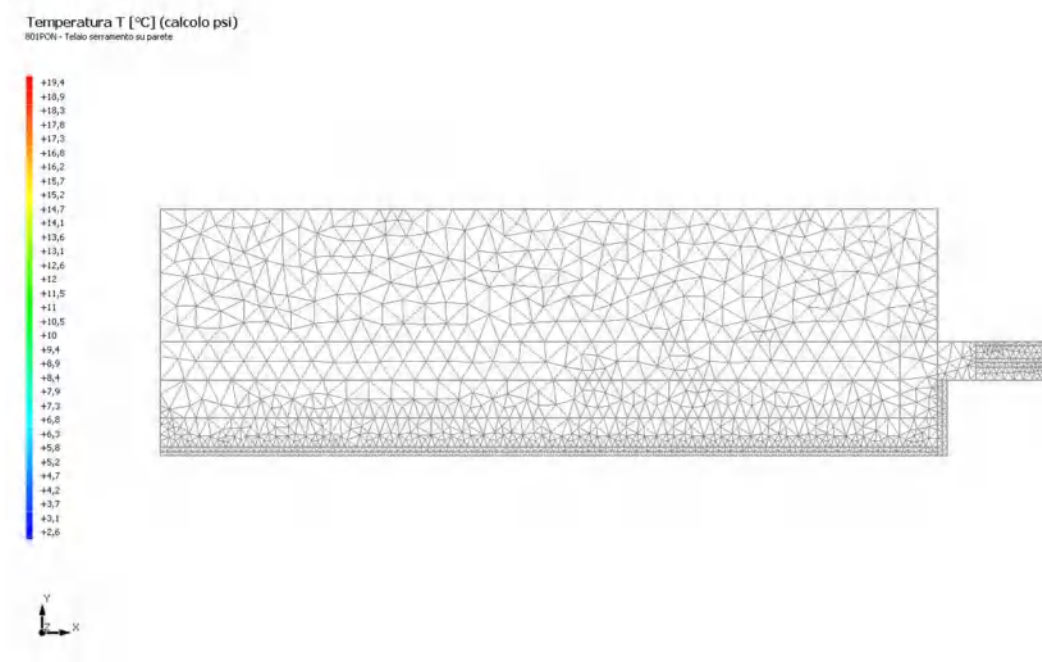
4	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,6	0,04
5	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,6	0,04
6	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,17
7	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,13
8	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,13

DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

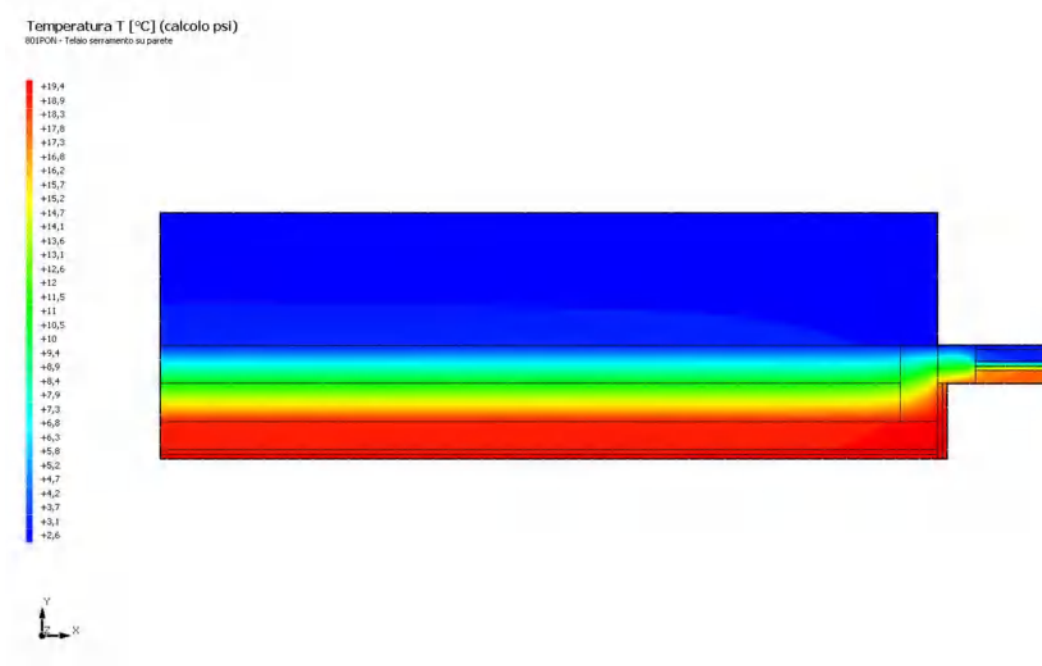
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1 301

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



CURVE DI TEMPERATURA

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



RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	10,39	W/m
Ψ interno	0,1756	W/mK
Ψ esterno	0,1756	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,60	W/mK
Temperatura minima	17,6	°C

VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

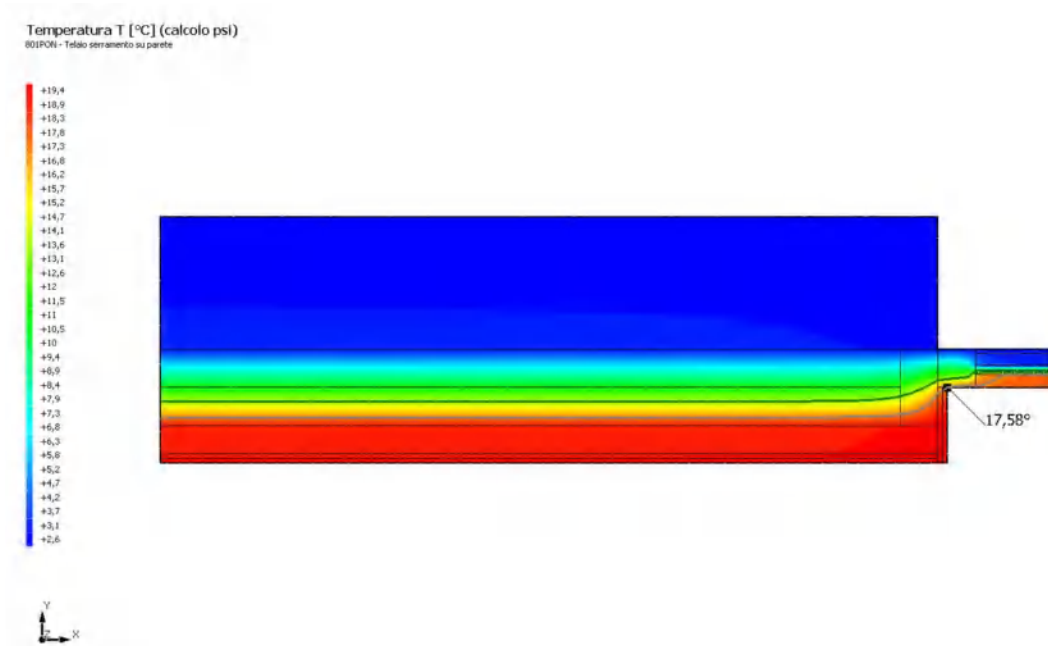
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{rsi} calcolato come segue

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

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



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

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Palazzolo sull'Oglio, BS

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

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Uffici, alloggi con indice normale di affollamento e ventilazione

Mese	Te [°C]	ϕ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	12,60	80,3	1 171,0	299,8	1 470,8	1 838,5	16,18	20,00	0,4840
novembre	7,30	92,5	945,5	442,9	1 388,4	1 735,5	15,28	20,00	0,6284
dicembre	3,10	98,3	749,8	556,3	1 306,1	1 632,6	14,33	20,00	0,6647
gennaio	2,60	93,6	689,0	569,8	1 258,8	1 573,5	13,77	20,00	0,6417
febbraio	3,10	86,2	657,5	556,3	1 213,8	1 517,3	13,21	20,00	0,5980
marzo	8,20	74,6	810,8	418,6	1 229,4	1 536,8	13,40	20,00	0,4409
aprile	11,70	72,1	990,9	324,1	1 315,0	1 643,7	14,44	20,00	0,3299

Te temperatura esterna media mensile [°C]

ϕ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

Δp variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,861
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,665
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi>fRsi,max: assenza di muffa

802PON – Ponte termico angolo sporgente

Il ponte termico è una discontinuità dell'involucro edilizio nella quale la resistenza termica non è uniforme e cambia in modo significativo; i ponti termici localizzati per la maggioranza dei casi nelle giunzioni tra gli elementi e provocano due effetti:

- Modifica del flusso termico
- Modifica della temperatura superficiale

rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

La presente relazione riporta la valutazione della trasmittanza lineica ψ del ponte termico tramite analisi ad elementi finiti, per ponti termico geometrico o strutturale.

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

NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

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

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

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

Il metodo di calcolo utilizzato nella valutazione del ponte termico si basa su quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 10211. La norma specifica la definizione dei limiti geometrici del modello e dei criteri da adottare per la sua suddivisione, le condizioni termiche al contorno, i valori termici e le relazioni da utilizzare.

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

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

VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

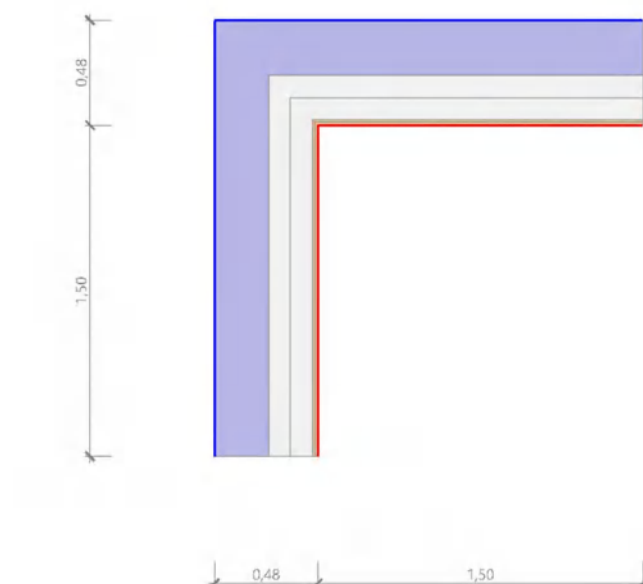
L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

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

- Fornisce le temperature e i flussi termici
- Consente di calcolare temperature e flussi termici anche in posizioni diverse da quelle indicate.
- Converge alla soluzione analitica (dove esiste) all'aumentare delle suddivisioni.
- Determina il numero di suddivisioni seguendo questa regola: esegue la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici che entrano nell'oggetto considerato, per n suddivisioni e per $2n$ suddivisioni. La differenza tra i due risultati non deve essere maggiore del 2% o in alternativa si aumenta il numero di suddivisioni fino a che il criterio non è soddisfatto.
- Le iterazioni di calcolo proseguono finché la somma di tutti i flussi termici (positivi o negativi) entranti nell'oggetto, divisa per la metà della somma dei valori assoluti dei medesimi flussi termici è minore di 0.001

DETTAGLI DEL PONTE TERMICO

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
2	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	0,036
3	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	0,036
4	Cartongesso in lastre	0,210
5	Cartongesso in lastre	0,210

CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Palazzolo sull'Oglio - (BS).

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

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

Dettaglio dei confini

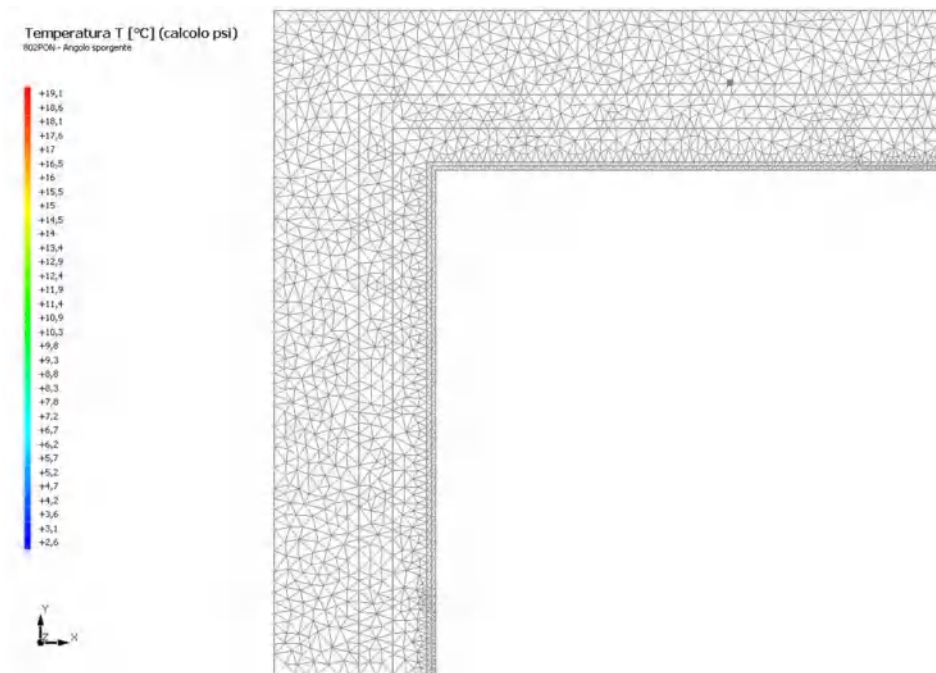
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,6	0,04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,6	0,04
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

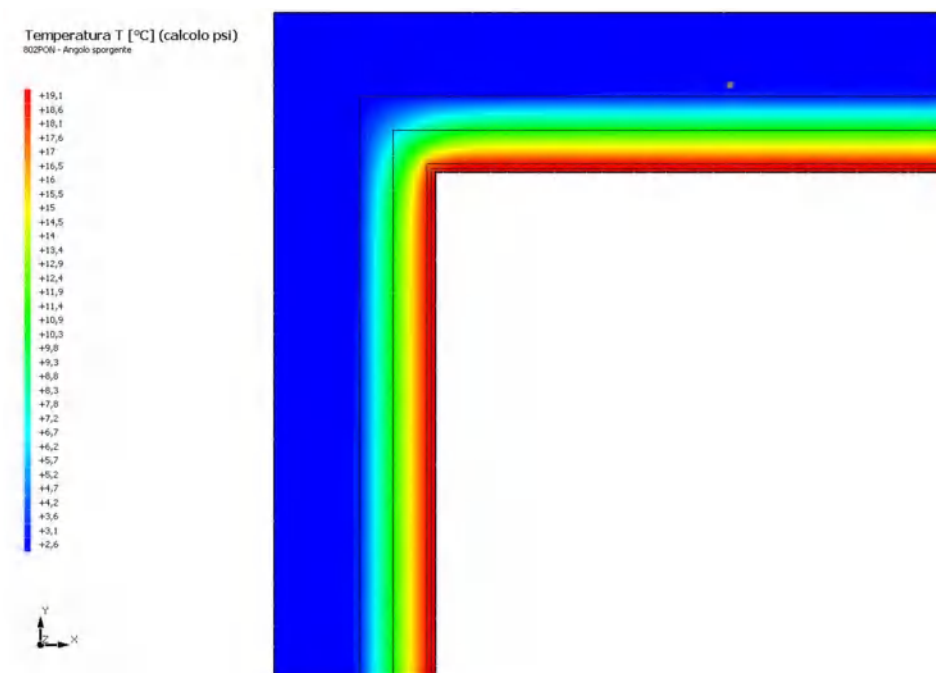
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1 744

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



CURVE DI TEMPERATURA

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



RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	9,15	W/m
Ψ interno	0,0258	W/mK

Ψ esterno	-0,1327	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,53	W/mK
Temperatura minima	18,2	°C

VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

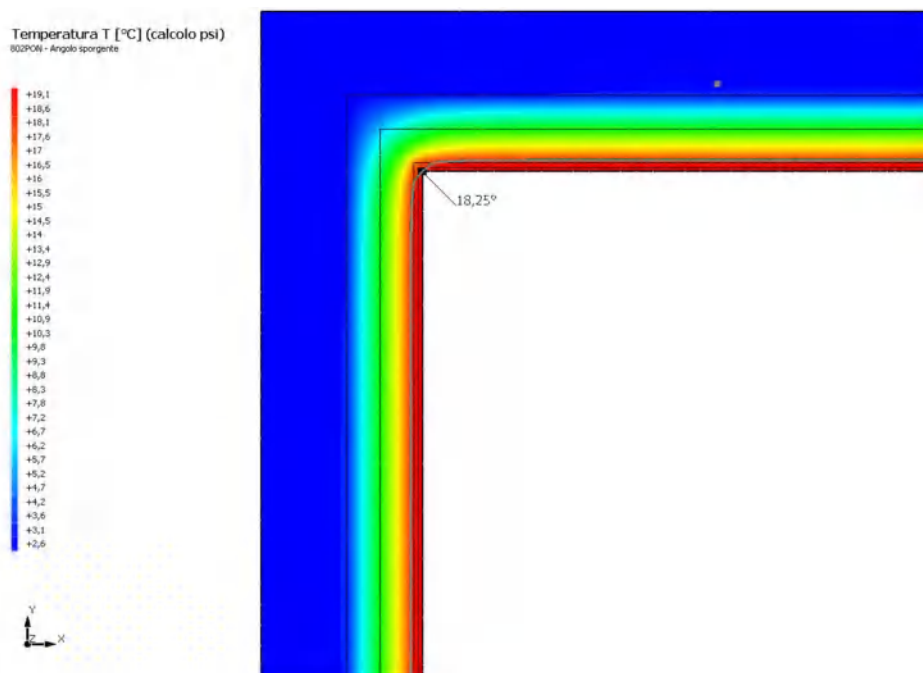
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale fRsi calcolato come segue

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

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



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

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Palazzolo sull'Oglio, BS

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

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Palestre, cucina, mense

Mese	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	12,60	80,3	1 171,0	462,6	1 633,6	2 042,0	17,84	20,00	0,7079
novembre	7,30	92,5	945,5	722,3	1 667,8	2 084,7	18,17	20,00	0,8558
dicembre	3,10	98,3	749,8	928,1	1 677,9	2 097,4	18,26	20,00	0,8973
gennaio	2,60	93,6	689,0	952,6	1 641,6	2 052,0	17,92	20,00	0,8803
febbraio	3,10	86,2	657,5	928,1	1 585,6	1 982,0	17,37	20,00	0,8441
marzo	8,20	74,6	810,8	678,2	1 489,0	1 861,3	16,38	20,00	0,6928
aprile	11,70	72,1	990,9	506,7	1 497,6	1 872,0	16,47	20,00	0,5741

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φe umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]
Psi pressione di saturazione interna [Pa]
Tsi Temperatura superficiale interna [°C]
fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,899
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,897
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE	frsi>frsi,max: assenza di muffa

803PON – Ponte termico angolo rientrante

Il ponte termico è una discontinuità dell'involucro edilizio nella quale la resistenza termica non è uniforme e cambia in modo significativo; i ponti termici localizzati per la maggioranza dei casi nelle giunzioni tra gli elementi e provocano due effetti:

- Modifica del flusso termico
- Modifica della temperatura superficiale

rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

La presente relazione riporta la valutazione della trasmittanza lineica ψ del ponte termico tramite analisi ad elementi finiti, per ponti termico geometrico o strutturale.

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

NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

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

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

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

Il metodo di calcolo utilizzato nella valutazione del ponte termico si basa su quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 10211. La norma specifica la definizione dei limiti geometrici del modello e dei criteri da adottare per la sua suddivisione, le condizioni termiche al contorno, i valori termici e le relazioni da utilizzare.

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

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

VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

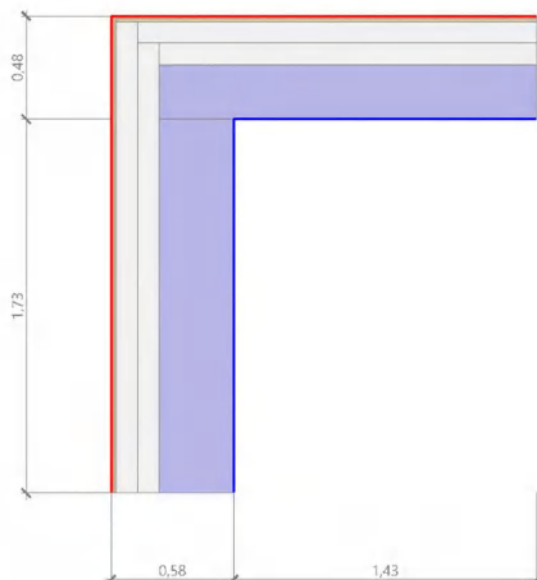
L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

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

- Fornisce le temperature e i flussi termici
- Consente di calcolare temperature e flussi termici anche in posizioni diverse da quelle indicate.
- Converge alla soluzione analitica (dove esiste) all'aumentare delle suddivisioni.
- Determina il numero di suddivisioni seguendo questa regola: esegue la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici che entrano nell'oggetto considerato, per n suddivisioni e per $2n$ suddivisioni. La differenza tra i due risultati non deve essere maggiore del 2% o in alternativa si aumenta il numero di suddivisioni fino a che il criterio non è soddisfatto.
- Le iterazioni di calcolo proseguono finché la somma di tutti i flussi termici (positivi o negativi) entranti nell'oggetto, divisa per la metà della somma dei valori assoluti dei medesimi flussi termici è minore di 0.001

DETTAGLI DEL PONTE TERMICO

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
5	Cartongesso in lastre	0,210
6	Cartongesso in lastre	0,210
7	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	0,036
8	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	0,036
9	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
10	Cartongesso in lastre	0,210
11	Cartongesso in lastre	0,210
12	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	0,036
13	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	0,036
14	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650

CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Palazzolo sull'Oglio - (BS).

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

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

Dettaglio dei confini

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

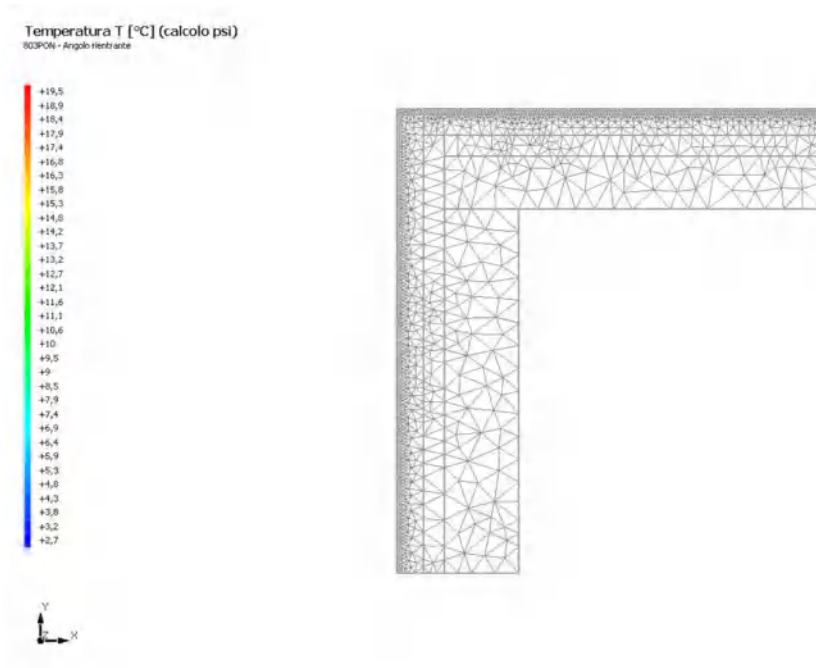
DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

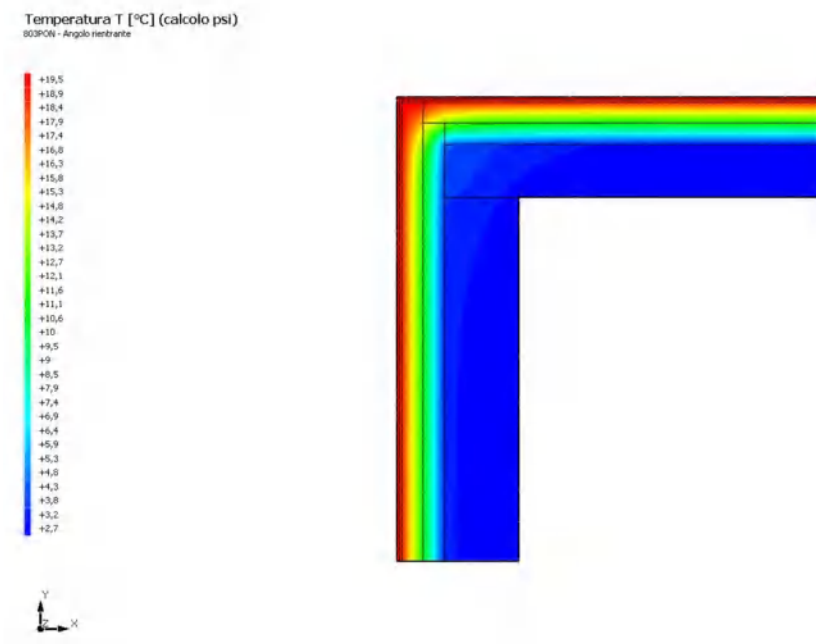
1 488

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



CURVE DI TEMPERATURA

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



RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	11,05	W/m
Ψ interno	-0,0619	W/mK
Ψ esterno	0,1125	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,63	W/mK
Temperatura minima	19,3	°C

VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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

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

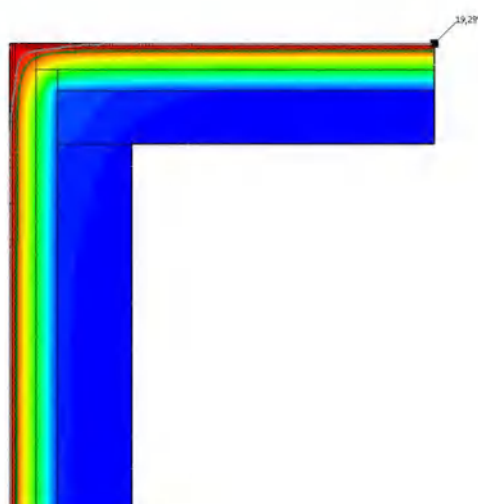
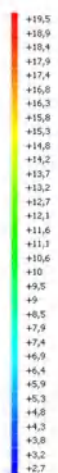
Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)

803PCN - Angolo rientrante



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

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Palazzolo sull'Oglio, BS

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

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Palestre, cucina, mense

Mese	Te [°C]	ϕ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	f_{Rsi}
ottobre	12,60	80,3	1 171,0	462,6	1 633,6	2 042,0	17,84	20,00	0,7079
novembre	7,30	92,5	945,5	722,3	1 667,8	2 084,7	18,17	20,00	0,8558
dicembre	3,10	98,3	749,8	928,1	1 677,9	2 097,4	18,26	20,00	0,8973
gennaio	2,60	93,6	689,0	952,6	1 641,6	2 052,0	17,92	20,00	0,8803
febbraio	3,10	86,2	657,5	928,1	1 585,6	1 982,0	17,37	20,00	0,8441

marzo	8,20	74,6	810,8	678,2	1 489,0	1 861,3	16,38	20,00	0,6928
aprile	11,70	72,1	990,9	506,7	1 497,6	1 872,0	16,47	20,00	0,5741

Te temperatura esterna media mensile [°C]

ϕ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,959
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,897
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENZA SUPERFICIALE	fRsi>fRsi,max: assenza di muffa

804PON – Ponte termico parete su pavimento

Il ponte termico è una discontinuità dell'involucro edilizio nella quale la resistenza termica non è uniforme e cambia in modo significativo; i ponti termici localizzati per la maggioranza dei casi nelle giunzioni tra gli elementi e provocano due effetti:

- Modifica del flusso termico
 - Modifica della temperatura superficiale
- rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

La presente relazione riporta la valutazione della trasmittanza lineica ψ del ponte termico tramite analisi ad elementi finiti, per ponti termico geometrico o strutturale.

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

NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

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

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

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

Il metodo di calcolo utilizzato nella valutazione del ponte termico si basa su quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 10211. La norma specifica la definizione dei limiti geometrici del modello e dei criteri da adottare per la sua suddivisione, le condizioni termiche al contorno, i valori termici e le relazioni da utilizzare.

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

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

VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

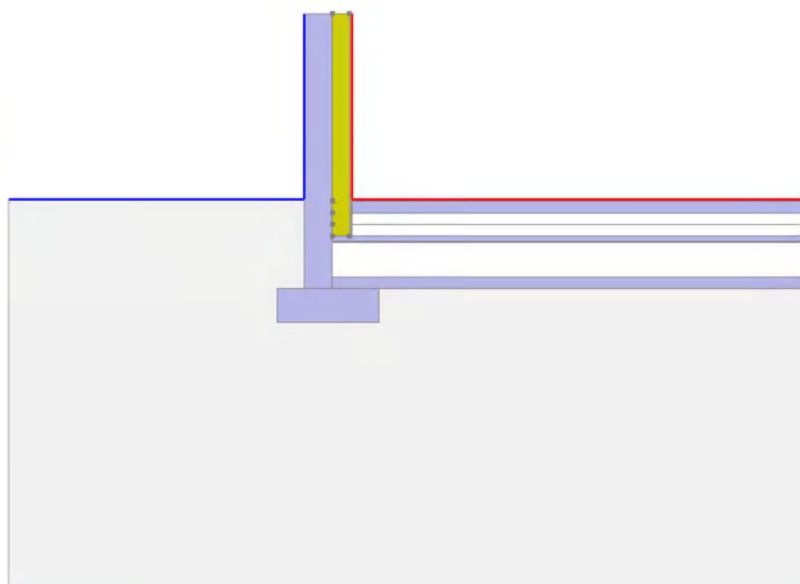
L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

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

- Fornisce le temperature e i flussi termici
- Consente di calcolare temperature e flussi termici anche in posizioni diverse da quelle indicate.
- Converge alla soluzione analitica (dove esiste) all'aumentare delle suddivisioni.
- Determina il numero di suddivisioni seguendo questa regola: esegue la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici che entrano nell'oggetto considerato, per n suddivisioni e per $2n$ suddivisioni. La differenza tra i due risultati non deve essere maggiore del 2% o in alternativa si aumenta il numero di suddivisioni fino a che il criterio non è soddisfatto.
- Le iterazioni di calcolo proseguono finché la somma di tutti i flussi termici (positivi o negativi) entranti nell'oggetto, divisa per la metà della somma dei valori assoluti dei medesimi flussi termici è minore di 0.001

DETTAGLI DEL PONTE TERMICO

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
6	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
7	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	0,036
8	Cartongesso in lastre	0,210
9	Cartongesso in lastre	0,210
15	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
16	Granchi per formazione vespaio areato in PVC	0,031
17	Aria	0,025
18	Armato (con 1% di acciaio)	2,300
16	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
19	Sabbia e ghiaia (2200 kg a m3)	2,000
10	Piastrelle di ceramica	1,000
11	Collante a base cementizia	0,750
12	Massetto a base cementizia	1,100
13	Polistirene espanso estruso con alta resistenza alla compressione	0,033
14	Polistirene espanso estruso con alta resistenza alla compressione	0,033

CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Palazzolo sull'Oglio - (BS).

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

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

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura terreno: direzione ascendente del flusso	7,5	0,00
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,6	0,04
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,6	0,17

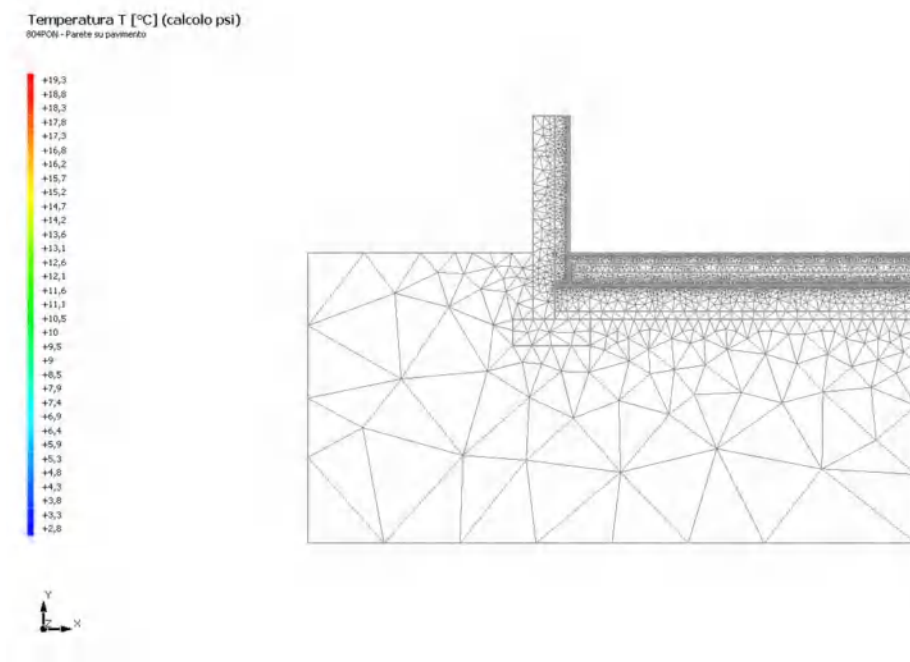
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
5	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17

DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

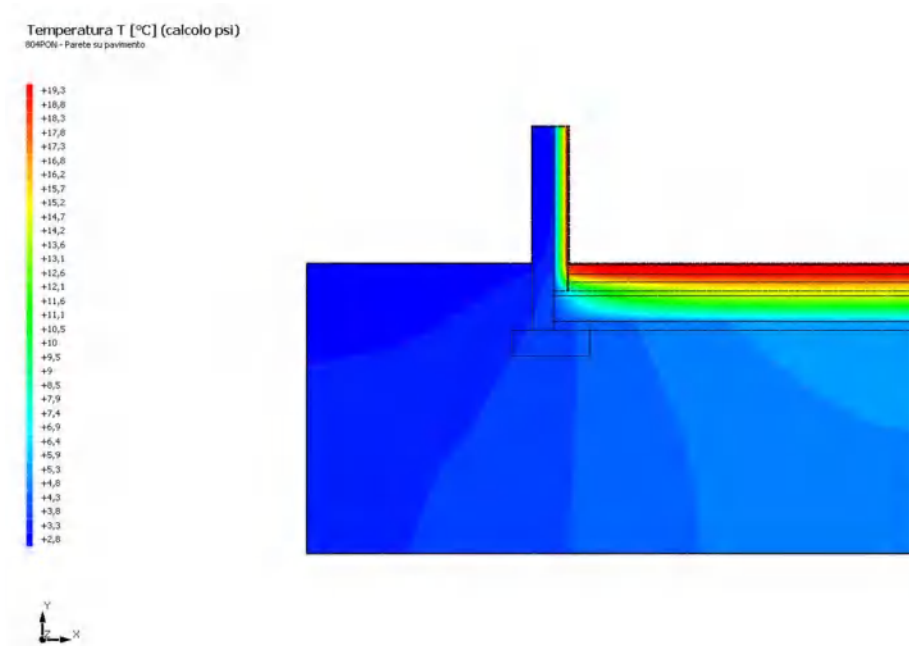
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 7 283

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



CURVE DI TEMPERATURA

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



RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	10,90	W/m
Ψ interno	0,1394	W/mK
Ψ esterno	0,1001	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,63	W/mK
Temperatura minima	19,0	°C

VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

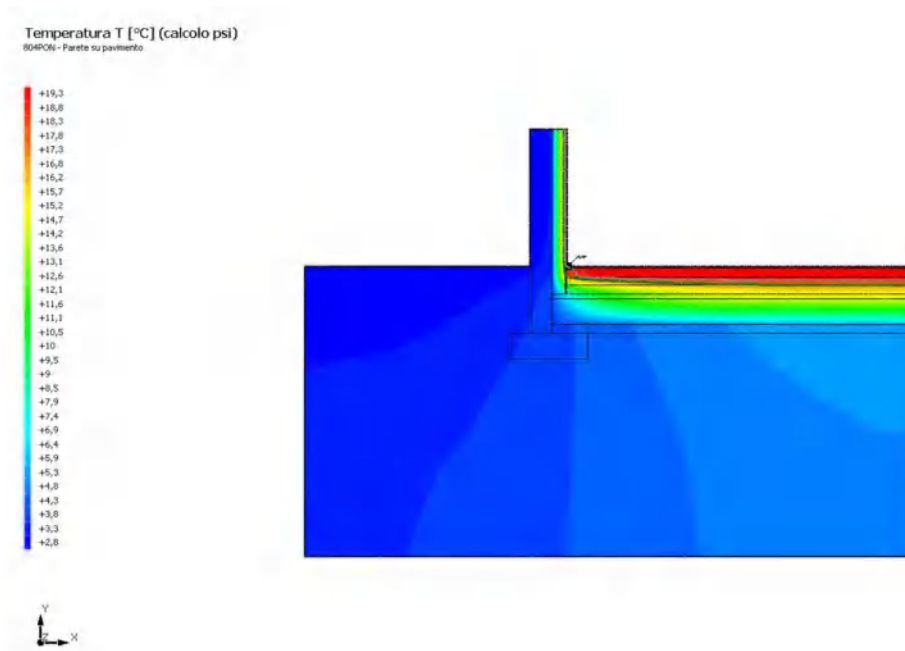
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



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

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Palazzolo sull'Oglio, BS

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

Tipo di calcolo	Umidità relativa interna costante
Classe di edificio	Palestre, cucina, mense

Contorno interno - esterno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	ϕ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	12,60	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7109
novembre	7,30	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8316
dicembre	3,10	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8734
gennaio	2,60	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8771
febbraio	3,10	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8734
marzo	8,20	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8187
aprile	11,70	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7423

Contorno interno – altro contorno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	ϕ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	15,17	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,5570
novembre	12,47	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7159
dicembre	9,82	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7898
gennaio	7,72	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8258
febbraio	7,47	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8293
marzo	7,72	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8258
aprile	10,27	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7801

Te temperatura esterna media mensile [°C]

Ti temperatura interna media mensile [°C]

ϕ umidità relativa interna [%]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,942
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,877
Mese critico	Gennaio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	frsi>frsi,max: assenza di muffa

805PON – Ponte termico parete su tetto a falda

Il ponte termico è una discontinuità dell'involucro edilizio nella quale la resistenza termica non è uniforme e cambia in modo significativo; i ponti termici localizzati per la maggioranza dei casi nelle giunzioni tra gli elementi e provocano due effetti:

- Modifica del flusso termico
- Modifica della temperatura superficiale

rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

La presente relazione riporta la valutazione della trasmittanza lineica ψ del ponte termico tramite analisi ad elementi finiti, per ponti termico geometrico o strutturale.

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

NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

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

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

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

Il metodo di calcolo utilizzato nella valutazione del ponte termico si basa su quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 10211. La norma specifica la definizione dei limiti geometrici del modello e dei criteri da adottare per la sua suddivisione, le condizioni termiche al contorno, i valori termici e le relazioni da utilizzare.

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

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

VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

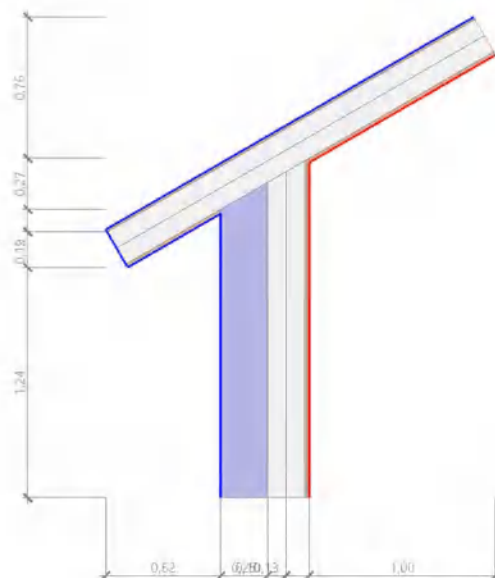
L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

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

- Fornisce le temperature e i flussi termici
- Consente di calcolare temperature e flussi termici anche in posizioni diverse da quelle indicate.
- Converge alla soluzione analitica (dove esiste) all'aumentare delle suddivisioni.
- Determina il numero di suddivisioni seguendo questa regola: esegue la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici che entrano nell'oggetto considerato, per n suddivisioni e per $2n$ suddivisioni. La differenza tra i due risultati non deve essere maggiore del 2% o in alternativa si aumenta il numero di suddivisioni fino a che il criterio non è soddisfatto.
- Le iterazioni di calcolo proseguono finché la somma di tutti i flussi termici (positivi o negativi) entranti nell'oggetto, divisa per la metà della somma dei valori assoluti dei medesimi flussi termici è minore di 0.001

DETTAGLI DEL PONTE TERMICO

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
2	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	0,036
3	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	0,036
4	Cartongesso in lastre	0,210
5	Cartongesso in lastre	0,210
6	Assito in legno	0,150
7	Assito in legno	0,150
8	Pannello in lana di roccia per coperture inclinate, certificato CAM, densità 210	0,037
9	Pannello in lana di roccia per coperture inclinate, certificato CAM, densità 140	0,036
10	Pannello a lamelle orientate sottili OSB	0,130

CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Palazzolo sull'Oglio - (BS).

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

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

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,6	0,04
2	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,6	0,04
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	2,6	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	2,6	0,04
5	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
6	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

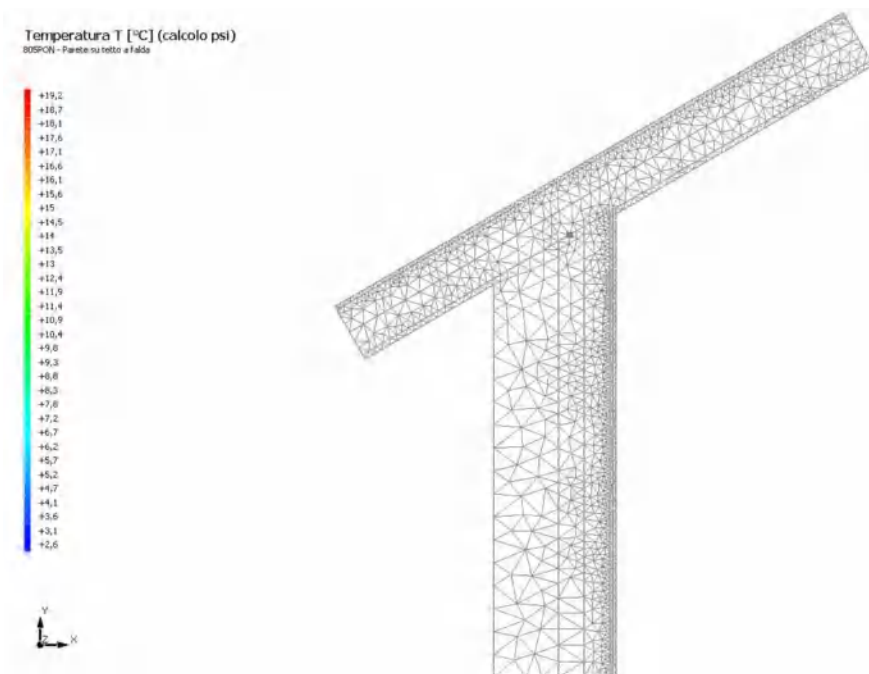
DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

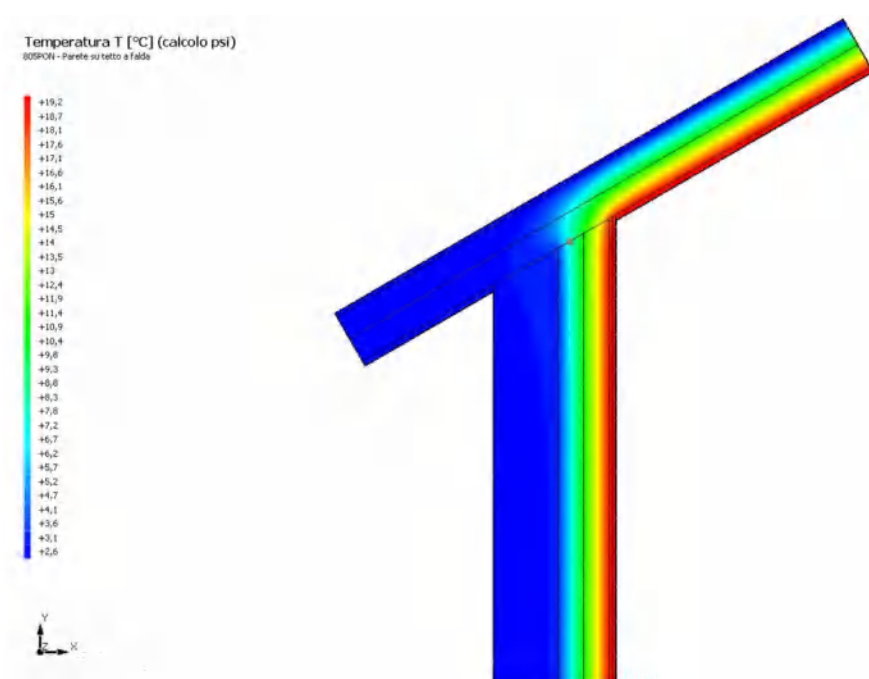
1 402

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



CURVE DI TEMPERATURA

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



RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	8,88	W/m
Ψ interno	0,0135	W/mK
Ψ esterno	-0,0563	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,51	W/mK
Temperatura minima	18,6	°C

VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

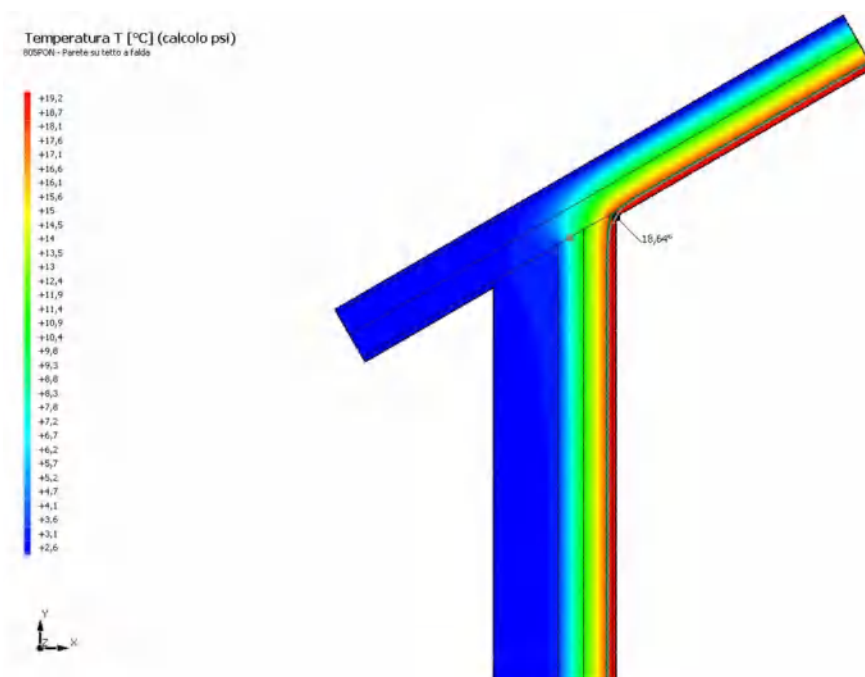
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



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

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Palazzolo sull'Oglio, BS

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

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Palestre, cucina, mense

Mese	Te [°C]	ϕ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	f_{Rsi}
ottobre	12,60	80,3	1 171,0	462,6	1 633,6	2 042,0	17,84	20,00	0,7079

novembre	7,30	92,5	945,5	722,3	1 667,8	2 084,7	18,17	20,00	0,8558
dicembre	3,10	98,3	749,8	928,1	1 677,9	2 097,4	18,26	20,00	0,8973
gennaio	2,60	93,6	689,0	952,6	1 641,6	2 052,0	17,92	20,00	0,8803
febbraio	3,10	86,2	657,5	928,1	1 585,6	1 982,0	17,37	20,00	0,8441
marzo	8,20	74,6	810,8	678,2	1 489,0	1 861,3	16,38	20,00	0,6928
aprile	11,70	72,1	990,9	506,7	1 497,6	1 872,0	16,47	20,00	0,5741

Te temperatura esterna media mensile [°C]

ϕ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,922
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,897
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi>fRsi,max: assenza di muffa

806PON – Ponte termico parete su tetto piano

Il ponte termico è una discontinuità dell'involucro edilizio nella quale la resistenza termica non è uniforme e cambia in modo significativo; i ponti termici localizzati per la maggioranza dei casi nelle giunzioni tra gli elementi e provocano due effetti:

- Modifica del flusso termico
- Modifica della temperatura superficiale

rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

La presente relazione riporta la valutazione della trasmittanza lineica ψ del ponte termico tramite analisi ad elementi finiti, per ponti termico geometrico o strutturale.

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

NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

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

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

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

Il metodo di calcolo utilizzato nella valutazione del ponte termico si basa su quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 10211. La norma specifica la definizione dei limiti geometrici del modello e dei criteri da adottare per la sua suddivisione, le condizioni termiche al contorno, i valori termici e le relazioni da utilizzare.

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

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

VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

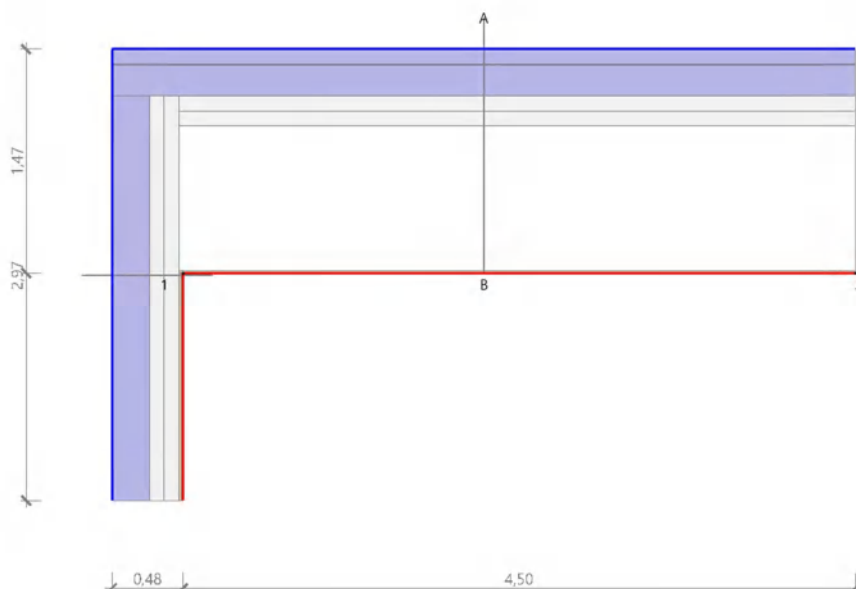
L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

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

- Fornisce le temperature e i flussi termici
- Consente di calcolare temperature e flussi termici anche in posizioni diverse da quelle indicate.
- Converge alla soluzione analitica (dove esiste) all'aumentare delle suddivisioni.
- Determina il numero di suddivisioni seguendo questa regola: esegue la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici che entrano nell'oggetto considerato, per n suddivisioni e per $2n$ suddivisioni. La differenza tra i due risultati non deve essere maggiore del 2% o in alternativa si aumenta il numero di suddivisioni fino a che il criterio non è soddisfatto.
- Le iterazioni di calcolo proseguono finché la somma di tutti i flussi termici (positivi o negativi) entranti nell'oggetto, divisa per la metà della somma dei valori assoluti dei medesimi flussi termici è minore di 0.001

DETTAGLI DEL PONTE TERMICO

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



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
7	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
8	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	0,036
9	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controparete, certificato CAM	0,036
10	Cartongesso in lastre	0,210
11	Cartongesso in lastre	0,210
12	Massetto a base cementizia	1,100
13	Guaina bituminosa	0,050
14	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
15	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controsoffitto, certificato CAM	0,036
16	Pannello in lana di roccia per applicazioni in controsoffitto, certificato CAM	0,036
17	Intercapedine d'aria (flusso orizzontale)	1,670
18	Cartongesso in lastre	0,210

CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Palazzolo sull'Oglio - (BS).

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

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

Dettaglio dei confini

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

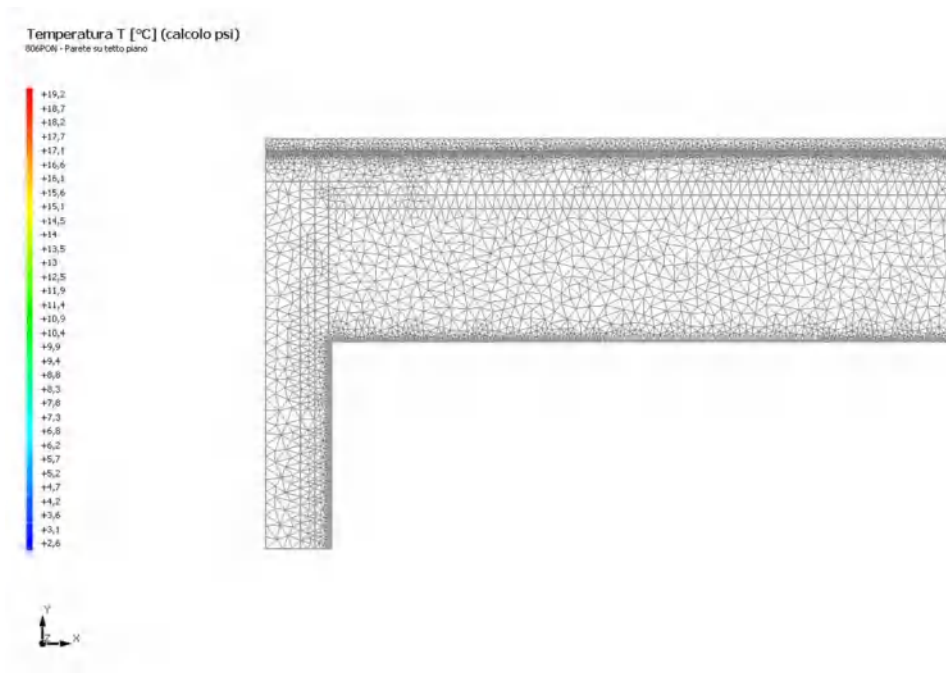
7	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10
---	--	------	------

DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

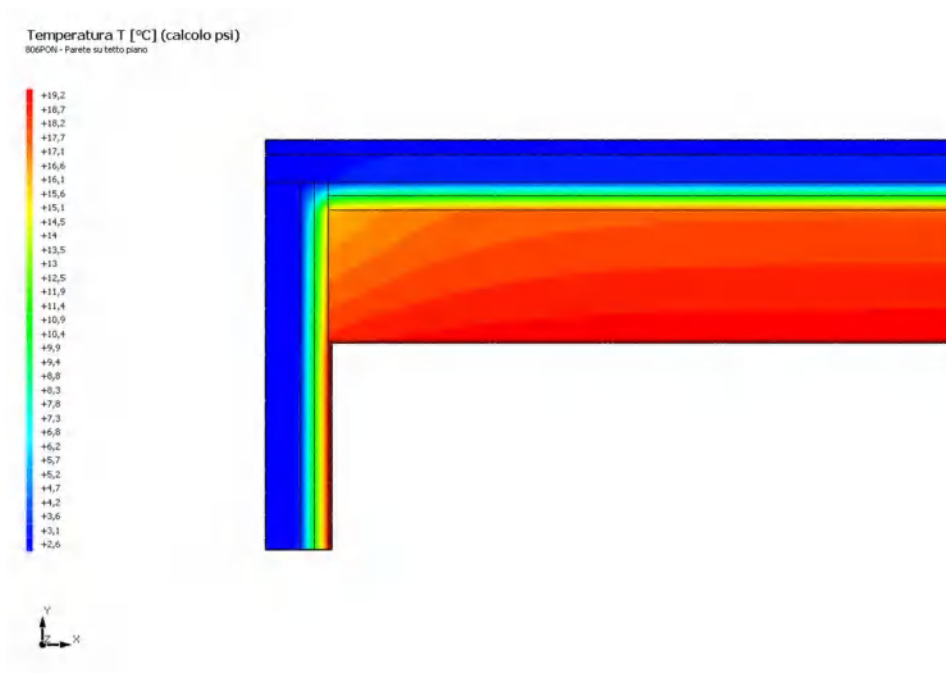
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 7 068

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



CURVE DI TEMPERATURA

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



RISULTATI DI CALCOLO

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

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

Flusso Φ	18,86	W/m
Ψ interno	0,1558	W/mK
Ψ esterno	-0,1609	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1,08	W/mK
Temperatura minima	18,6	°C

VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

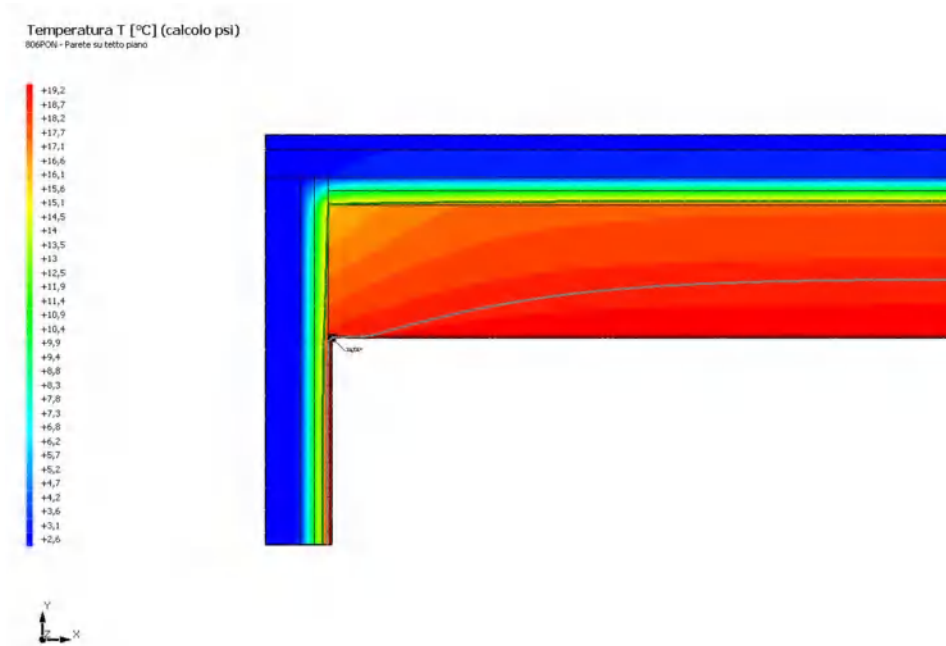
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

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

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



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

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Palazzolo sull'Oglio, BS

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

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	ϕ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	12,60	80,3	1 171,0	362,7	1 533,7	1 917,1	16,84	20,00	0,5730
novembre	7,30	92,5	945,5	550,8	1 496,3	1 870,4	16,45	20,00	0,7206
dicembre	3,10	98,3	749,8	700,0	1 449,8	1 812,2	15,96	20,00	0,7607
gennaio	2,60	93,6	689,0	717,7	1 406,7	1 758,4	15,49	20,00	0,7406
febbraio	3,10	86,2	657,5	700,0	1 357,5	1 696,8	14,93	20,00	0,7000
marzo	8,20	74,6	810,8	518,9	1 329,7	1 662,2	14,61	20,00	0,5433
aprile	11,70	72,1	990,9	394,7	1 385,5	1 731,9	15,25	20,00	0,4276

Te temperatura esterna media mensile [°C]

ϕ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

Δp variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

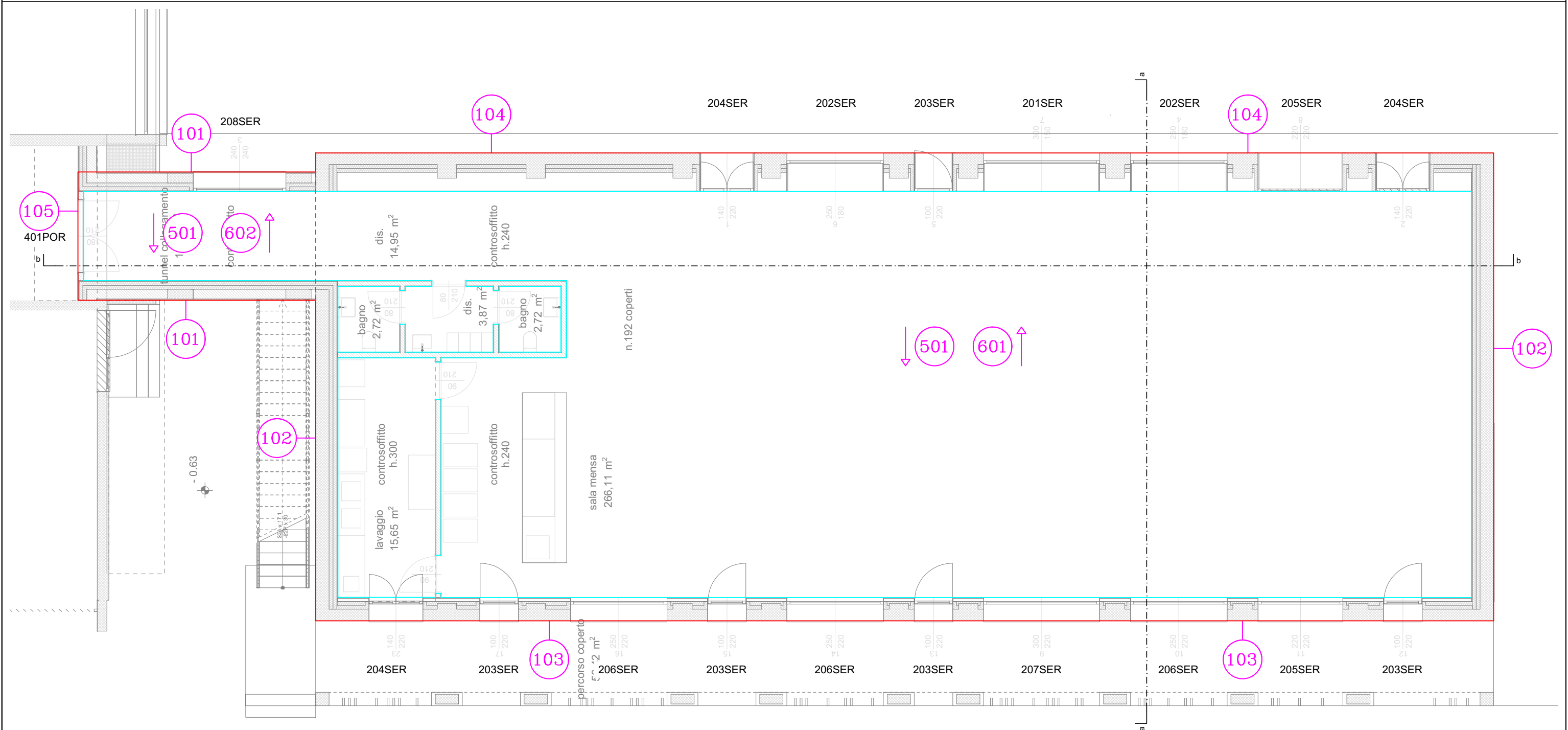
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,917
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,761
Mese critico	Dicembre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi>fRsi,max: assenza di muffa

ALLEGATO

PIANTE CON INDICAZIONE SUPERFICI DISPERDENTI

SEZIONI / PROSPETTI

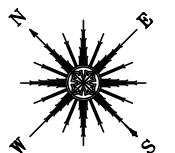
Nuova costruzione edificio di civile abitazione

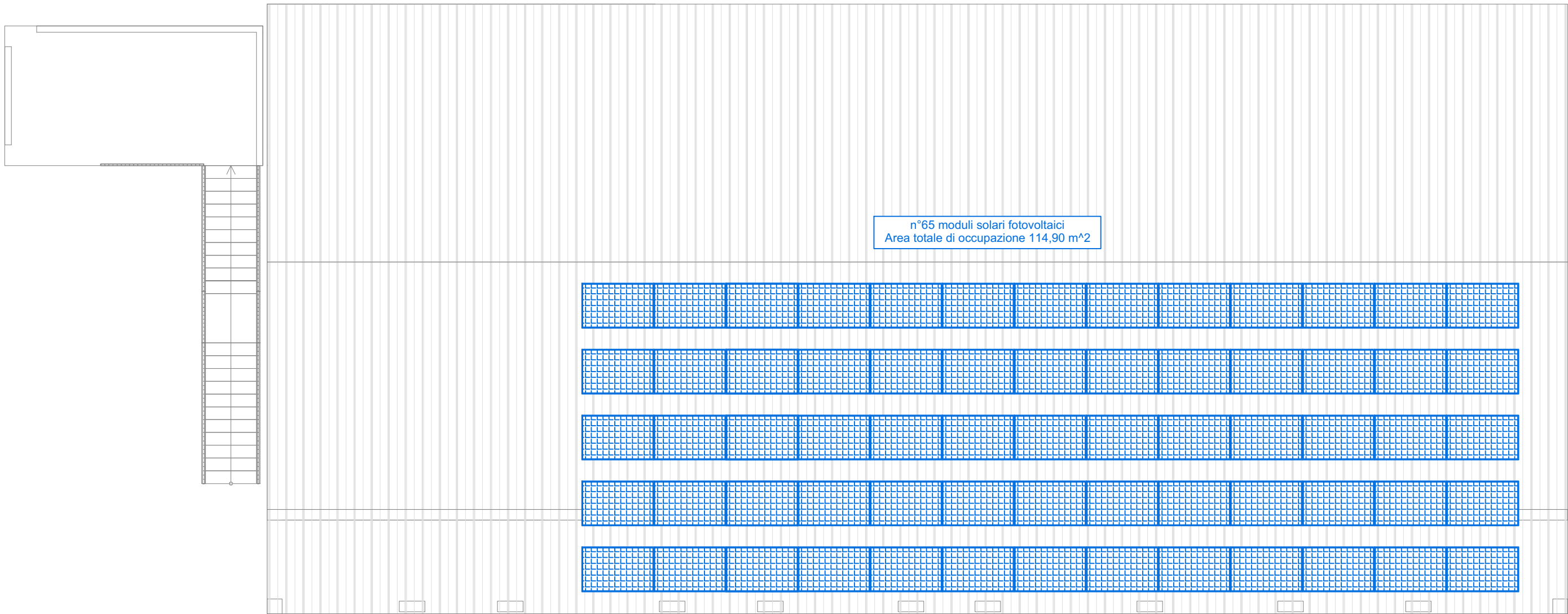


PIANO TERRA

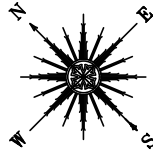
Scala 1:100

-  Superficie lorda di pavimento
 Superficie utile di pavimento

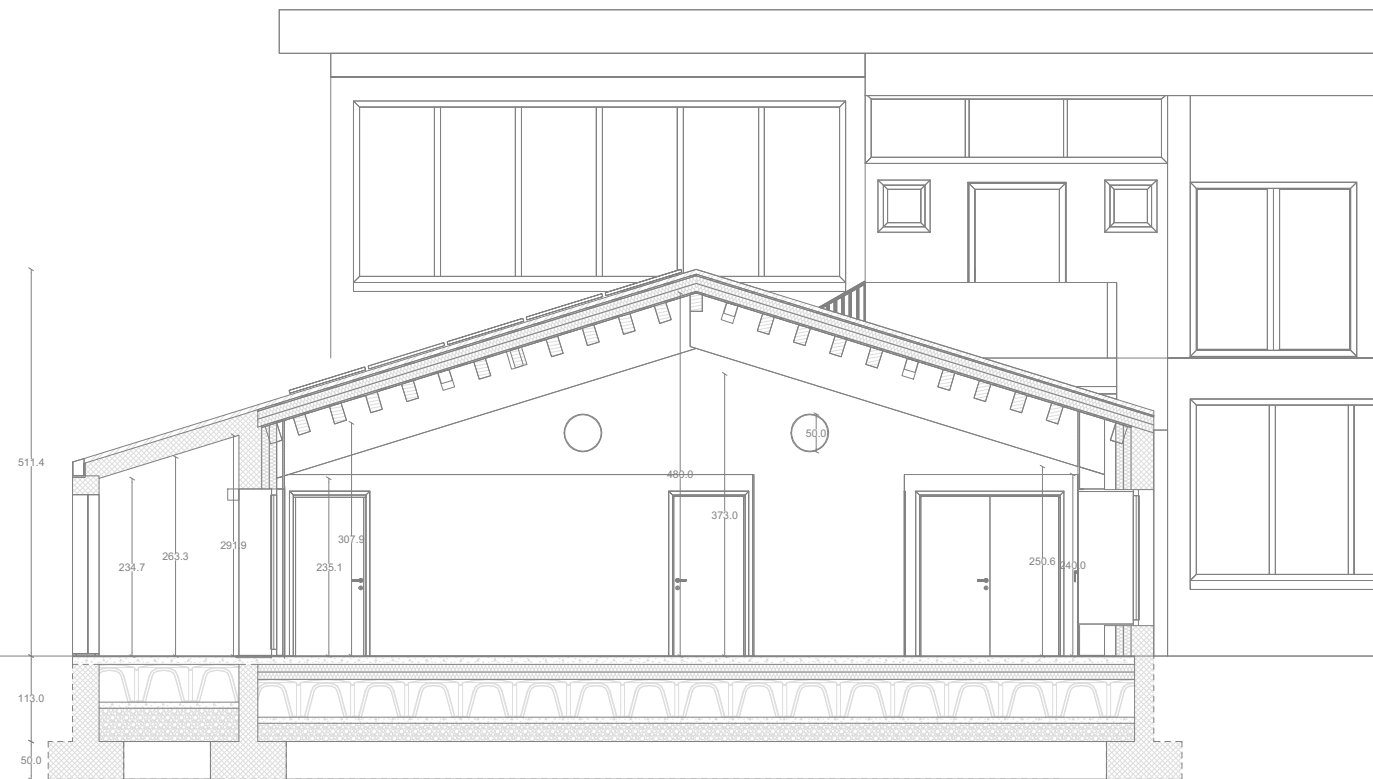




PIANTA COPERTURA
Scala 1:100



Oggetto: SEZIONE EDIFICIO
Nuova costruzione edificio di civile abitazione



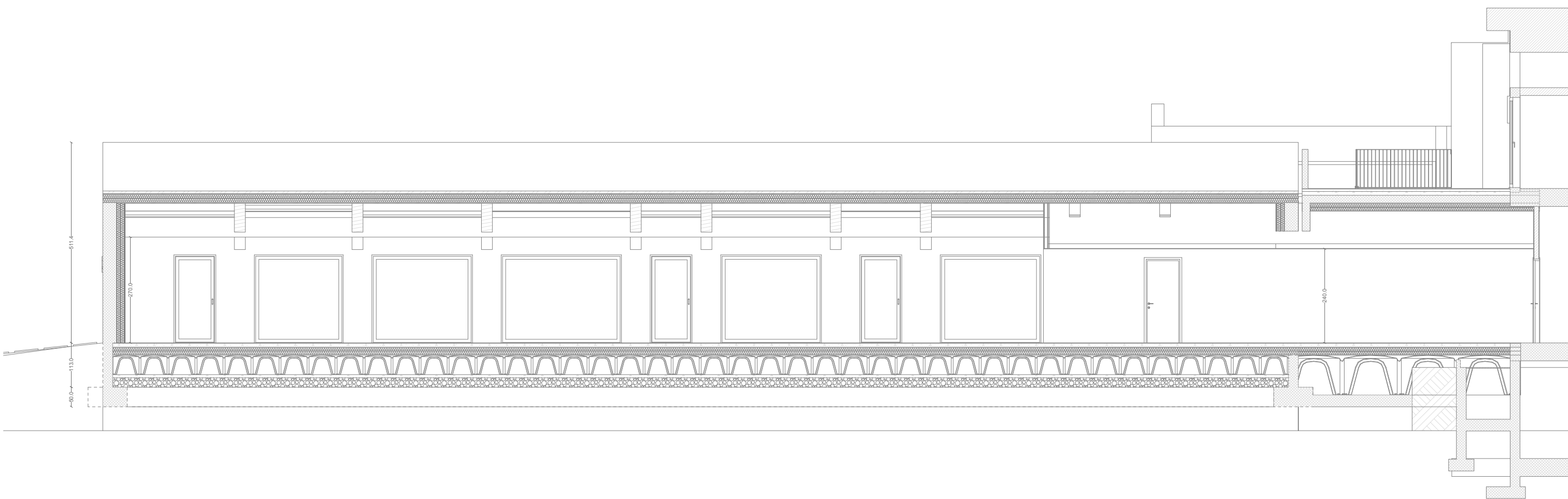
SEZIONE A-A

Scala 1:100

Nani Ing. Alessandro – Progettazione Impianti Tecnologici

Via Marconi, 29S -24021 ALBINO (Bg) Tel.: 035.76.70.33 e-mail: info@nanistudio.it

Oggetto: SEZIONE EDIFICIO
Nuova costruzione edificio di civile abitazione



SEZIONE B-B
Scala 1:100

ALLEGATO

PRINCIPALI COMPONENTI TECNICI E LORO CARATTERISTICHE

Indici prestazionali secondo quanto richiesto da norma UNI/TS-11300

PUHY-P400YSNW-A1

Serie:

- Modello:
- Configurazione:
- Tecnologia:

Sistemi

PUHY-P400YSNW-A1
Aria-Aria
Pompa di calore reversibile di tipo VRF

Modalità operativa:

- Temperatura aria interna/esterna:
- Capacità nominale:
- Assorbimento nominale:

Raffrescamento

19°C_{WB} (27°C_{DB})/ 35°C_{DB}
45 kW
9.97 kW

Modalità operativa:

- Temperatura aria interna/esterna:
- Capacità nominale:
- Assorbimento nominale:

Riscaldamento

20°C_{DB} / 7°C_{DB} 6°C_{WB}
50 kW
10.52 kW

Prestazioni in raffrescamento

Richiesta energetica dell'edificio

Temperatura di progetto (cooling) T_{DC} : 35°C

temperatura di progetto in raffrescamento, come definito dalla norma UNI EN 14825 e dalla specifica tecnica UNI/TS 11300-3 per il clima 'Average'

Temperatura di annullamento T_{ANN} : 16°C

valore della temperatura esterna sotto alla quale la richiesta energetica in raffrescamento dell'edificio è nulla, come definito dalla norma UNI EN 14825 e dalla specifica tecnica UNI/TS 11300-3

Temperatura ambiente (pozzo freddo):

19°C_{WB} / 27°C_{DB}

Prestazioni a pieno carico

Testerna	P.resa	P.assorbita	EER
°C	kW	kW	-
35	45	9.97	4.51
30	46.77	8.91	5.25
25	48.54	7.84	6.19
20	48.71	7.67	6.35

Prestazioni a carico parziale

Testerna	PLR	P.resa	P.assorbita	EER
°C	%	kW	kW	-
35	100	45	9.97	4.51
30	74	33.16	4.99	6.65
25	47	21.32	2.58	8.26
20	21	9.47	2.04	4.64

Prestazioni in riscaldamento

Richiesta energetica dell'edificio

Temperatura di progetto (heating) T_{DH} : -10°C

temperatura di progetto in riscaldamento, come definito dalla norma UNI EN 14825 e dalla specifica tecnica UNI/TS 11300-4 per il clima 'Average'

Temperatura bivalente T_{BIV} : -7°C

valore della temperatura esterna per la quale la potenza erogata dalla pompa di calore eguaglia la richiesta dell'edificio, come definito dalla norma UNI EN 14825 e dalla specifica tecnica UNI/TS 11300-4; per il clima 'Average' è compresa nell'intervallo da -10°C a 2°C

Temperatura di annullamento T_{ANN} : 16°C

valore della temperatura esterna al di sopra della quale la richiesta energetica in riscaldamento dell'edificio è nulla, come definito dalla norma UNI EN 14825 e dalla specifica tecnica UNI/TS 11300-4

Temperatura ambiente (pozzo caldo):

20°C_{DB} / 19°C_{WB}

Prestazioni a pieno carico

T esterna	P.resa	P.assorbita	COP
T_{DB}/T_{WB} °C	kW	kW	-
-7 / -8	38.08	9.65	3.95
2 / 1	47.83	10.76	4.45
7 / 6	50	10.52	4.75
12 / 11	50	9.17	5.45

Prestazioni a carico parziale

T esterna	PLR	P.resa	P.assorbita	COP
T_{DB}/T_{WB} °C	%	kW	kW	-
-7 / -8	88	38.08	9.65	3.95
2 / 1	54	23.18	3.86	6
7 / 6	35	14.9	2.34	6.37
12 / 11	15	6.62	(*)	4.27

Note:

(*) dato non dichiarato dal fabbricante, il COP è calcolato secondo quanto definito dalla UNI/TS 11300-4 paragrafo 9.4.4.2 in riferimento alla UNI EN 14825 paragrafo 7.4

NUOS EVO A+ WH



DETTAGLIO COSTRUTTIVO

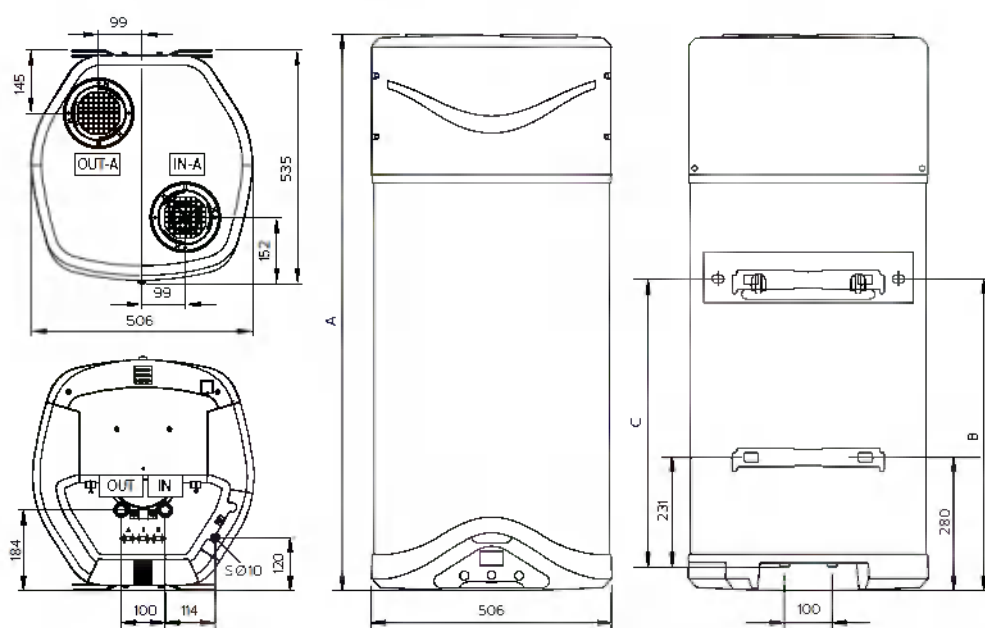
Lo scaldacqua murale NUOS EVO A+ WH è costituito dal blocco superiore contenente il gruppo pompa di calore e dalla parte inferiore del serbatoio di accumulo. Il serbatoio di accumulo, di capacità diversa secondo i modelli, è internamente rivestito e protetto con un trattamento di smaltatura ed è esternamente coibentato tramite uno strato di poliuretano a bassa conducibilità termica e grande spessore, a sua volta rivestito dalla carrozzeria dell'apparecchio, realizzata in lamiera di acciaio zincata e pre-verniciata.

All'interno del serbatoio trovano alloggio la resistenza elettrica, l'anodo elettronico e l'anodo in magnesio. Nella parte posteriore, sul fondo, sono presenti gli attacchi idrici, lo scarico della condensa, il passaggio del cavo di alimentazione elettrica.

Nella parte anteriore si trova invece il pannello di controllo, dotato di un display facilmente visibile dall'utente. Tutti i restanti componenti del circuito della pompa di calore sono alloggiati al di sopra del serbatoio di accumulo secondo una disposizione accuratamente progettata per una ottimale funzionalità e per il contenimento delle vibrazioni e delle emissioni acustiche. Un apposito carter di contenimento realizzato in materiale plastico, facilmente accessibile e opportunamente isolato, ospita gli elementi principali quali: il compressore rotativo, la valvola di espansione, l'evaporatore, la valvola a quattro vie il ventilatore realizzato per assicurare il corretto flusso dell'aria.

Dimensioni di ingombro

	80	110	150
Amm	1171	1398	1654
Bmm	656	874	1139
Cmm	607	825	1090



- S Scarico condensa Ø10mm
- IN Entrata acqua fredda G 1/2"
- OUT Uscita acqua calda G 1/2"
- IN-A Entrata aria Ø125-150mm
- OUT-A Uscita aria Ø125-150mm

Dati tecnici

NUOS EVO A+ 80 WH					NUOS EVO A+ 110 WH					NUOS EVO A+ 150 WH																			
Capacità nominale serbatoio	l		80		110		147																						
Spessore medio isolamento	mm		41		41																								
Tipo di protezione interna	Smaltatura																												
Tipo di protezione contro la corrosione	anodo titanio a corrente impressa + anodo magnesio sacrificabile																												
Pressione massima di esercizio	MPa				0,8																								
Diametro attacchi idraulici	"				1/2 M																								
Diametro attacchi espulsione/aspirazione aria	mm				125-150																								
Durezza minima dell'acqua	°F				12 (minimo 15°F se in presenza di un addolcitore)																								
Conducibilità minima dell'acqua	µS/cm				150																								
Peso a vuoto	kg		50		55				61																				
POMPA DI CALORE																													
Potenza elettrica assorbita media	W				250																								
Potenza elettrica assorbita max	W				350																								
Quantità di fluido refrigerante R134a	g		500		550				600																				
Quantità di gas fluorati	tonn CO ₂ eq		0,715		0,787				0,858																				
Potenza di riscaldamento globale					1430																								
Pressione max circuito frigo (lato bassa pressione)	MPa				1,2																								
Pressione max circuito frigo (lato alta pressione)	MPa				3,1																								
Temperatura max acqua con pompa di calore	°C				62																								
Quantità acqua di condensa	l/h				0,15																								
EN 16147 ^(A)																													
COP ^(A)			2,60		2,50				2,90																				
Tempo di riscaldamento ^(A)	h:min		05:35		08:04				10:00																				
Energia assorbita di riscaldamento ^(A)	kWh		1,167		1,724				2,390																				
Massima quantità di acqua calda in unico un prelievo V _{ma} ^(A) impostata a 53°C per 80/110 e a 52°C per 150	l		85		128				182																				
Pes ^(A)	W		12		16				20																				
Tapping ^(A)			M		M				L																				
812/2013 – 814/2013 ^(B)																													
Q _{elec} ^(B)	kWh		2,250		2,340				4,018																				
µ _{wh} ^(B)	%		107,1		103,8				119,3																				
Acqua mista a 40°C V40 ^(B)	l		85		128				182																				
Impostazioni di temperatura ^(B)	°C		52		52				52																				
Consumo annuo di energia (condizioni climatiche medie) ^(B)	kWh/anno		479		495				858																				
Profilo di carico ^(B)			M		M				L																				
Potenza sonora interna ^(C)	db(A)		50		50				50																				
RESISTENZA ELETTRICA																													
Potenza resistenza elettrica	W				1200																								
Temperatura massima dell'acqua raggiungibile con resistenza elettrica	°C				75																								
ALIMENTAZIONE ELETTRICA																													
Tensione/Massima potenza assorbita	V/W				220-240 monofase/1550																								
Frequenza	Hz				50																								
Corrente massima assorbita	A				6,3																								
Grado di protezione					IP24																								
LATO ARIA																													
Portata d'aria standard (regolazione automatica modulante)	m³/h				100÷200																								
Pressione statica disponibile	Pa				65																								
Volume minimo del locale di installazione	m³				20																								
Temperatura locale di installazione min	°C				1																								
Temperatura locale di installazione max	°C				42																								
Temperatura minnima aria (b.u. a 90% u.r.) ^(D)	°C				-5																								
Temperatura massima aria (b.u. a 90% u.r.) ^(D)	°C				42																								
NUOS EVO A+ 80 WH															NUOS EVO A+ 110 WH					NUOS EVO A+ 150 WH									
Classe energetica															A+					A+					A+				
Profilo di carico															M					M					L				

- (A) Valori ottenuti con temperature dell'aria esternadi 7°C e umidità relative del 87%, temperatura dell'acqua in ingresso 10 °C e temperature impostata 53 °C (secondo quanto previsto dalla EN 16147). Prodotto canalizzato Ø 150 rigido.
- (B) Valori ottenuti con temperature dell'aria esternadi 7°C e umidità relative del 87%, temperatura dell'acqua in ingresso 10 °C e temperature impostata 53 °C (secondo quanto previsto dalla 2014/C 207/03 - transitional methods of measurement and circulation). Prodotto canalizzato Ø 150 rigido.
- (C) Valori ottenuti dalla media dei risultati di tre prove eseguite con temperature dell'aria esternadi 7°C e umidità relative del 87%, temperatura dell'acqua in ingresso 10 °C e temperature impostata secondo quanto previsto dalla 2014/C 207/03 - transitional methods of measurement and circulation). Prodotto canalizzato Ø 150 rigido.
- (D) Al di fuori dell'intervallo di temperature di funzionamento della pompa di calore il riscaldamento dell'acqua è assicurato dalla resistenza.

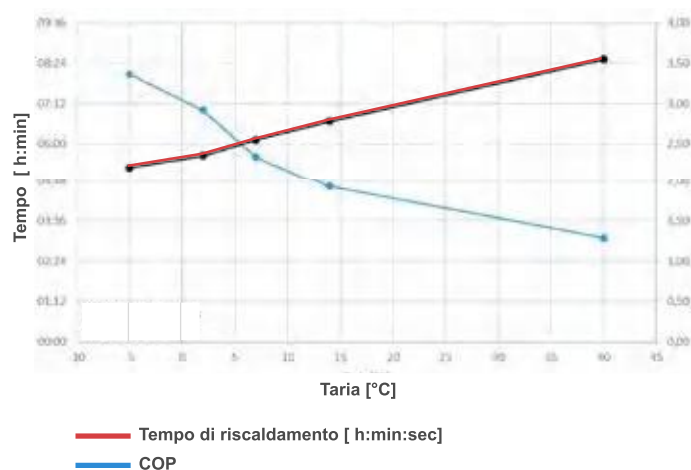
Prestazioni termodinamiche

Condizioni: temperatura dell'acqua in ingresso 10°C, temperatura acqua impostata a 53°C, energia di riscaldamento basata sulla temperatura dell'aria (EN 16147).

NUOS EVO A+ 80

Modalità GREEN

EN 16147 : COP, Tempo di riscaldamento



EN 16147 : Energia per riscaldamento

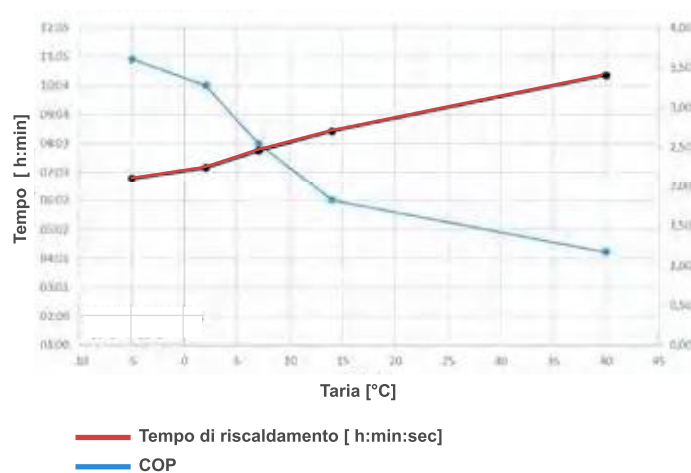


T aria [°C]	u.R. %	tH - Tempo di riscaldamento [h:mm]	Energia per riscaldamento [kWh]	COPt
-5	--	08:05	1,784	2,20
2	89	07:00	1,498	2,35
7	87	05:36	1,167	2,6
14	75	04:38	1,002	2,78
40	50	03:05	0,672	3,55

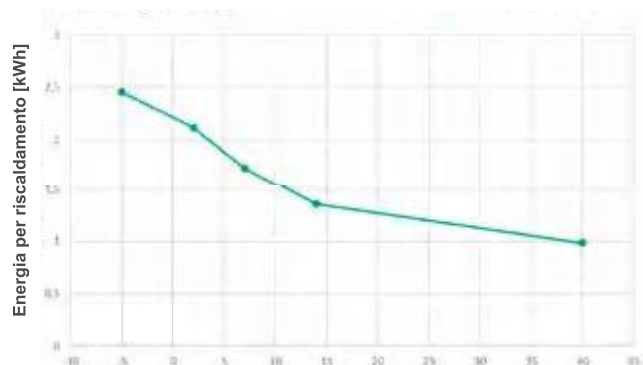
NUOS EVO A+ 110

Modalità GREEN

EN 16147 : COP, Tempo di riscaldamento



EN 16147 : Energia per riscaldamento



T aria [°C]	u.R. %	tH - Tempo di riscaldamento [h:mm]	Energia per riscaldamento [kWh]	COPt
-5	--	11:00	2,454	2,10
2	89	10:05	2,116	2,24
7	87	08:04	1,724	2,5
14	75	06:04	1,362	2,70
40	50	04:15	0,983	3,40

TITAN S

HIGH PERFORMANCE MONOCRYSTALLINE PERC MODULE



RISEN ENERGY CO., LTD.

Risen Energy is a leading, global tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 1986, and publicly listed in 2010, compels value generation for its chosen global customers, Techno-commercial innovation, underpinned by consummate quality and support, enrole Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial bankability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalise on the rising value of green energy.

Tashan Industry Zone, Meilin, Ninghai 315609, Ningbo | PRC
Tel: +86-574-59953239 Fax: +86-574-59953599

E-mail: marketing@risenenergy.com Website: www.risenenergy.com



Preliminary
For Global Market

RSM40-8-390M-410M

120 CELL

Mono PERC Module

390-410Wp

Power Output Range

1500VDC

Maximum System Voltage

21.3%

Maximum Efficiency

KEY SALIENT FEATURES



Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing



Industry leading lowest thermal co-efficient of power



Industry leading 12 years product warranty



Excellent low irradiance performance



Excellent PID resistance



Positive tight power tolerance



Dual stage 100% EL Inspection warranting defect-free product



Module Imp binning radically reduces string mismatch losses



Warranted reliability and stringent quality assurances well beyond certified requirements

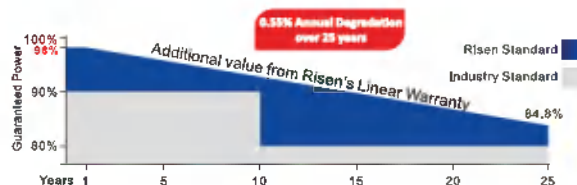


Certified to withstand severe environmental conditions

- Anti-reflective & anti-soiling surface minimise power loss from dirt and dust
- Severe salt mist, ammonia & blown sand resistance, for seaside, farm and desert environments
- Excellent mechanical resistance: wind load 2400Pa & snow load 5400Pa

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

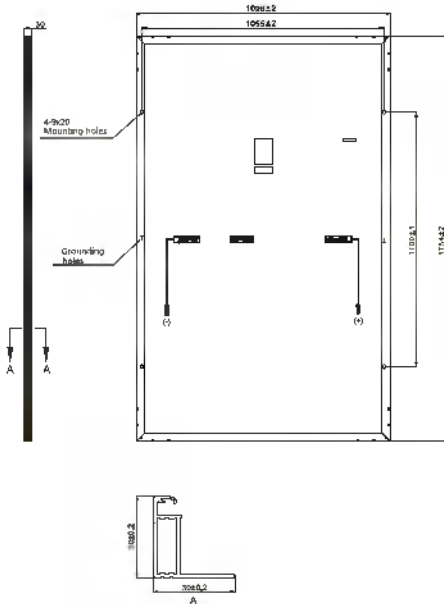
12 year Product Warranty / 25 year Linear Power Warranty



★ Please check the valid version of Limited Product Warranty which is officially released by Risen Energy Co., Ltd

THE POWER OF RISING VALUE

Dimensions of PV Module Unit: mm



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM40-8-390M	RSM40-8-395M	RSM40-8-400M	RSM40-8-405M	RSM40-8-410M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	390	395	400	405	410
Open Circuit Voltage-Voc(V)	40.69	41.00	41.30	41.60	41.90
Short Circuit Current-Isc(A)	12.21	12.27	12.34	12.40	12.47
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	33.88	34.14	34.39	34.64	34.89
Maximum Power Current-Imp(A)	11.52	11.58	11.64	11.70	11.76
Module Efficiency (%) *	20.3	20.5	20.8	21.1	21.3

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

* Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM40-8-390M	RSM40-8-395M	RSM40-8-400M	RSM40-8-405M	RSM40-8-410M
Maximum Power-Pmax (Wp)	295.6	299.4	303.1	306.9	310.7
Open Circuit Voltage-Voc (V)	37.84	38.13	38.41	38.69	38.97
Short Circuit Current-Isc (A)	10.01	10.07	10.12	10.17	10.22
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	31.44	31.68	31.91	32.15	32.38
Maximum Power Current-Imp (A)	9.40	9.45	9.50	9.55	9.60

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Monocrystalline
Cell configuration	120 cells (5×12+5×12)
Module dimensions	1754×1096×30mm
Weight	21kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6005-2T6, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm ² (12AWG), Positive(+)350mm, Negative(-)350mm (Connector Included)
Connector	Risen Twinseal PV-SY02, 1P68

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	20A
Limiting Reverse Current	20A

PACKAGING CONFIGURATION

	40ft(HQ)	20ft
Number of modules per container	936	180
Number of modules per pallet	36	36
Number of pallets per container	26	5
Box gross weight[kg]	805	805

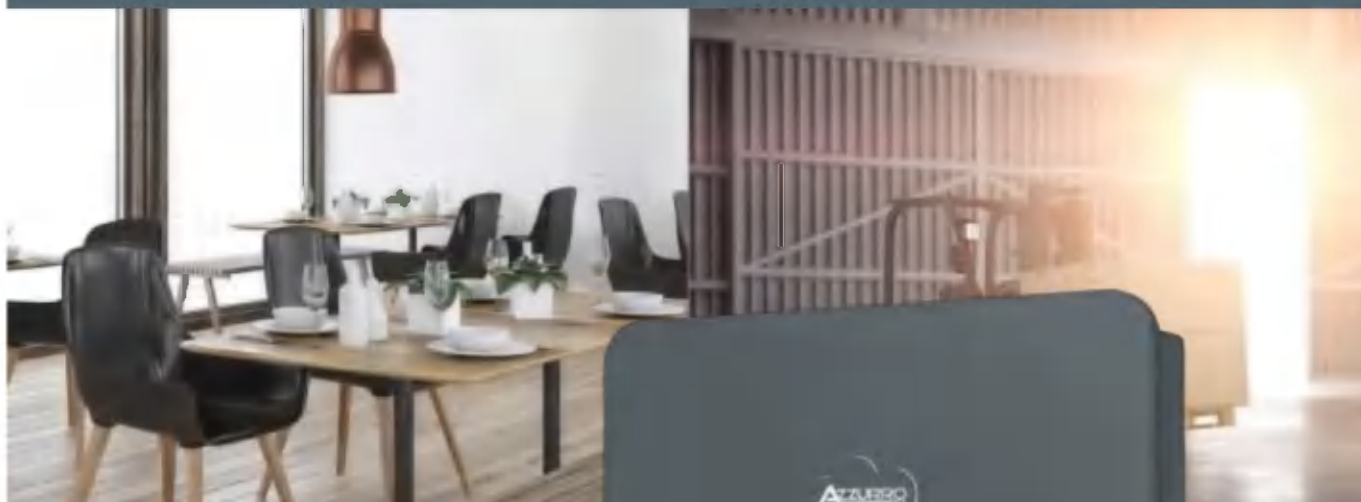
CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

©2021 Risen Energy. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

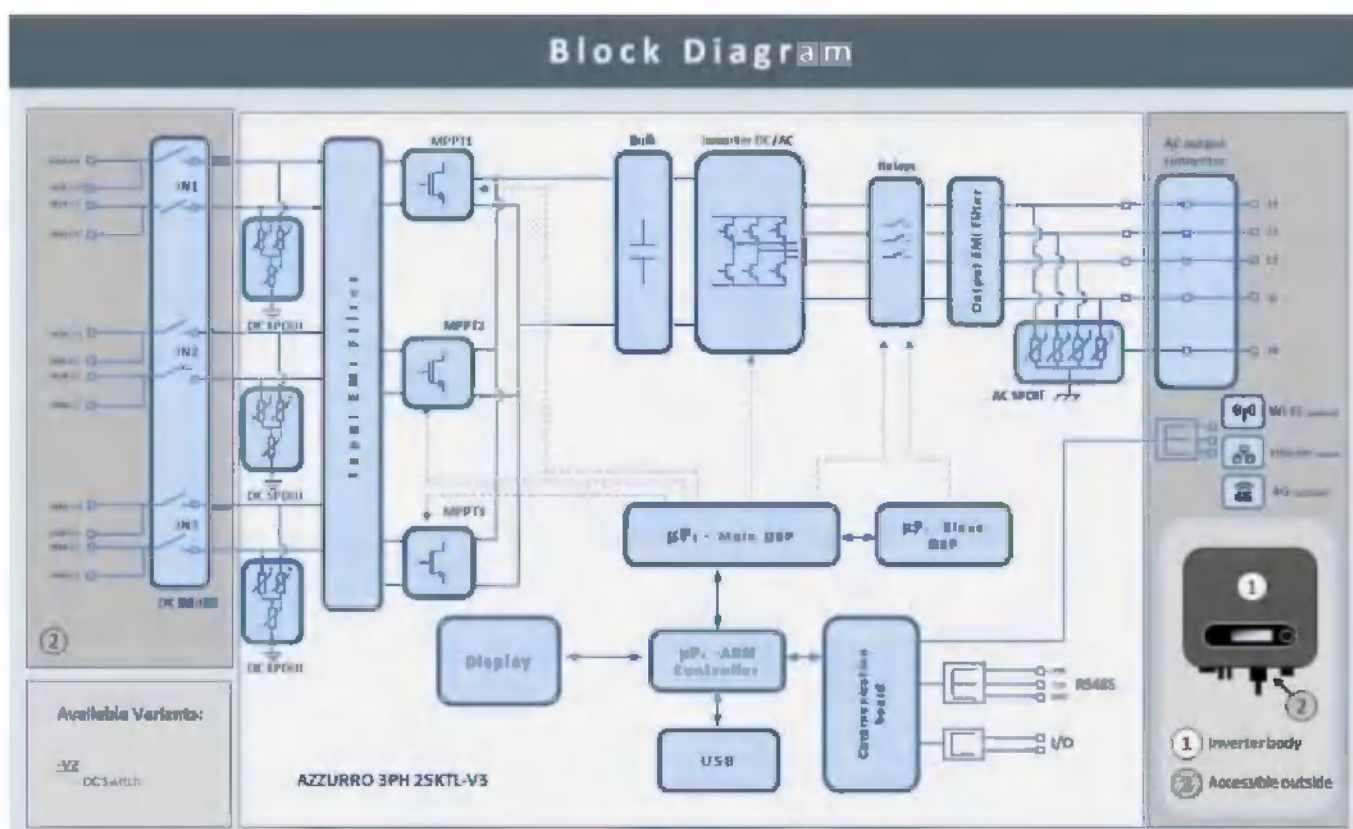
THE POWER OF RISING VALUE

ZCS AZZURRO – THREE-PHASE STRING INVERTER

3PH 25KTL-V3/3PH 30KTL/3PH 33KTL/3PH 36KTL/3PH 40KTL/3PH 45KTL/3PH 50KTL



- » Maximum yield 98,6%
- » Up to 4 independent MPPT with dual input section
- » Update and diagnostics via USB
- » 10 years ZCS warranty
- » “Zero Grid Feed-in” functionality
- » Possibility to manage reactive power
- » Wide operating input range from 180V to 1000V also suitable for small-sized string systems



TECHNICAL DATA	3PH 25KTL-V3	3PH 30KTL-V3	3PH 33KTL-V3	3PH 36KTL-V3	3PH 40KTL-V3	3PH 45KTL-V3	3PH 50KTL-V3
DC Input data							
Typical DC power*	30000W	36000W	39600W	43200W	48000W	54000W	60000W
Maximum DC power for each MPPT	25000(625V-850V)						
N. of independent MPPTs / No. of strings per MPPT	3/2				4/2		
Maximum DC input voltage	1100V						
Start-up voltage	200V						
Nominal DC input voltage	620V						
MPPT DC voltage range	180V-1000V						
DC voltage range at full load	420V-850V		510V-850V	510V-850V	480-850V	510V-850V	540V-850V
Maximum input current for each MPPT	40A/40A/40A				40A/40A/40A/40A		
Maximum absolute current for each MPPT	50A/50A/50A				50A/50A/50A/50A		
AC output data							
Rated AC power	25000W	30000W	33000W	36000W	40000W	45000W	50000W
Maximum AC power	28000VA	34000VA	37000W	40000W	44000W	50000W	55000W
Maximum AC current per phase	42.4A	51.5A	56A	60.6A	66.7A	75A	83.3A
Connection type/ Rated grid voltage	Trifase 3PH/N/PE 220V/230V/240V (PH-N); 380V/400V/415V (PH-PH) o Trifase 3PH/PE 380V/400V/415V (PH-PH)						
Grid voltage range	184V~276V (PH-N); 310V~480V (PH-PH) (according to the local grid standards)						
Rated grid frequency	50Hz/60Hz						
Grid frequency range	45Hz~55Hz / 54Hz~66Hz (according to the local grid standards)						
Total harmonic distortion	<3%						
Power factor	1 (Programmable +/-0.8)						
Active power adjustment range (settable)	0~100%						
Grid feed-in limit	Feed-in adjustable from zero to nominal power value**						
Efficiency							
Maximum efficiency	98.6%				98.8%		
Weighted efficiency (EURO)					98.2%		
MPPT efficiency					>99.9%		
Consumption at night					<3W		
Protections							
Internal interface protection	No						
Safety protections	Anti islanding, RCMU, Ground Fault Monitoring						
Reverse polarity protection DC	Yes						
DC circuit breaker	Integrated						
Overheating protection	Yes						
Overvoltage category/Protection class	Overvoltage Category III / Protective class I						
Integrated dischargers	AC/DC MOV: Type 2 standard						
Standard							
EMC	EN 61000-6-1/2/3/4,						
Safety standard	IEC 62116, IEC 61727, IEC 61683, IEC 60068-1/2/14/30, IEC 62109-1/2						
Grid Connection Standard	Connection certificates and standards available on www.zcsazzurro.com						
Communication							
Communication interfaces	Wi-Fi/4G/Ethernet (optional), RS485 (proprietary protocol), USB, Bluetooth						
General data							
Allowable ambient temperature range	-30°C...+60°C (power limit above 45°C)						
Topology	Transformerless						
Environmental protection class	IP65						
Allowable relative humidity range	0%... 95% non-condensing						
Maximum operating altitude	4000m						
Noise Level					< 60dB @ 1mt		
Weight	36Kg				37Kg		
Cooling	Forced fan convection						
Dimensions (H*L*W)	480mm*585mm*220mm						
Display	LCD						
Warranty	10 anni						

* The typical DC power does not represent a maximum applicable power limit. The online configurator available at www.zcsazzurro.com will provide any applicable configurations.

** Possible by using a specific meter

La relazione energetica è un elaborato previsto dal D.Lgs 192/2005 e ss.mm.ii., al cui interno vengono inseriti i calcoli e le verifiche previsti dalle normative vigenti, al fine di attestare la rispondenza alle prescrizioni per il contenimento del consumo di energia degli edifici e dei relativi impianti termici.

- Le stratigrafie allegate e/o citate nella presente relazione dimostrano il rispetto delle verifiche termoigrometriche, ovvero dei parametri energetici relativi all'involucro edilizio e dell'assenza o rievaporabilità delle condensazioni.

Tali prestazioni possono essere raggiunte anche con materiali equivalenti oppure migliorativi di marchi differenti rispetto a quelli indicati.

È necessario fare riferimento alle prescrizioni dei fornitori di ciascun materiale per eventuali particolarità di posa in opera e per l'impiego di materiali non computati in stratigrafia perché ininfluenti ai fini della prestazione termica (e.g. colle, rivestimenti, aerazioni etc).

- La direzione lavori delle opere edili, ivi compresa la realizzazione delle stratigrafie allegate e/o citate nella presente relazione, resta in capo al Direttore dei Lavori generale.
- Il soggetto incaricato della direzione lavori in oggetto, dovrà redigere a fine lavori l'asseverazione di conformità delle opere edili realizzate rispetto al progetto e alle sue eventuali varianti ed alla relazione Tecnica di cui all'art. 28 della Legge 10/91 (ai sensi dell'art. 8 comma 2 del D.Lgs 192/2005).

- I componenti impiantistici allegati e/o citati nella presente relazione consentono la verifica dei requisiti minimi di efficienza energetica richiesti dalla normativa. Tali prestazioni possono essere raggiunte anche con componenti equivalenti oppure migliorativi di marchi differenti da quelli indicati.
- La direzione lavori delle opere impiantistiche, ivi compresa la realizzazione degli impianti termici e/o meccanici, allegati e/o citati nella presente relazione, resta in capo al Direttore dei Lavori degli impianti, se presente, oppure al Direttore dei Lavori generale, in assenza del precedente soggetto.
- Il soggetto incaricato della direzione lavori in oggetto, dovrà redigere a fine lavori l'asseverazione di conformità delle opere impiantistiche realizzate rispetto al progetto e alle sue eventuali varianti ed alla relazione Tecnica di cui all'art. 28 della Legge 10/91 (ai sensi dell'art. 8 comma 2 del D.Lgs 192/2005).