STUDIO DI INGEGNERIA
DOTT. ING. STEFANO BARONI

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'INSUBRIA

Progetto Esecutivo

Opere di impermeabilizzazione e coibentazione delle coperture

RELAZIONE TECNICA

Dati di riferimento committente:

Intestatario	Università degli studi dell'Insubria
Indirizzo	Via Ravasi 2
Città	21100 Varese (VA)

Dati di riferimento edificio:

Indirizzo	Via Castelnuovo 7a
Città	22100 Como (CO)

Dati di riferimento progetto:

Società	Studio di Ingegneria Ing. Stefano Baroni
Data del progetto	15/11/2021
Commessa di lavoro	20164
Tecnico incaricato	Ing. Stefano Baroni

REV.	DATA	OGGETTO REVISIONE	RED.	VER.	APP.	APP. COMM.		
H								
G								
F								
E								
D								
C								
B	27/06/2022	Aggiornamento progetto esecutivo	MG	SB	SB			
A	15/11/2021	Prima emissione	MG	SB	SB			

27/06/2022

Data

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. VARESE
Dott. Ing. BARONI STEFANO N. 2574

Firma del progettista

Comune di Como- (CO)

RELAZIONE TECNICA

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

AULA MAGNA

EDIFICIO	Aula Magna - Via Castelnuovo 7A - Como (CO)
COMMITTENTE	Università degli studi dell'Insubria
PROGETTISTA	Ing. Stefano Baroni
DATA	12/08/2021

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 febbario 2016 - n. 272
Provincia autonoma di Trento	Deliberazione della giunta regionale 3 febbario 2017 - n. 163 Deliberazione della giunta regionale 12 febbario 2016 - n. 162

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

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

Riqualificazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello. Costruzioni esistenti con riqualificazione dell'involucro edilizio e di impianti termici.

Un edificio esistente è sottoposto a riqualificazione energetica quando i lavori, in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, ricadono nelle tipologie definite nell'Allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015, ed insistono su elementi edilizi facenti parte dell'involucro edilizio che racchiude il volume climatizzato e/o impianti aventi proprio consumo energetico.

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

1 INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Como Provincia CO

Progetto per la realizzazione di

Riqualificazione energetica Copertura

[X] Edificio pubblico

[ ] Edificio ad uso pubblico

Sito in Via Castelnuovo 7A

Unità	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno
Aula Magna		1	4602	

Richiesta Permesso di Costruire Del

Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA Del

Variante Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA Del

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria così come definita nell'Allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

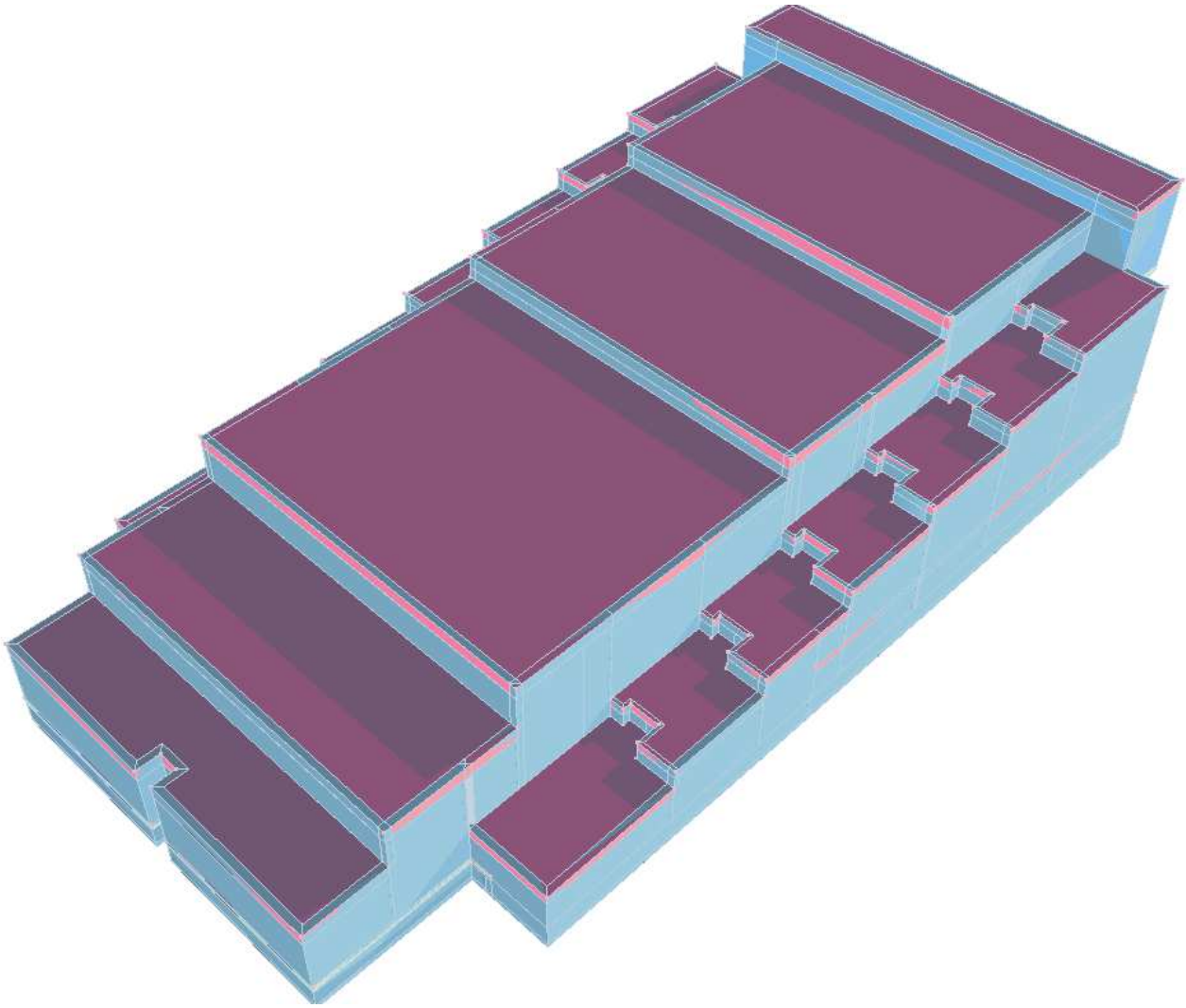
E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

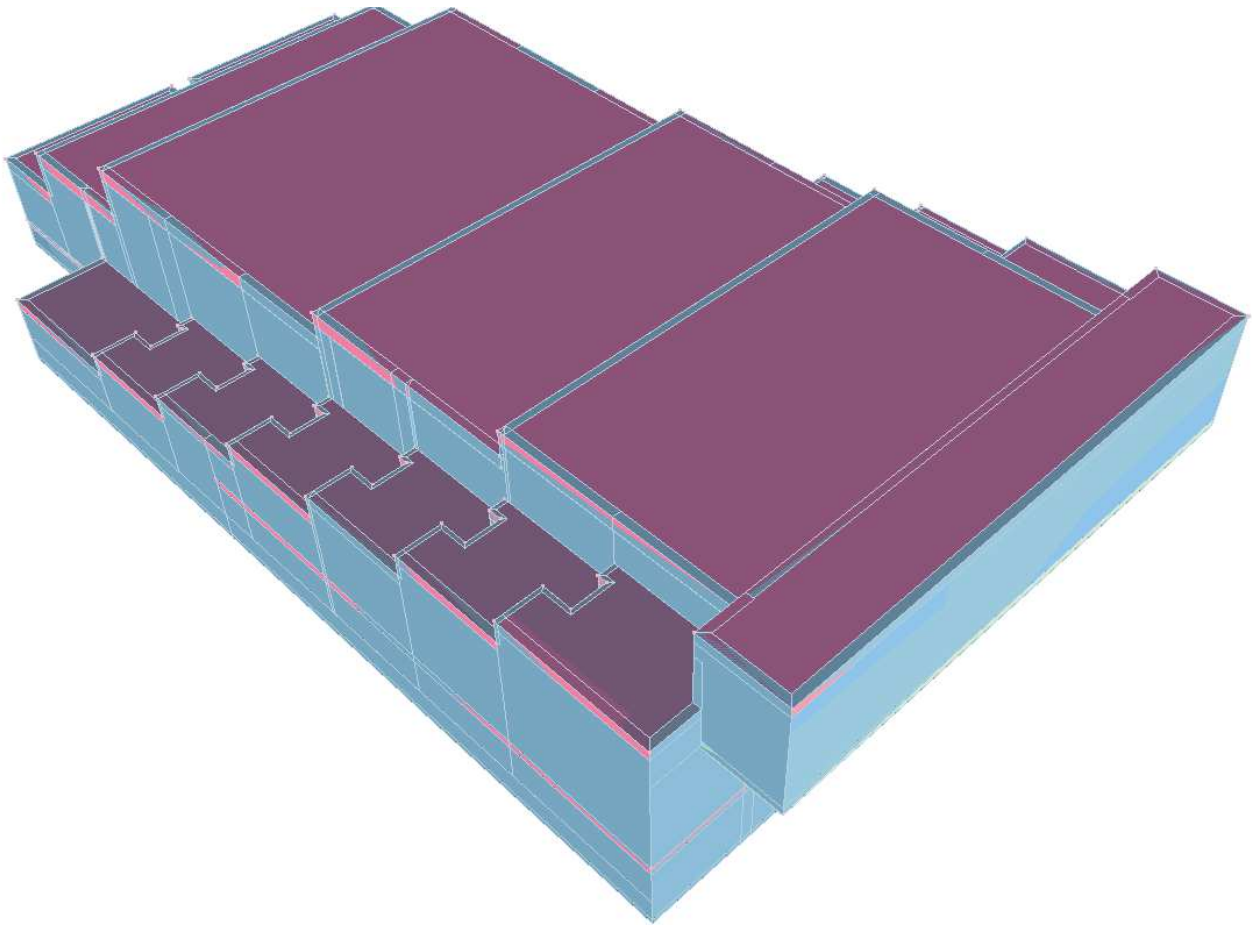
Numero delle unità immobiliari oggetto d'intervento 1

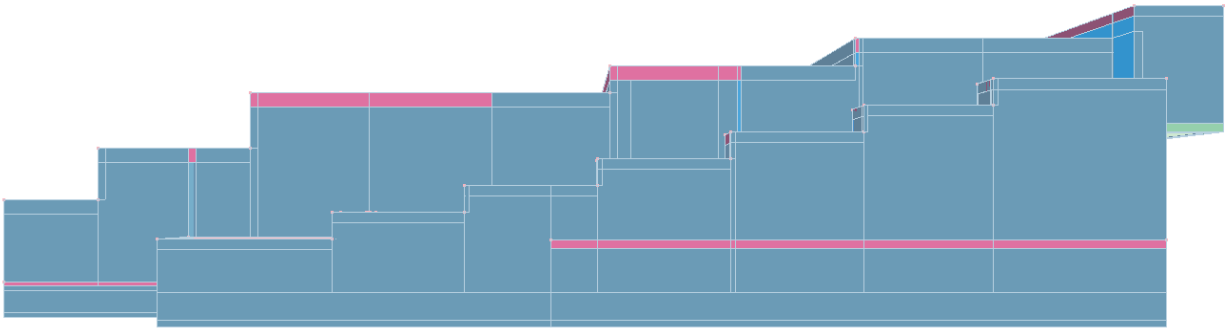
Soggetti coinvolti

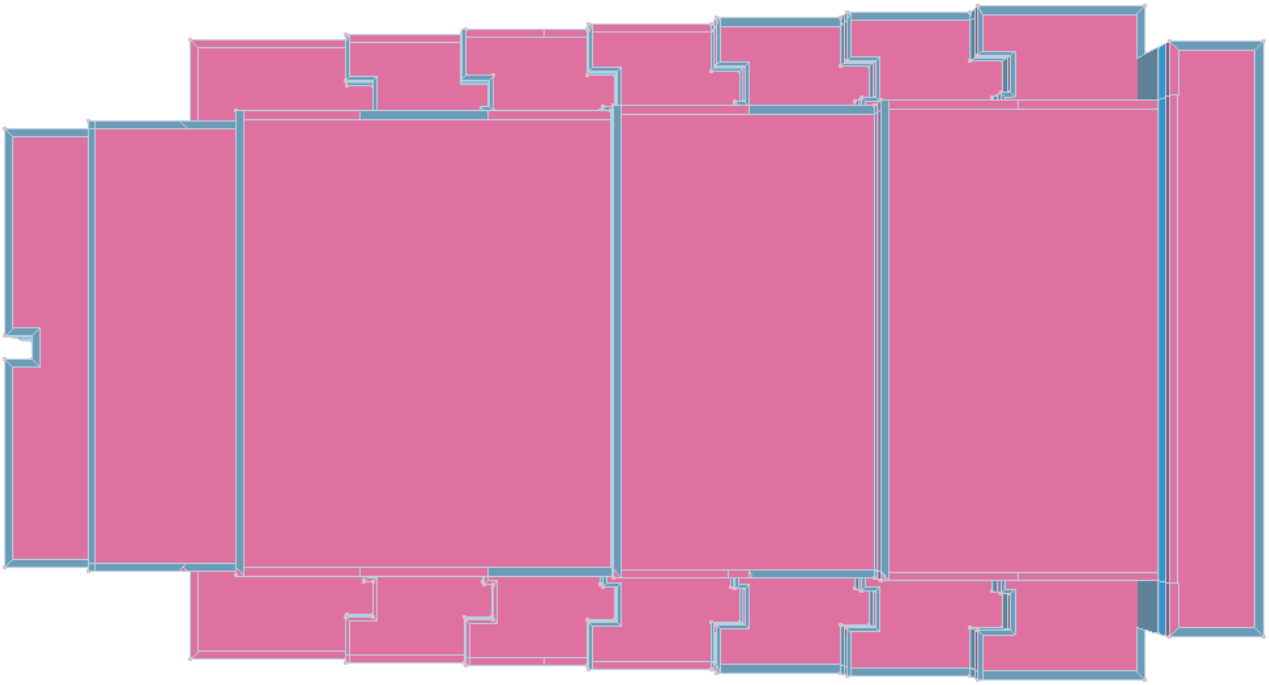
Committente	Università degli studi dell'Insubria
Progettista degli impianti termici	Non previsto
Progettista dell'isolamento termico dell'edificio	Ing. Stefano Baroni
Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	Non previsto
Direttore dei lavori per l'isolamento termico dell'edificio	Ing. Stefano Baroni

Direttore dei lavori per la realizzazione degli impianti termici	Non previsto
Direttore dei lavori del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	Non previsto
Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio	Non previsto
Direttore dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio	Non previsto
Tecnico incaricato per la redazione dell'APE	









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)	2228 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.)	268.2 K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	305.2 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]
Aula Magna	5,516.93	12,189,427.00	0.00	1,451.52

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	Tinv [°C]	φinv [%]
Aula Magna	Zona 1	20.0	50

Tinv Valore di progetto della temperatura interna invernale
φinv valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione invernale

Unità immobiliare	Metodo contabilizzazione
Aula Magna	Diretto

Climatizzazione estiva

Unità immobiliare	S [m^2]	V [m^3]	Su [m^2]
Aula Magna	5,516.93	12,189,427.00	1,451.52

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato
V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano
Su Superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	Test [°C]	φest [%]
Aula Magna	Zona 1	26.0	50

Test Valore di progetto della temperatura interna estiva
φest Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva

Unità immobiliare	Metodo
Aula Magna	Diretto

Informazioni generali e prescrizioni

Adozione di materiali ad elevata riflettenza solare per le coperture: [ ] Si [x] No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

Valore di riflettenza solare 0 > 0,65 per coperture piane

Valore di riflettenza solare 0 > 0.30 per coperture a falda

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

Intervento ricadente nei limiti dell'ente vincolante: la scelta del materiale di copertura è stato imposto dal vincolo

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture [ ] Si [x] No

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

Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare

Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare:

Se “sì” descrizione e caratteristiche principali

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

[ ] Si [x] No

Se “no” documentare le ragioni tecniche che hanno portato alla non utilizzazione:

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

5 DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

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

a. Descrizione dell’impianto

Tipologia

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di generazione

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di termoregolazione

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di contabilizzazione dell’energia termica

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di distribuzione del vettore termico

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di ventilazione forzata

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di accumulo termico

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di produzione dell’acqua calda sanitaria

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di distribuzione dell’acqua calda sanitaria

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Trattamento di condizionamento chimico per l’acqua (norma UNI 8065) [ ] Si [x] No

Durezza dell’acqua di alimentazione dei generatori di calore 0

Filtro di sicurezza [ ] Si [x] No

b. Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria [ ] Si [x] No

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro [ ] Si [x] No

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:

[X] Continua con attenuazione notturna

[ ] Intermittente

Tipo di conduzione estiva prevista:

[X] Continua con attenuazione notturna

[ ] Intermittente

Sistema di gestione dell'impianto termico

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

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

Centralina climatica L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore 0

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
Aula Magna-Zona 1	Compensazione climatica	N.R.	N.R.	N.R.

N: numero apparecchi
Livelli: Numero di livelli di programmazione nelle 24 ore

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

Per Climatizzazione invernale

Numero di apparecchi -

Descrizione sintetica dispositivo

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Per Acqua Calda Sanitaria

Numero di apparecchi -

Descrizione sintetica dispositivo

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Per Climatizzazione estiva

Numero di apparecchi -

Descrizione sintetica dispositivo

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

e. Terminali di erogazione dell'energia termica

Elenco dei terminali di erogazione dell'unità immobiliare

Denominazione	N	Tipologia	P [W]
U.I.1-Zona 1	N.R.	N.R.	N.R.

N Numero di apparecchi
P Potenza installata

f. Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

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

Descrizione e caratteristiche principali

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

h. Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

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

i. Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato sono inseriti schemi unifilari di impianto termico con specificato

☐ Posizionamento e potenze dei terminali di erogazione – Allegato

☐ Posizionamento e tipo dei generatori – Allegato

☐ Posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione – Allegato

☐ Posizionamento e tipo degli elementi di controllo – Allegato

☐ Posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza – Allegato

5.2 Impianti fotovoltaici

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti fotovoltaici [ ] Si [X] No

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

5.3 Impianti solari termici

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

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

5.4 Impianti di illuminazione

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

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

5.5 Altri impianti

Altri impianti dell'edificio [ ] Si [X] No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali

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

6 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

a. Involucro edilizio e ricambi d'aria

Di seguito si specifica per ogni elemento edilizio la tipologia di involucro, le caratteristiche del materiale isolante e la trasmittanza termica ante operam e post operam.

Valori di trasmittanza ante operam e post operam

Elemento edilizio	Uante opera	Upost opera	Yie
CV105E_Parete CA 20 isolata	3.999 W/(m²K)	0.265 W/(m²K)	0.046 W/(m²K)
CO102CE-Copertura CA in opera	3.058 W/(m²K)	0.202 W/(m²K)	0.017 W/(m²K)

Caratteristiche del materiale isolante

Elemento edilizio	Posizione isolante	S isolante [cm]	Materiale isolante
CO102CE-Copertura CA in opera	Cappotto esterno	16	EPS
CV105E_Parete CA 20 isolata	Nessun isolamento	12	EPS

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti verticali opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 12 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti orizzontali o inclinati opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nelle tabelle 13 e 14 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Vedi allegati alla presente relazione

Verifiche di condensa superficiale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Verificato
CO102CE-Copertura CA in opera	0.75	0.97	OK

CV105E_Parete CA 20 isolata	0.75	0.97	OK

Verifiche di condensa interstiziale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Verificato
CO102CE-Copertura CA in opera	0.00	0.50	OK
CV105E_Parete CA 20 isolata	0.00	0.50	OK

Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	0.265 W/(m²K)	0.280 W/(m²K)	SI
Strutture orizzontali opache di pavimento	- W/(m²K)	- W/(m²K)	-
Strutture orizzontali e inclinate di copertura	0.202 W/(m²K)	0.240 W/(m²K)	SI
Strutture trasparenti	- W/(m²K)	- W/(m²K)	-

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 15 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni
Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio Confronto con i valori limite riportati nella tabella 15 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni
Vedi allegati alla presente relazione

Valore del Fattore di trasmissione solare totale (ggl+sh) della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est. Confronto con il valore limite del Fattore di trasmissione solare totale della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est presente nella tabella 16 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

Valore del fattore di trasmissione solare

Serramento	g,gl	g,gl lim	Verificato
Verifica non richiesta	-	-	-

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

Elemento edilizio	U	Ulim	Verificato
-	- W/(m²K)	- W/(m²K)	-

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

N.A.	-	-	-

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

Verifica Efficienza media stagionale

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento ηH -

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento ηH,limite -

Verifica: N.R.

Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS ηW: -

Efficienza media stagionale dell'impianto di ACS calcolato nell'edificio di riferimento ηW,limite -

Verifica: N.R.

Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento ηC -

Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento ηC,limite -

Verifica: -

In caso di sola sostituzione del generatore di calore le verifiche di efficienza media stagionale si intendono rispettate se i nuovi generatori hanno un´efficienza superiore al limite normativo.

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

Tipo collettore -

Tipo installazione -

Descrizione tipo installazione (se altro) -

Tipo supporto -

Descrizione tipo supporto (se altro) -

Inclinazione -°

Orientamento -

Capacità accumulo - l

Impianto integrazione (specificare tipo e alimentazione) -

Percentuale copertura fabbisogno annuo - %

d. Impianti fotovoltaici

Connessione impianto: -

Tipo moduli -

Tipo installazione -

Descrizione tipo installazione (se altro) -

Tipo supporto -

Descrizione tipo supporto (se altro) -

Inclinazione - °

Orientamento -

Potenza installata - kW

Percentuale copertura fabbisogno annuo - %

e. Consuntivo energia

Energia prodotta in sito

Vettore energetico	Udm	Qdel,insitu
-		

Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel,consegnata
-		

Energia esportata

Vettore energetico	Udm	Qdel,esportata
-		

Energia primaria
Indice di prestazione rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPren [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	-
Acqua calda sanitaria	-
Raffrescamento	-

Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	-
Acqua calda sanitaria	-
Raffrescamento	-

Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	EPtot [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	-
Acqua calda sanitaria	-
Raffrescamento	-

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

Vedi allegati alla relazione tecnica

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

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

8 DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- [ ] Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi.
- [ ] 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.
- [ ] Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analoga voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
- [ ] Altri eventuali allegati non obbligatori:

9 DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto Ing. Stefano Baroni, iscritto a Ingegneri di Varese, n° 2924, 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:

a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli eleborati progettuali

Data	Firma
12/08/2021	

Comune di Como- (CO)

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA

Dettagli di involucro

1 CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

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

Caratteristiche e dettagli dell'involucro opaco e trasparente.

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

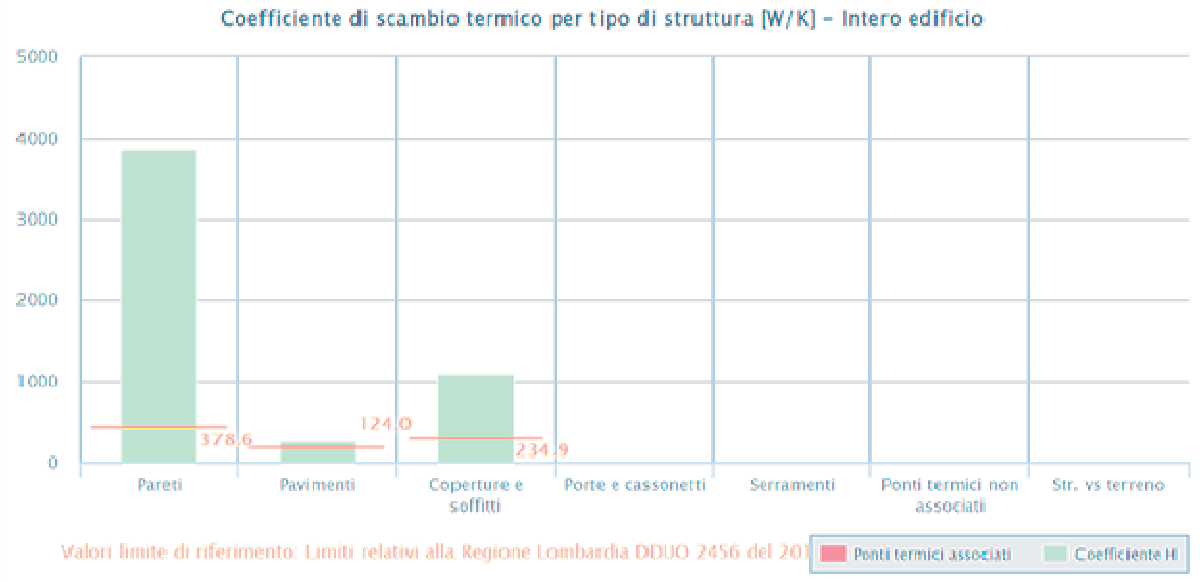
Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	0.265 W/(m²K)	0.280 W/(m²K)	SI
Strutture orizzontali di pavimento	- W/(m²K)	- W/(m²K)	-
Strutture orizzontali o inclinate di copertura	0.202 W/(m²K)	0.240 W/(m²K)	SI
Serramenti	- W/(m²K)	- W/(m²K)	-

2 SCAMBI TERMICI PER CATEGORIA DI ELEMENTO

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

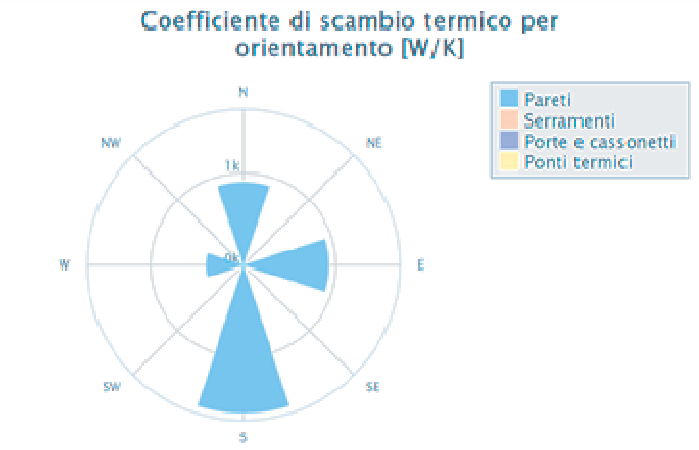
Di seguito si riporta la distribuzione degli scambi termici per trasmissione in funzione del tipo di struttura opaca o trasparente che costituisce l'involucro.



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



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



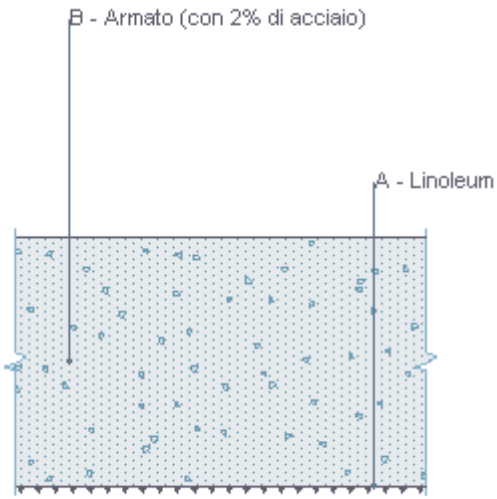
3 ATTRIBUZIONE DEI PONTI TERMICI AGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

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

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

Nel calcolo energetico vengono considerati tutti i ponti termici, compresi gli elementi con trasmittanza lineica negativa.
Di seguito vengono elencati per locale, gli elementi disperdenti con ponti termici associati e la percentuale di influenza relativa.

CO101CI-Soletta CA interna

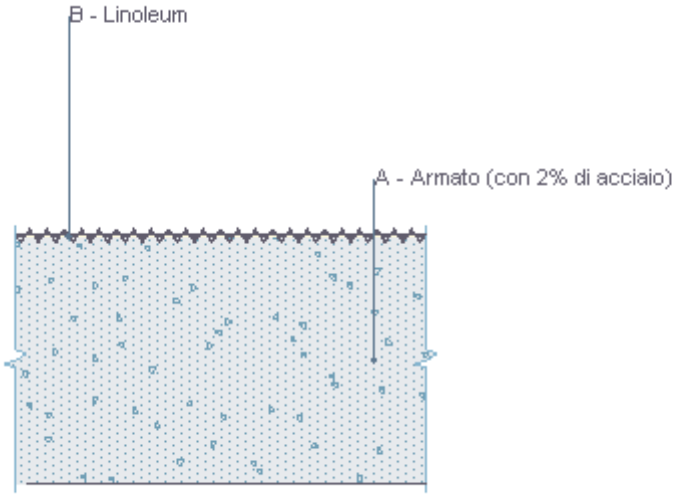


Spessore	303.0 mm	Trasmittanza	2.962 W/m²K
Resistenza	0.338 m²K/W	Massa superf.	724 kg/m²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
A	Linoleum	3.0	0.170	0.018	1,200	1.40	800.0
B	Armato (con 2% di acciaio)	300.0	2.500	0.120	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
	TOTALE	303.0		0.338			

CO101CN-Soletta CA interna

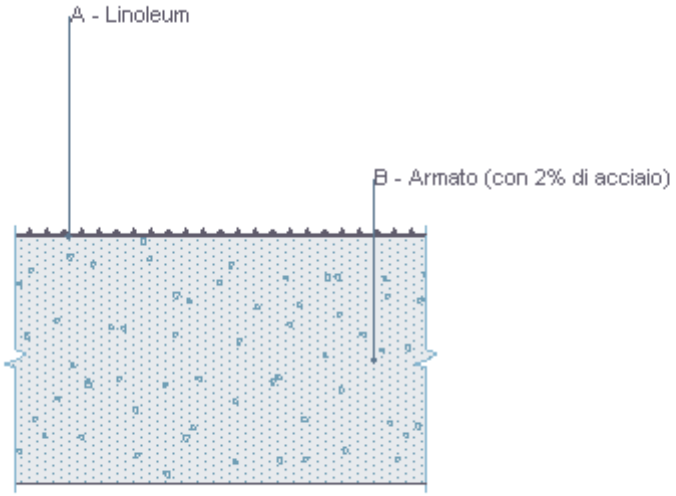


Spessore	303.0 mm	Trasmittanza	2.962 W/m²K
Resistenza	0.338 m²K/W	Massa superf.	724 kg/m²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	300.0	2.500	0.120	2,400	1.00	80.0
B	Linoleum	3.0	0.170	0.018	1,200	1.40	800.0
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
	TOTALE	303.0		0.338			

CO101PI-Soletta CA interna

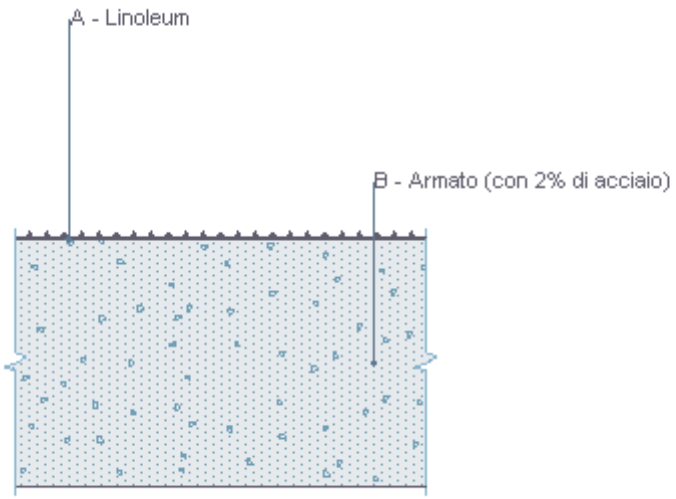


Spessore	303.0 mm	Trasmittanza	2.093 W/m²K
Resistenza	0.478 m²K/W	Massa superf.	724 kg/m²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0.170	-	-	-
A	Linoleum	3.0	0.170	0.018	1,200	1.40	800.0
B	Armato (con 2% di acciaio)	300.0	2.500	0.120	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0.170	-	-	-
	TOTALE	303.0		0.478			

CO101PN-Soletta CA interna

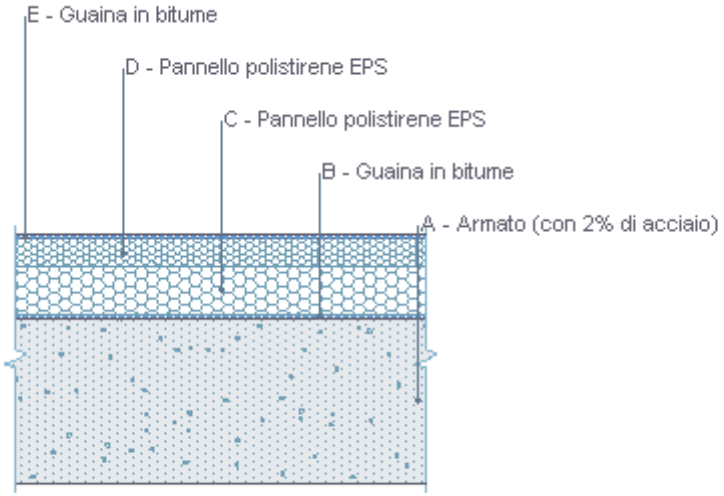


Spessore	303.0 mm	Trasmittanza	2.093 W/m²K
Resistenza	0.478 m²K/W	Massa superf.	724 kg/m²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0.170	-	-	-
A	Linoleum	3.0	0.170	0.018	1,200	1.40	800.0
B	Armato (con 2% di acciaio)	300.0	2.500	0.120	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0.170	-	-	-
	TOTALE	303.0		0.478			

CO102CE-Copertura CA in opera



Spessore	526.0 mm	Trasmittanza	0.202 W/m²K
Resistenza	4.946 m²K/W	Massa superf.	865 kg/m²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	350.0	2.500	0.140	2,400	1.00	80.0
B	Guaina in bitume	8.0	0.170	0.047	1,200	0.92	22,222.2
C	Pannello polistirene EPS	100.0	0.035	2.857	35	1.45	50.0
D	Pannello polistirene EPS	60.0	0.035	1.714	35	1.45	50.0
E	Guaina in bitume	8.0	0.170	0.047	1,200	0.92	22,222.2
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	526.0		4.946			

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

Comune	Como
Zona climatica	E
Trasmittanza	0.202 W/m²K
Trasmittanza limite	0.240 W/m²K
Esito della verifica	OK

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Como
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m^3
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produz. nota	- kg/h

Mese	θi	φi	θe	φe	n
gennaio	20.0 °C	- %	0.5 °C	90.1 %	0.5 1/h
febbraio	20.0 °C	- %	4.6 °C	66.5 %	0.5 1/h
marzo	20.0 °C	- %	9.3 °C	64.3 %	0.5 1/h
aprile	20.0 °C	- %	12.6 °C	67.4 %	0.5 1/h
maggio	20.0 °C	- %	17.8 °C	64.7 %	0.5 1/h
giugno	20.0 °C	- %	21.4 °C	71.0 %	0.5 1/h
luglio	20.0 °C	- %	23.2 °C	64.0 %	0.5 1/h
agosto	20.0 °C	- %	20.5 °C	72.5 %	0.5 1/h
settembre	20.0 °C	- %	18.4 °C	77.6 %	0.5 1/h
ottobre	20.0 °C	- %	12.0 °C	82.9 %	0.5 1/h
novembre	20.0 °C	- %	7.7 °C	95.9 %	0.5 1/h
dicembre	20.0 °C	- %	4.3 °C	91.2 %	0.5 1/h

Condizione	θi	pi	θe	pe
INVERNALE	20.00 °C	1,519.00 Pa	0.50 °C	570.40 Pa
ESTIVA	20.00 °C	1,847.30 Pa	23.20 °C	1,819.70 Pa

θi: temperatura interna
φi: umidità relativa interna
θe: temperatura esterna
φe: umidità relativa esterna
n: numero di ricambi d'aria
pi: pressione interna
pe: 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 0.003 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 487.476 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θe	Pe	ΔP	Pi	θi	φi
ottobre	12.0 °C	1162.47 Pa	384 Pa	1546.47 Pa	20 °C	83 %
novembre	7.7 °C	1007.84 Pa	536.65 Pa	1544.49 Pa	20 °C	96 %
dicembre	4.3 °C	757.05 Pa	657.35 Pa	1414.4 Pa	20 °C	91 %
gennaio	0.5 °C	570.44 Pa	792.25 Pa	1362.69 Pa	20 °C	90 %
febbraio	4.6 °C	563.68 Pa	646.7 Pa	1210.38 Pa	20 °C	66 %
marzo	9.3 °C	752.39 Pa	479.85 Pa	1232.24 Pa	20 °C	64 %
aprile	12.6 °C	982.85 Pa	362.7 Pa	1345.55 Pa	20 °C	67 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	θsi-critica	fRsi-amm
ottobre	16.97°C	0.6214
novembre	16.95°C	0.7521
dicembre	15.57°C	0.7179
gennaio	14.99°C	0.7431
febbraio	13.16°C	0.556
marzo	13.44°C	0.3867
aprile	14.79°C	0.2965

θe: temperatura esterna
Pe: pressione esterna
ΔP: variazione di pressione
Pi: pressione interna
θi: temperatura interna
φi: umidità relativa interna
θsi critica: temperatura superficiale critica
fRsi amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione
Fattore di resistenza superficiale fRsi: 0.7521 (mese di Novembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1,362.7	1,210.4	1,232.2	1,345.6	1,496.7	1,859.4	1,806.1	1,829.6	1,797.9	1,546.5	1,544.5	1,414.4
	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0
Add-A	1,274.6	1,138.4	1,178.9	1,305.2	1,476.9	1,853.8	1,807.6	1,820.4	1,780.5	1,503.8	1,484.8	1,341.3
	2,129.6	2,171.8	2,221.1	2,256.3	2,312.7	2,352.5	2,372.6	2,342.5	2,319.3	2,249.8	2,204.2	2,168.7
A-B	930.2	857.4	970.3	1,147.6	1,399.5	1,832.0	1,813.5	1,784.7	1,712.3	1,336.9	1,251.6	1,055.6
	2,105.7	2,152.6	2,207.4	2,246.7	2,309.8	2,354.4	2,377.0	2,343.2	2,317.2	2,239.5	2,188.6	2,149.1
B-C	920.6	849.5	964.5	1,143.1	1,397.3	1,831.4	1,813.7	1,783.7	1,710.4	1,332.2	1,245.0	1,047.6
	1,028.7	1,230.9	1,505.1	1,728.3	2,139.0	2,471.1	2,653.5	2,384.1	2,191.4	1,685.6	1,406.3	1,215.0
C-D	914.8	844.7	960.9	1,140.5	1,396.0	1,831.0	1,813.8	1,783.1	1,709.2	1,329.4	1,241.1	1,042.7
	648.5	863.6	1,185.4	1,470.4	2,041.9	2,543.6	2,832.6	2,409.0	2,118.9	1,414.5	1,065.7	845.9
D-E	570.4	563.7	752.4	982.9	1,318.6	1,809.1	1,819.7	1,747.3	1,641.1	1,162.5	1,007.8	757.0
	640.1	855.0	1,177.6	1,463.8	2,039.2	2,545.6	2,837.6	2,409.7	2,116.9	1,407.6	1,057.4	837.4
E-Add	570.4	563.7	752.4	982.9	1,318.6	1,809.1	1,819.7	1,747.3	1,641.1	1,162.5	1,007.8	757.0
	633.1	847.8	1,170.9	1,458.2	2,037.0	2,547.3	2,842.0	2,410.3	2,115.3	1,401.8	1,050.5	830.2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Add-A	19.0	19.2	19.5	19.6	19.9	20.1	20.2	20.0	19.9	19.6	19.4	19.2
A-B	18.5	18.8	19.2	19.4	19.8	20.1	20.2	20.0	19.9	19.4	19.1	18.8
B-C	18.3	18.7	19.1	19.4	19.8	20.1	20.3	20.0	19.9	19.3	18.9	18.7
C-D	7.4	10.0	13.1	15.2	18.6	20.9	22.1	20.3	19.0	14.8	12.0	9.9
D-E	0.8	4.9	9.5	12.7	17.8	21.4	23.1	20.5	18.4	12.1	7.9	4.6
E-Add	0.7	4.7	9.4	12.7	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.1	7.8	4.4
Add-Esterno	0.5	4.6	9.3	12.6	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.0	7.7	4.3

Verifica formazione di condensa interstiziale

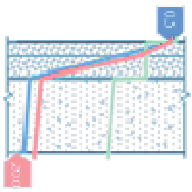
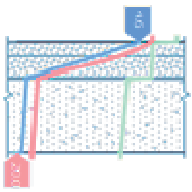
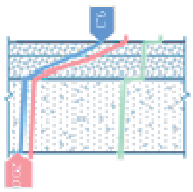
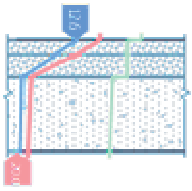
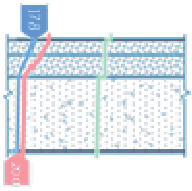
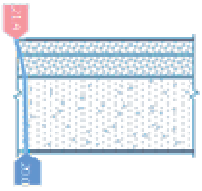
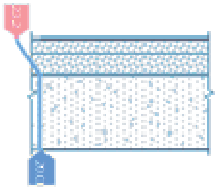
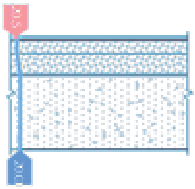
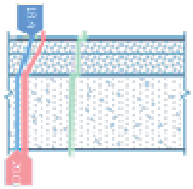
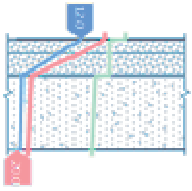
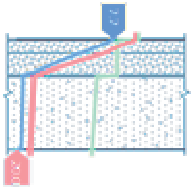
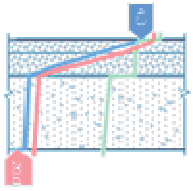
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. D/E												
Gc [Kg/m²]	0.0014	-0.0001	-0.0012	-0.0017	-0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0010
Ma [Kg/m²]	0.0034	0.0033	0.0021	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0020
Interf. E/F												
Gc [Kg/m²]	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]	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. D/E. Formazione di condensa: 0.0034 kg/m²
febbraio - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0.0033 kg/m²
marzo - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0.0021 kg/m²
aprile - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0.0004 kg/m²
novembre - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0.0009 kg/m²
dicembre - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0.0020 kg/m²
Mese condensazione massima: gennaio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente
Gc: 0.0014 kg/m² D-E nel mese di gennaio
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia
Gc,max: 0.5000 kg/m²
Quantità di vapore residuo Ma: 0.0034 nel mese di gennaio kg/m² D-E
Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia D-E - Formazione di condensa: 0.0034 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA

		
Gennaio	Febbraio	Marzo
		
Aprile	Maggio	Giugno
		
Luglio	Agosto	Settembre
		
Ottobre	Novembre	Dicembre

LEGENDA

Temperatura [°C]	Pressione del vapore [Pa]	Press. di saturazione [Pa]

CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	865 kg/m²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Como
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	21.4 °C
Temperatura massima estiva	34.7 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	19.8 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	262.73 W/m²

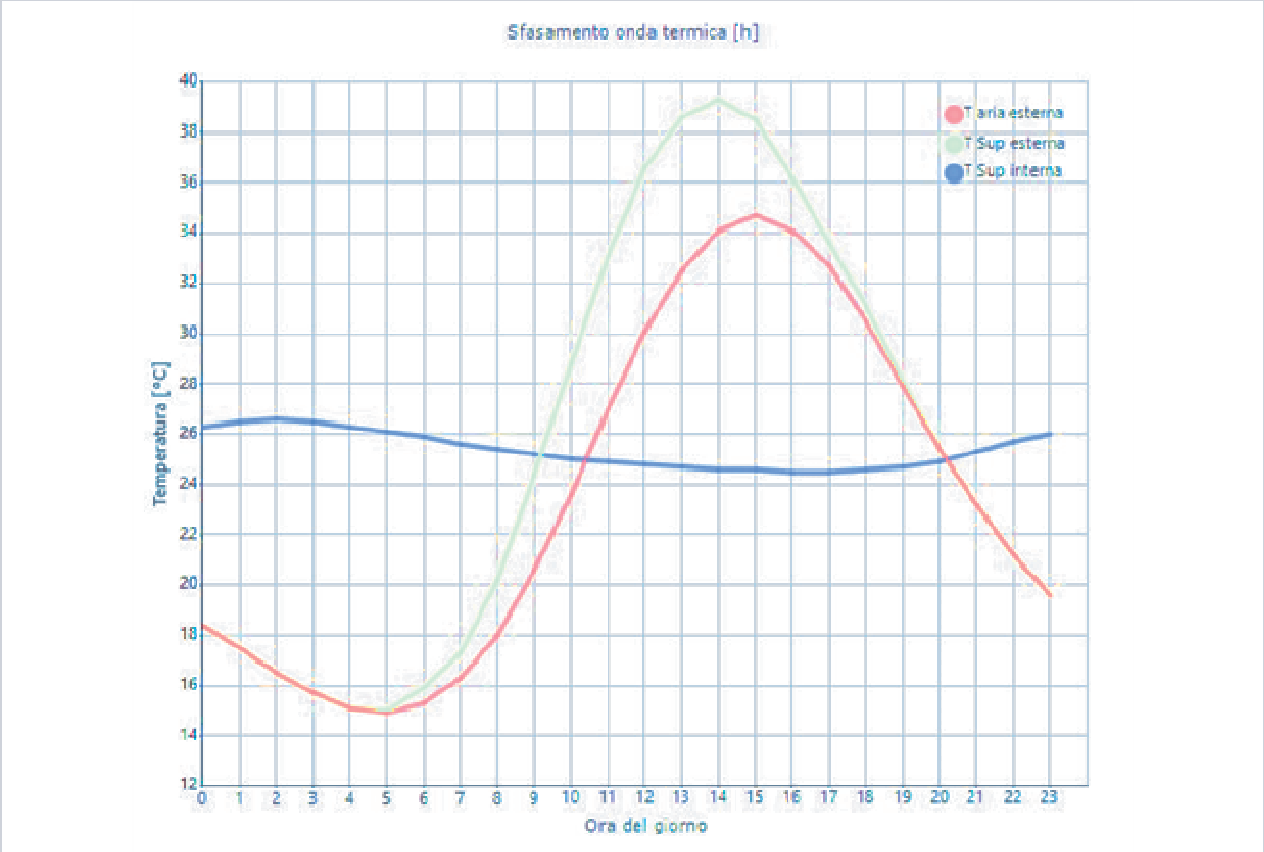
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	12h 01'
Fattore di attenuazione	0.0843
Capacità termica interna C1	99.8 kJ/m²K
Capacità termica esterna C2	11.8 kJ/m²K
Ammettenza interna oraria	12.9 W/m²K
Ammettenza interna	0.9 W/m²K
Ammettenza esterna oraria	16.7 W/m²K
Ammettenza esterna	0.9 W/m²K
Trasmittanza periodica Y	0.017 W/m²K
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/m²	°C	°C
0:00	18.44	0.00	18.44	26.33
1:00	17.45	0.00	17.45	26.51
2:00	16.46	0.00	16.46	26.56
3:00	15.67	0.00	15.67	26.49
4:00	15.08	0.00	15.08	26.30
5:00	14.88	10.60	15.01	26.08
6:00	15.28	49.60	15.87	25.87
7:00	16.27	85.90	17.30	25.62
8:00	18.05	175.40	20.15	25.39
9:00	20.62	318.90	24.45	25.20
10:00	23.59	436.50	28.83	25.04
11:00	26.96	512.30	33.11	24.90
12:00	30.13	538.30	36.59	24.80
13:00	32.50	512.30	38.65	24.72
14:00	34.09	436.50	39.32	24.64
15:00	34.68	318.90	38.51	24.57
16:00	34.09	175.40	36.19	24.52
17:00	32.70	78.20	33.64	24.51
18:00	30.52	49.80	31.12	24.59

19:00	27.95	10.60	28.07	24.71
20:00	25.37	0.00	25.37	24.95
21:00	23.20	0.00	23.20	25.31
22:00	21.22	0.00	21.22	25.68
23:00	19.63	0.00	19.63	26.04

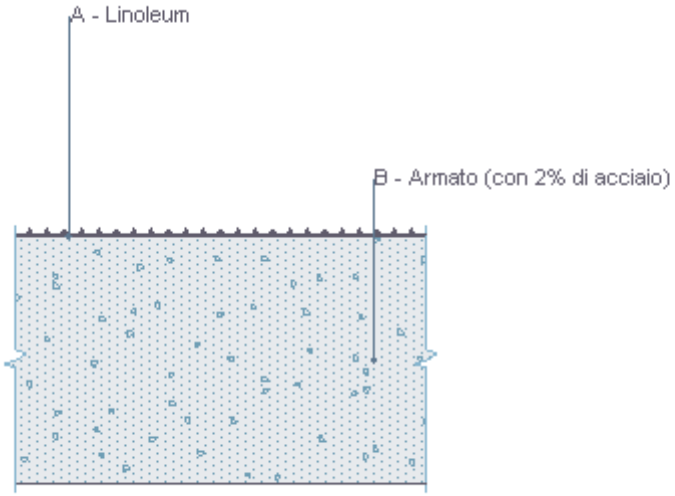
DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



LEGENDA

Temperatura esterna [°C] | Temp. sup. esterna [°C] | Temperatura interna [°C]

CO102PE-Soletta CA sbalzo

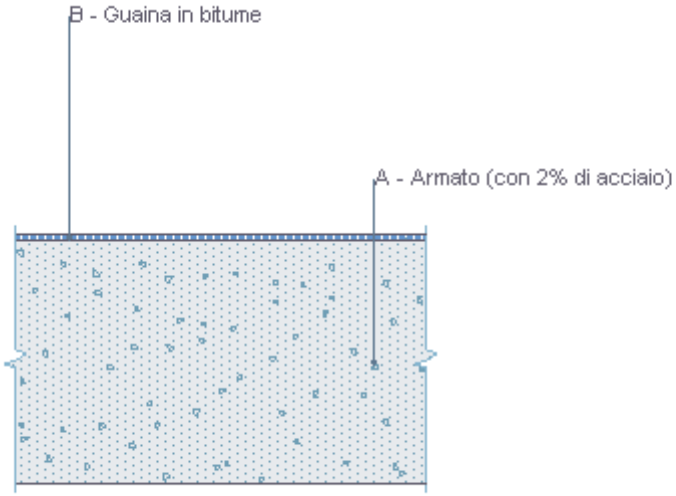


Spessore	303.0 mm	Trasmittanza	2.093 W/m²K
Resistenza	0.478 m²K/W	Massa superf.	724 kg/m²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0.170	-	-	-
A	Linoleum	3.0	0.170	0.018	1,200	1.40	800.0
B	Armato (con 2% di acciaio)	300.0	2.500	0.120	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0.170	-	-	-
	TOTALE	303.0		0.478			

CO103CE-Copertura CA in opera non isolata

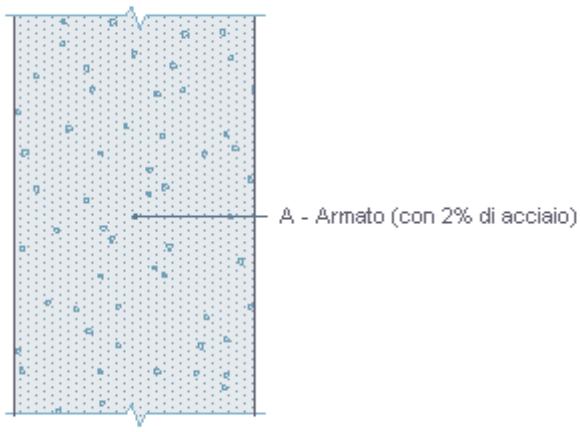


Spessore	358.0 mm	Trasmittanza	3.058 W/m²K
Resistenza	0.327 m²K/W	Massa superf.	850 kg/m²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	350.0	2.500	0.140	2,400	1.00	80.0
B	Guaina in bitume	8.0	0.170	0.047	1,200	0.92	22,222.2
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	358.0		0.327			

CV101E_Parete CA 30

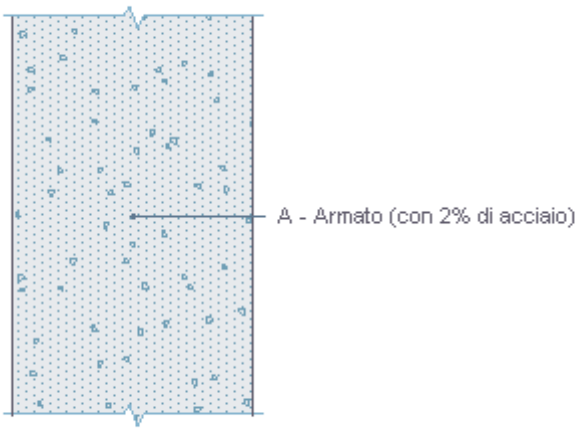


Spessore	300.0 mm	Trasmittanza	3.448 W/m²K
Resistenza	0.290 m²K/W	Massa superf.	720 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	300.0	2.500	0.120	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	300.0		0.290			

CV101I_Parete CA 30

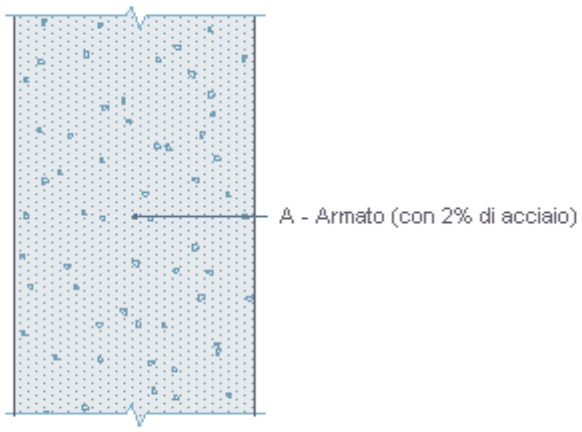


Spessore	300.0 mm	Trasmittanza	3.448 W/m²K
Resistenza	0.290 m²K/W	Massa superf.	720 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	300.0	2.500	0.120	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	300.0		0.290			

CV101N_Parete CA 30

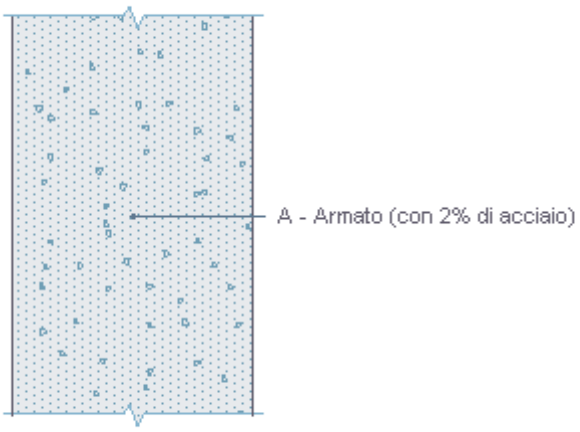


Spessore	300.0 mm	Trasmittanza	3.448 W/m²K
Resistenza	0.290 m²K/W	Massa superf.	720 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	300.0	2.500	0.120	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	300.0		0.290			

CV101NE_Parete CA 30

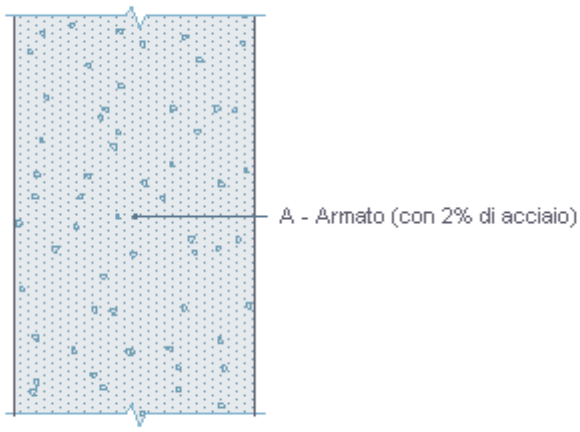


Spessore	300.0 mm	Trasmittanza	3.448 W/m²K
Resistenza	0.290 m²K/W	Massa superf.	720 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	300.0	2.500	0.120	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	300.0		0.290			

CV103I_Parete CA 45

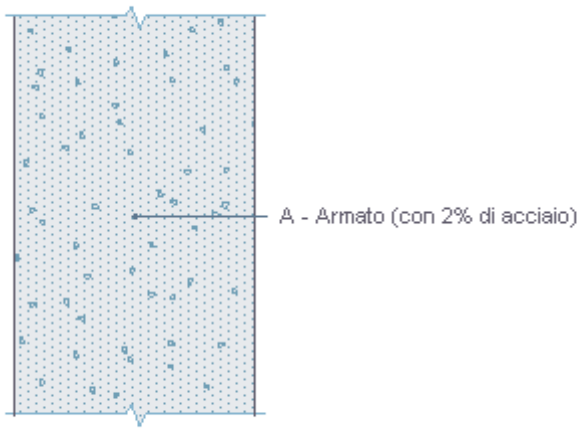


Spessore	450.0 mm	Trasmittanza	2.272 W/m²K
Resistenza	0.440 m²K/W	Massa superf.	1,080 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	450.0	2.500	0.180	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
	TOTALE	450.0		0.440			

CV104E_Parete CA 15

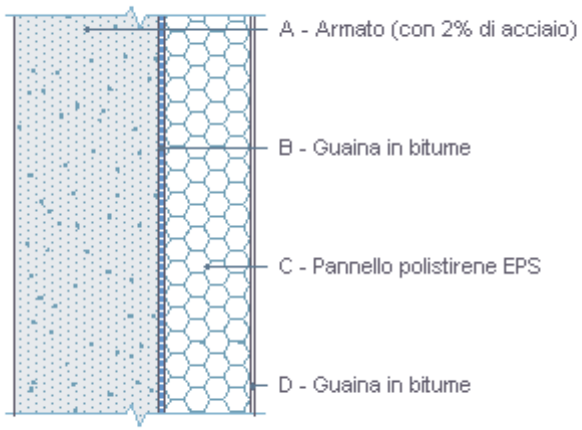


Spessore	150.0 mm	Trasmittanza	4.347 W/m²K
Resistenza	0.230 m²K/W	Massa superf.	360 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	150.0	2.500	0.060	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	150.0		0.230			

CV105E_Parete CA 20 isolata



Spessore	336.0 mm	Trasmittanza	0.265 W/m²K
Resistenza	3.773 m²K/W	Massa superf.	503 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	200.0	2.500	0.080	2,400	1.00	80.0
B	Guaina in bitume	8.0	0.170	0.047	1,200	0.92	22,222.2
C	Pannello polistirene EPS	120.0	0.035	3.429	35	1.45	50.0
D	Guaina in bitume	8.0	0.170	0.047	1,200	0.92	22,222.2
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	336.0		3.773			

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

Comune	Como
Zona climatica	E
Trasmittanza	0.265 W/m²K
Trasmittanza limite	0.280 W/m²K
Esito della verifica	OK

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Como
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produz. nota	- kg/h

Mese	θi	φi	θe	φe	n
gennaio	20.0 °C	- %	0.5 °C	90.1 %	0.5 1/h
febbraio	20.0 °C	- %	4.6 °C	66.5 %	0.5 1/h
marzo	20.0 °C	- %	9.3 °C	64.3 %	0.5 1/h
aprile	20.0 °C	- %	12.6 °C	67.4 %	0.5 1/h
maggio	20.0 °C	- %	17.8 °C	64.7 %	0.5 1/h
giugno	20.0 °C	- %	21.4 °C	71.0 %	0.5 1/h
luglio	20.0 °C	- %	23.2 °C	64.0 %	0.5 1/h
agosto	20.0 °C	- %	20.5 °C	72.5 %	0.5 1/h
settembre	20.0 °C	- %	18.4 °C	77.6 %	0.5 1/h
ottobre	20.0 °C	- %	12.0 °C	82.9 %	0.5 1/h
novembre	20.0 °C	- %	7.7 °C	95.9 %	0.5 1/h
dicembre	20.0 °C	- %	4.3 °C	91.2 %	0.5 1/h

Condizione	θi	pi	θe	pe
INVERNALE	20.00 °C	1,519.00 Pa	0.50 °C	570.40 Pa
ESTIVA	20.00 °C	1,847.30 Pa	23.20 °C	1,819.70 Pa

θi: temperatura interna
φi: umidità relativa interna
θe: temperatura esterna
φe: umidità relativa esterna
n: numero di ricambi d'aria
pi: pressione interna
pe: 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 0.004 kg/m² (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 490.559 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θe	Pe	ΔP	Pi	θi	φi
ottobre	12.0 °C	1162.47 Pa	384 Pa	1546.47 Pa	20 °C	83 %
novembre	7.7 °C	1007.84 Pa	536.65 Pa	1544.49 Pa	20 °C	96 %
dicembre	4.3 °C	757.05 Pa	657.35 Pa	1414.4 Pa	20 °C	91 %
gennaio	0.5 °C	570.44 Pa	792.25 Pa	1362.69 Pa	20 °C	90 %
febbraio	4.6 °C	563.68 Pa	646.7 Pa	1210.38 Pa	20 °C	66 %
marzo	9.3 °C	752.39 Pa	479.85 Pa	1232.24 Pa	20 °C	64 %
aprile	12.6 °C	982.85 Pa	362.7 Pa	1345.55 Pa	20 °C	67 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	θsi-critica	fRsi-amm
ottobre	16.97°C	0.6214
novembre	16.95°C	0.7521
dicembre	15.57°C	0.7179
gennaio	14.99°C	0.7431
febbraio	13.16°C	0.556
marzo	13.44°C	0.3867
aprile	14.79°C	0.2965

θe: temperatura esterna
Pe: pressione esterna
ΔP: variazione di pressione
Pi: pressione interna
θi: temperatura interna
φi: umidità relativa interna
θsi critica: temperatura superficiale critica
fRsi amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione
Fattore di resistenza superficiale fRsi: 0.7521 (mese di Novembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1,362.7	1,210.4	1,232.2	1,345.6	1,496.7	1,859.4	1,806.1	1,829.6	1,797.9	1,546.5	1,544.5	1,414.4
	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0
Add-A	1,309.5	1,167.0	1,200.1	1,321.2	1,484.8	1,856.1	1,807.0	1,824.1	1,787.4	1,520.7	1,508.5	1,370.3
	2,108.3	2,154.6	2,208.9	2,247.7	2,310.1	2,354.2	2,376.5	2,343.1	2,317.4	2,240.6	2,190.3	2,151.2
A-B	946.1	870.3	979.9	1,154.8	1,403.1	1,833.0	1,813.2	1,786.4	1,715.5	1,344.6	1,262.3	1,068.8
	2,077.3	2,129.7	2,191.2	2,235.3	2,306.3	2,356.6	2,382.2	2,344.0	2,314.6	2,227.2	2,170.1	2,125.8
B-C	933.9	860.3	972.5	1,149.2	1,400.3	1,832.2	1,813.5	1,785.1	1,713.0	1,338.6	1,254.0	1,058.6
	653.4	868.5	1,189.9	1,474.2	2,043.4	2,542.4	2,829.7	2,408.6	2,120.0	1,418.4	1,070.4	850.9
C-D	570.4	563.7	752.4	982.9	1,318.6	1,809.1	1,819.7	1,747.3	1,641.1	1,162.5	1,007.8	757.0
	642.3	857.3	1,179.6	1,465.5	2,039.9	2,545.1	2,836.3	2,409.5	2,117.5	1,409.4	1,059.6	839.6
D-Add	570.4	563.7	752.4	982.9	1,318.6	1,809.1	1,819.7	1,747.3	1,641.1	1,162.5	1,007.8	757.0
	633.1	847.8	1,170.9	1,458.2	2,037.0	2,547.3	2,842.0	2,410.3	2,115.3	1,401.8	1,050.5	830.2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Add-A	18.7	19.0	19.3	19.5	19.9	20.1	20.2	20.0	19.9	19.5	19.2	19.0
A-B	18.3	18.7	19.1	19.4	19.8	20.1	20.3	20.0	19.9	19.3	19.0	18.7
B-C	18.1	18.5	19.0	19.3	19.8	20.1	20.3	20.0	19.8	19.2	18.8	18.5
C-D	0.9	4.9	9.5	12.8	17.8	21.4	23.1	20.5	18.4	12.2	8.0	4.7
D-Add	0.7	4.8	9.4	12.7	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.1	7.8	4.5
Add-Esterno	0.5	4.6	9.3	12.6	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.0	7.7	4.3

Verifica formazione di condensa interstiziale

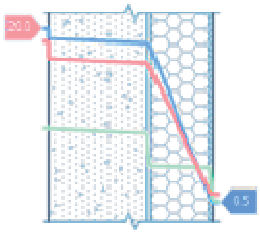
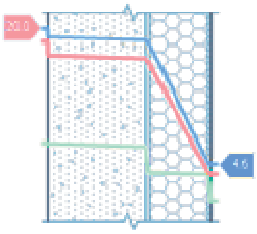
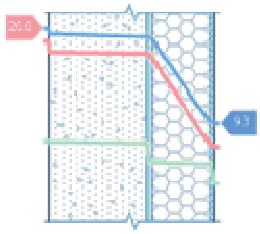
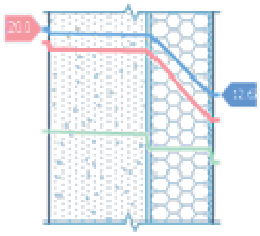
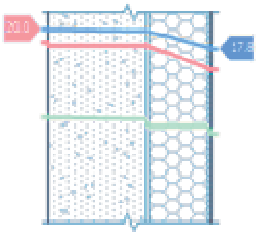
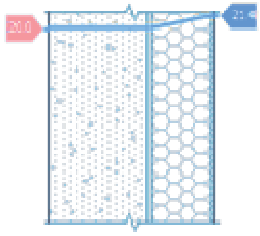
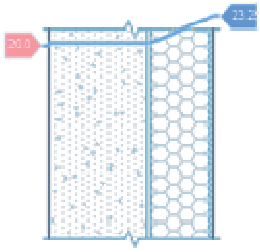
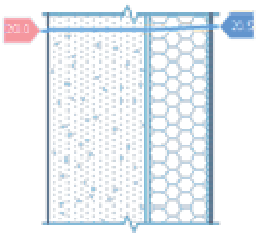
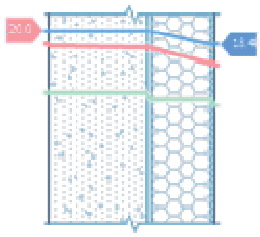
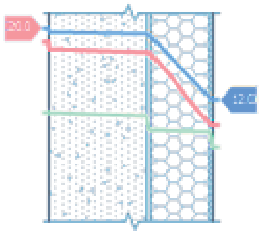
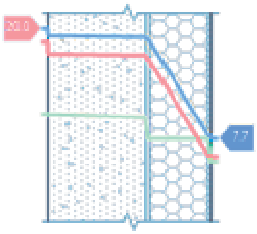
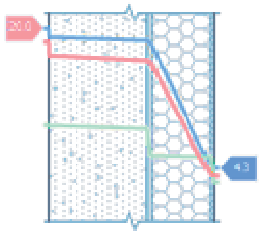
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. C/D												
Gc [Kg/m²]	0.0016	0.0000	-0.0012	-0.0018	-0.0036	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0012
Ma [Kg/m²]	0.0037	0.0037	0.0025	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0021
Interf. D/E												
Gc [Kg/m²]	0.0000	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

gennaio - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0.0037 kg/m²
febbraio - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0.0037 kg/m²
marzo - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0.0025 kg/m²
aprile - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0.0007 kg/m²
novembre - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0.0010 kg/m²
dicembre - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0.0021 kg/m²
Mese condensazione massima: gennaio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente
Gc: 0.0016 kg/m² C-D nel mese di gennaio
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia
Gc,max: 0.5000 kg/m²
Quantità di vapore residuo Ma: 0.0037 nel mese di gennaio kg/m² C-D
Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia C-D - Formazione di condensa: 0.0037 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA

		
Gennaio	Febbraio	Marzo
		
Aprile	Maggio	Giugno
		
Luglio	Agosto	Settembre
		
Ottobre	Novembre	Dicembre

LEGENDA

Temperatura [°C]	Pressione del vapore [Pa]	Press. di saturazione [Pa]

CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	503 kg/m²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Como
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	21.4 °C
Temperatura massima estiva	34.7 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	19.8 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	262.73 W/m²

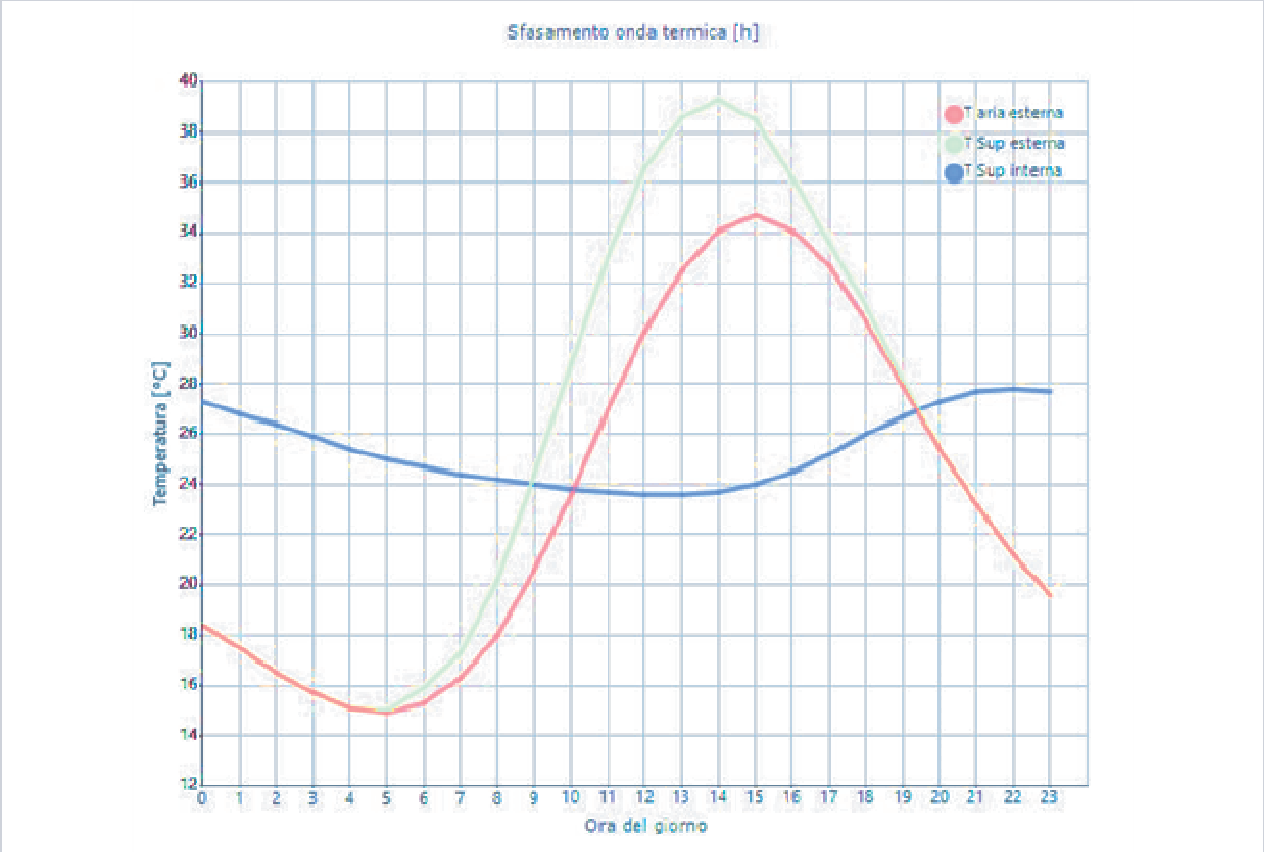
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	8h 14'
Fattore di attenuazione	0.1736
Capacità termica interna C1	86.6 kJ/m²K
Capacità termica esterna C2	12.0 kJ/m²K
Ammettenza interna oraria	12.8 W/m²K
Ammettenza interna	0.8 W/m²K
Ammettenza esterna oraria	16.4 W/m²K
Ammettenza esterna	0.8 W/m²K
Trasmittanza periodica Y	0.046 W/m²K
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/m²	°C	°C
0:00	18.44	0.00	18.44	27.26
1:00	17.45	0.00	17.45	26.82
2:00	16.46	0.00	16.46	26.38
3:00	15.67	0.00	15.67	25.86
4:00	15.08	0.00	15.08	25.39
5:00	14.88	10.60	15.01	25.01
6:00	15.28	49.60	15.87	24.66
7:00	16.27	85.90	17.30	24.39
8:00	18.05	175.40	20.15	24.18
9:00	20.62	318.90	24.45	24.01
10:00	23.59	436.50	28.83	23.84
11:00	26.96	512.30	33.11	23.70
12:00	30.13	538.30	36.59	23.60
13:00	32.50	512.30	38.65	23.59
14:00	34.09	436.50	39.32	23.74
15:00	34.68	318.90	38.51	23.98
16:00	34.09	175.40	36.19	24.48
17:00	32.70	78.20	33.64	25.23
18:00	30.52	49.80	31.12	25.99

19:00	27.95	10.60	28.07	26.73
20:00	25.37	0.00	25.37	27.33
21:00	23.20	0.00	23.20	27.69
22:00	21.22	0.00	21.22	27.81
23:00	19.63	0.00	19.63	27.67

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



LEGENDA

Temperatura esterna [°C] | Temp. sup. esterna [°C] | Temperatura interna [°C]

Comune di Como- (CO)

RELAZIONE TECNICA

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

FABBRICATO AULE

EDIFICIO	Fabbricato aule - Via Castelnuovo 7A - Como (CO)
COMMITTENTE	Università degli studi dell'Insubria
PROGETTISTA	Ing. Stefano Baroni
DATA	12/08/2021

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 febbario 2016 - n. 272
Provincia autonoma di Trento	Deliberazione della giunta regionale 3 febbario 2017 - n. 163 Deliberazione della giunta regionale 12 febbario 2016 - n. 162

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

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

Riqualificazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello. Costruzioni esistenti con riqualificazione dell'involucro edilizio e di impianti termici.

Un edificio esistente è sottoposto a riqualificazione energetica quando i lavori, in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, ricadono nelle tipologie definite nell'Allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015, ed insistono su elementi edilizi facenti parte dell'involucro edilizio che racchiude il volume climatizzato e/o impianti aventi proprio consumo energetico.

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

1 INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Como Provincia CO

Progetto per la realizzazione di

Riqualificazione energetica copertura

[x] Edificio pubblico

[ ] Edificio ad uso pubblico

Sito in Via Castelnuovo 7A

Unità	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno
Fabbricato aule		1	4602	

Richiesta Permesso di Costruire Del

Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA Del

Variante Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA Del

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria così come definita nell'Allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

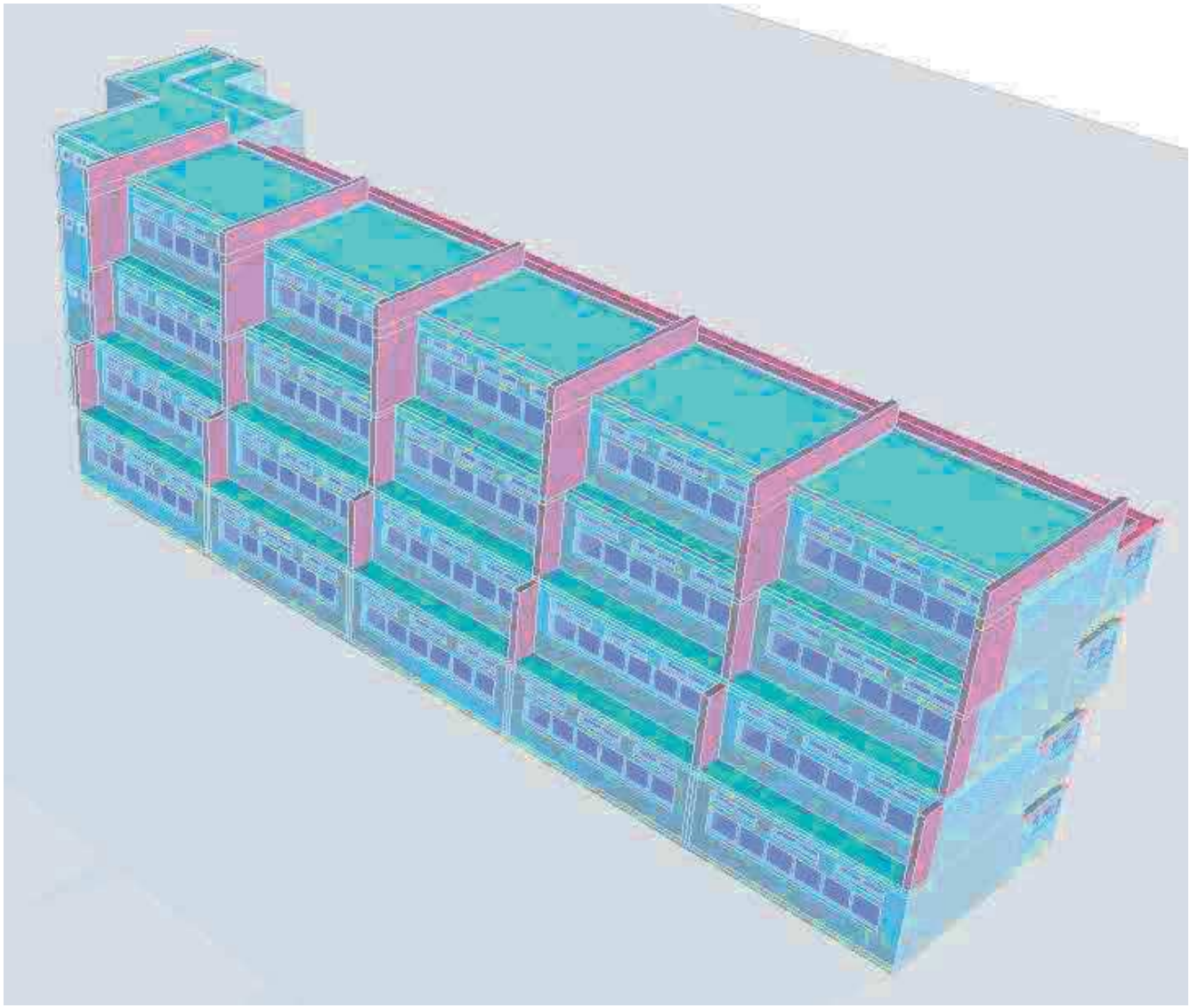
E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

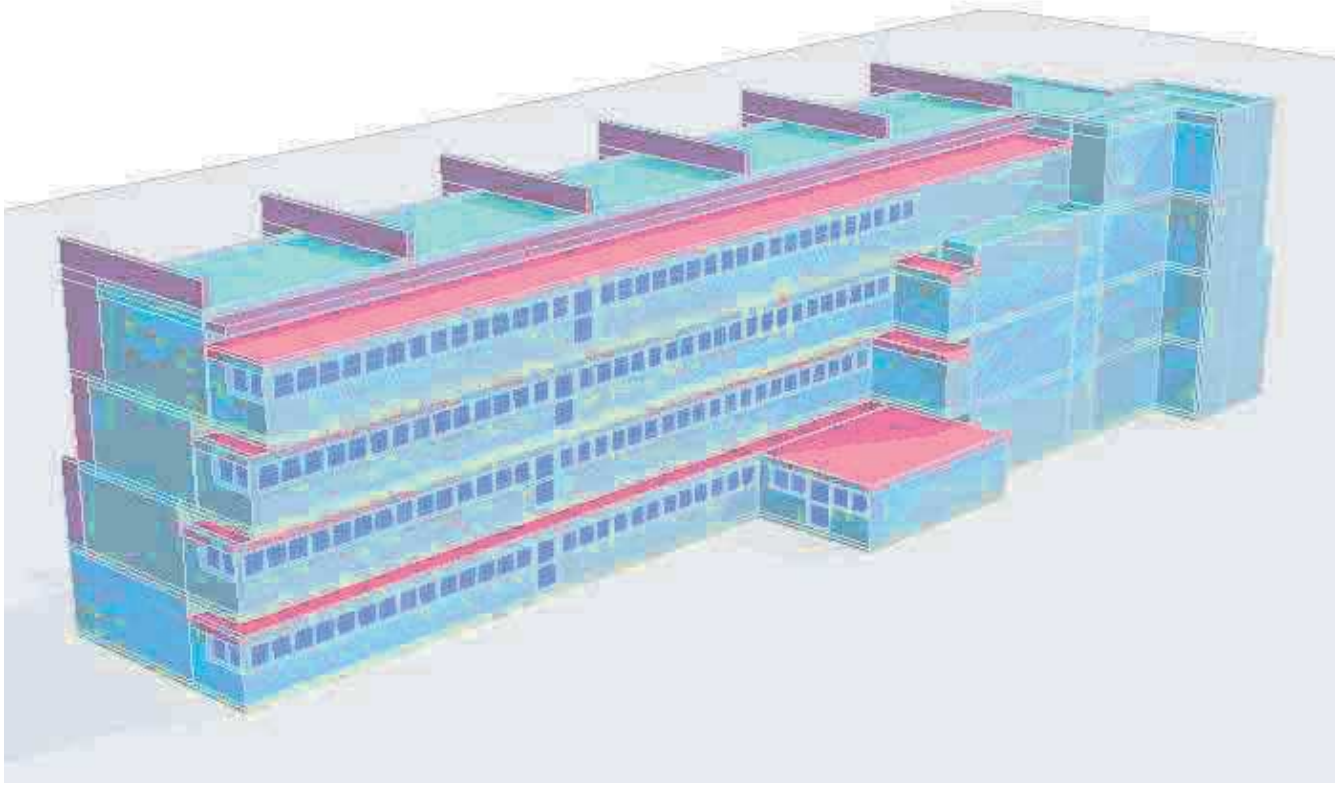
Numero delle unità immobiliari oggetto d'intervento 1

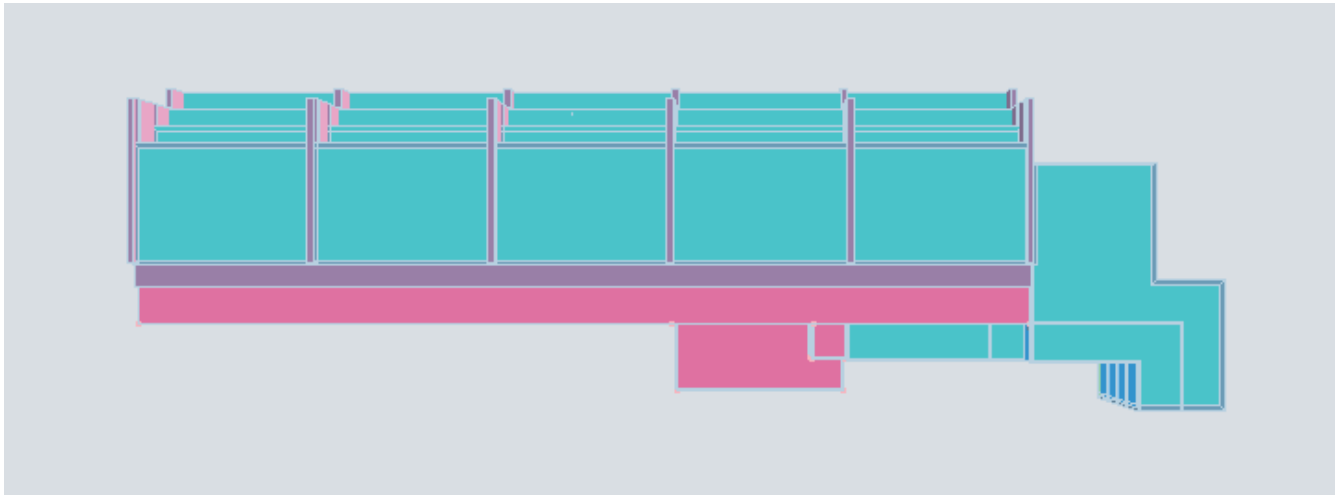
Soggetti coinvolti

Committente	Università degli studi dell'Insubria
Progettista degli impianti termici	Non previsto
Progettista dell'isolamento termico dell'edificio	Ing. Stefano Baroni
Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	Non previsto
Direttore dei lavori per l'isolamento termico dell'edificio	Ing. Stefano Baroni
Direttore dei lavori per la realizzazione degli impianti termici	Non previsto
Direttore dei lavori del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	Non previsto
Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio	Non previsto
Direttore dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio	Non previsto
Tecnico incaricato per la redazione dell'APE	

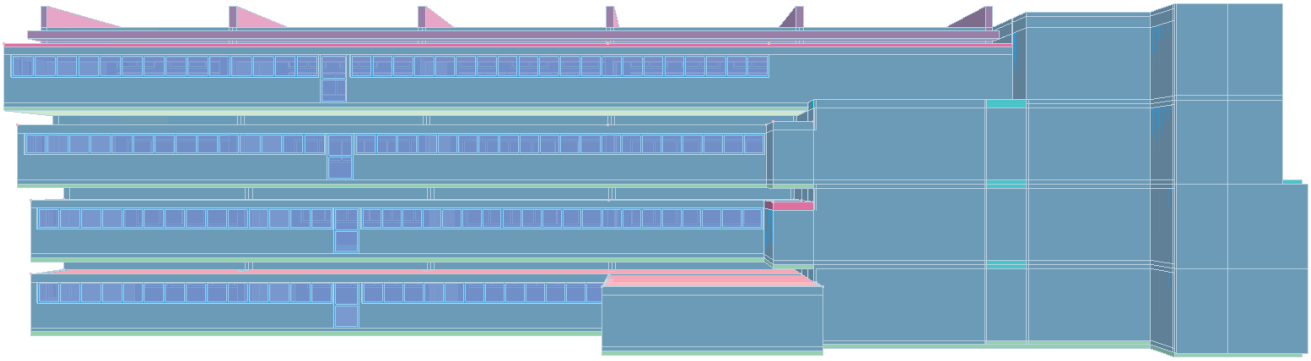
Si riportano le immagine della modellazione effettuata











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)	2228 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.)	268.2 K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	305.2 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]
Fabbricato aule	3,400.13	8,350.93	0.41	2,239.40

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	Tinv [°C]	φinv [%]
Fabbricato aule	Zona 1	20.0	50

Tinv Valore di progetto della temperatura interna invernale
φinv valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione invernale

Unità immobiliare	Metodo contabilizzazione
Fabbricato aule	-

Climatizzazione estiva

Unità immobiliare	S [m^2]	V [m^3]	Su [m^2]
Fabbricato aule	3,400.13	8,350.93	2,239.40

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato
V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano
Su Superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	Test [°C]	φest [%]
Fabbricato aule	Zona 1	26.0	50

Test Valore di progetto della temperatura interna estiva
φest Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva

Unità immobiliare	Metodo
Fabbricato aule	-

Informazioni generali e prescrizioni

Adozione di materiali ad elevata riflettenza solare per le coperture: [ ] Si [x] No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

Valore di riflettenza solare - > 0,65 per coperture piane

Valore di riflettenza solare - > 0.30 per coperture a falda

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

Intervento ricadente nei limiti dell'ente vincolante: la scelta del materiale di copertura è stato imposto dall'ente

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture [ ] Si [x] No

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

Copertura piana, calpestabile, idonea all'alloggiamento impianti.

Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare:

Se “sì” descrizione e caratteristiche principali

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

[ ] Si [x] No

Se “no” documentare le ragioni tecniche che hanno portato alla non utilizzazione:

L'intervento non prevede intervento sull'impianto

5 DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

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

a. Descrizione dell’impianto

Tipologia

Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di generazione

Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di termoregolazione

Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di contabilizzazione dell’energia termica

Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di distribuzione del vettore termico

Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di ventilazione forzata

Non presente

Sistemi di accumulo termico

Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria

Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Sistemi di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065) [ ] Si [x] No

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore -

Filtro di sicurezza [ ] Si [x] No

b. Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria [ ] Si [x] No

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro [ ] Si [x] No

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

[X] Intermittente

Tipo di conduzione estiva prevista:

[ ] Continua con attenuazione notturna

[X] Intermittente

Sistema di gestione dell'impianto termico

Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

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

Centralina climatica Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore -

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
Fabbricato aule-Zona 1	N.R.	0	N.R.	0

N: numero apparecchi
Livelli: Numero di livelli di programmazione nelle 24 ore

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

Per Climatizzazione invernale

Numero di apparecchi -

Descrizione sintetica dispositivo

Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Per Acqua Calda Sanitaria

Numero di apparecchi -

Descrizione sintetica dispositivo

Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

Per Climatizzazione estiva

Numero di apparecchi -

Descrizione sintetica dispositivo

Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

e. Terminali di erogazione dell'energia termica

Elenco dei terminali di erogazione dell'unità immobiliare

Denominazione	N	Tipologia	P [W]
U.I.1-Zona 1	N.R.	N.R.	N.R.

N Numero di apparecchi
P Potenza installata

f. Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali

Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

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

Descrizione e caratteristiche principali

Impianto esistente - L'intervento non prevede intervento sull'impianto

h. Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

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

i. Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato sono inseriti schemi unifilari di impianto termico con specificato

[ ] Posizionamento e potenze dei terminali di erogazione – Allegato

[ ] Posizionamento e tipo dei generatori – Allegato

[ ] Posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione – Allegato

[ ] Posizionamento e tipo degli elementi di controllo – Allegato

[ ] Posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza – Allegato

5.2 Impianti fotovoltaici

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti fotovoltaici [ ] Si [X] No

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

5.3 Impianti solari termici

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti solari termici [ ] Si [X] No
Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali (vedi allegati alla relazione tecnica)

5.4 Impianti di illuminazione

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti di illuminazione [ ] Si [X] No
Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali (vedi allegati alla relazione tecnica)

5.5 Altri impianti

Altri impianti dell'edificio [ ] Si [X] No
Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali

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

6 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

a. Involucro edilizio e ricambi d'aria

Di seguito si specifica per ogni elemento edilizio la tipologia di involucro, le caratteristiche del materiale isolante e la trasmittanza termica ante operam e post operam.

Valori di trasmittanza ante operam e post operam

Elemento edilizio	Uante opera	Upost opera	Yie
CO_102s Copertura	1.408 W/(m²K)	0.192 W/(m²K)	0.010 W/(m²K)

Caratteristiche del materiale isolante

Elemento edilizio	Posizione isolante	S isolante [cm]	Materiale isolante
CO_102s Copertura	Cappotto esterno	16	EPS

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti verticali opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 12 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti orizzontali o inclinati opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nelle tabelle 13 e 14 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Vedi allegati alla presente relazione

Verifiche di condensa superficiale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Verificato
CO_102s Copertura	0.75	0.97	OK
CO_102_1s Copertura min	0.75	0.97	OK
CV_108 Parete CA 10 intervento	0.75	0.97	OK

Verifiche di condensa interstiziale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Verificato
CO_102s Copertura	0.00	0.50	OK

CO_102_1s Copertura min	0.03	0.50	OK
CV_108 Parete CA 10 intervento	0.03	0.50	OK

Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	- W/(m²K)	- W/(m²K)	-
Strutture orizzontali opache di pavimento	- W/(m²K)	- W/(m²K)	-
Strutture orizzontali e inclinate di copertura	0.192 W/(m²K)	0.240 W/(m²K)	SI
Strutture trasparenti	- W/(m²K)	- W/(m²K)	-

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 15 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni
Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio Confronto con i valori limite riportati nella tabella 15 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni
Vedi allegati alla presente relazione

Valore del Fattore di trasmissione solare totale (ggl+sh) della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est. Confronto con il valore limite del Fattore di trasmissione solare totale della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est presente nella tabella 16 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

Valore del fattore di trasmissione solare

Serramento	g,gl	g,gl lim	Verificato
Verifica non richiesta	-	-	-

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

Elemento edilizio	U	Ulim	Verificato
-	- W/(m²K)	- W/(m²K)	-

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
N.A.	-	-	-

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

Verifica Efficienza media stagionale

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento ηH -

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento ηH,limite -

Verifica: N.R.

Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS ηW: -

Efficienza media stagionale dell'impianto di ACS calcolato nell'edificio di riferimento ηW,limite -

Verifica: N.R.

Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento ηC -

Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento ηC,limite -

Verifica: N.R.

In caso di sola sostituzione del generatore di calore le verifiche di efficienza media stagionale si intendono rispettate se i nuovi generatori hanno un´efficienza superiore al limite normativo.

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

Tipo collettore -

Tipo installazione -

Descrizione tipo installazione (se altro) -

Tipo supporto -

Descrizione tipo supporto (se altro) -

Inclinazione -°

Orientamento -

Capacità accumulo - l

Impianto integrazione (specificare tipo e alimentazione) -

Percentuale copertura fabbisogno annuo - %

d. Impianti fotovoltaici

Connessione impianto: -

Tipo moduli -

Tipo installazione -

Descrizione tipo installazione (se altro) -

Tipo supporto -

Descrizione tipo supporto (se altro) -

Inclinazione - °

Orientamento -

Potenza installata - kW

Percentuale copertura fabbisogno annuo - %

e. Consuntivo energia

Energia prodotta in sito

Vettore energetico	Udm	Qdel,insitu
-		

Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel,consegnata
-		

Energia esportata

Vettore energetico	Udm	Qdel,esportata
-		

Energia primaria
Indice di prestazione rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPren [kWh/(m^{2}a)]
Riscaldamento	-
Acqua calda sanitaria	-
Raffrescamento	-

Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/(m^{2}a)]
Riscaldamento	-
Acqua calda sanitaria	-
Raffrescamento	-

Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	EPtot [kWh/(m^{2}a)]
Riscaldamento	-
Acqua calda sanitaria	-
Raffrescamento	-

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

Vedi allegati alla relazione tecnica

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

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

8 DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- [ ] Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi.
- [ ] 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.
- [ ] Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analoga voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
- [ ] Altri eventuali allegati non obbligatori:

9 DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto Ing. Stefano Baroni, iscritto a Ingegneri di Varese, n° 2924, 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:

a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli eleborati progettuali

Data	Firma
12/08/2021	

Comune di Como- (CO)

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA

Dettagli di involucro

1 CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

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

Caratteristiche e dettagli dell'involucro opaco e trasparente.

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

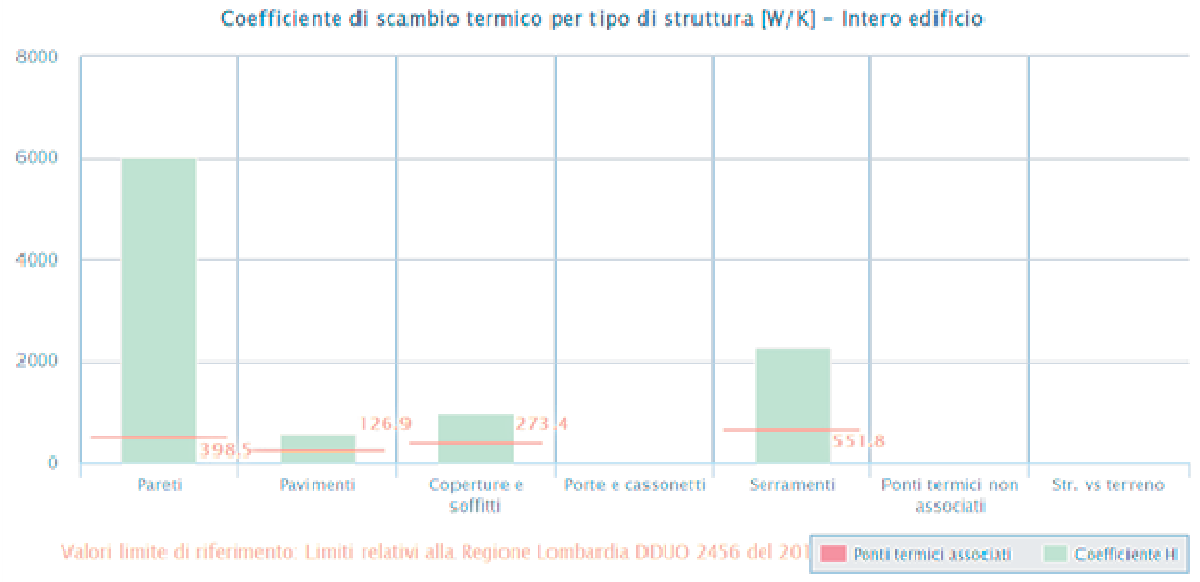
Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	- W/(m²K)	- W/(m²K)	-
Strutture orizzontali di pavimento	- W/(m²K)	- W/(m²K)	-
Strutture orizzontali o inclinate di copertura	0.192 W/(m²K)	0.240 W/(m²K)	SI
Serramenti	- W/(m²K)	- W/(m²K)	-

2 SCAMBI TERMICI PER CATEGORIA DI ELEMENTO

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

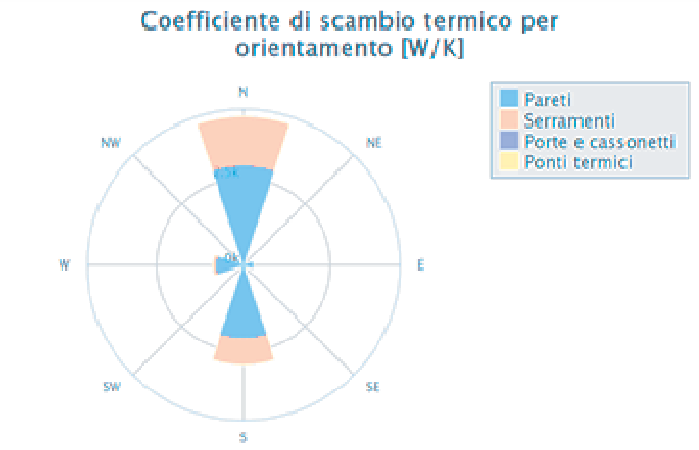
Di seguito si riporta la distribuzione degli scambi termici per trasmissione in funzione del tipo di struttura opaca o trasparente che costituisce l'involucro.



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



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



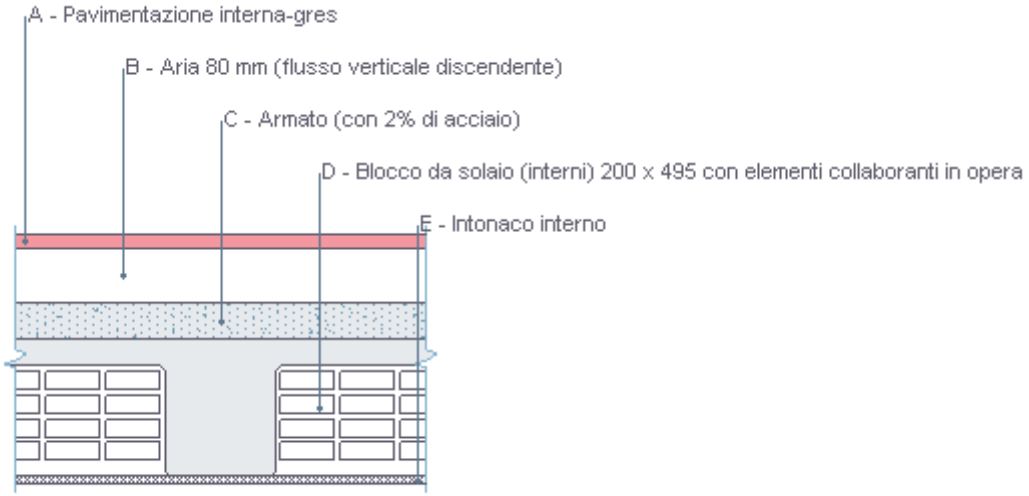
3 ATTRIBUZIONE DEI PONTI TERMICI AGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

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

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

Nel calcolo energetico vengono considerati tutti i ponti termici, compresi gli elementi con trasmittanza lineica negativa.
Di seguito vengono elencati per locale, gli elementi disperdenti con ponti termici associati e la percentuale di influenza relativa.

CO_101 Solaio

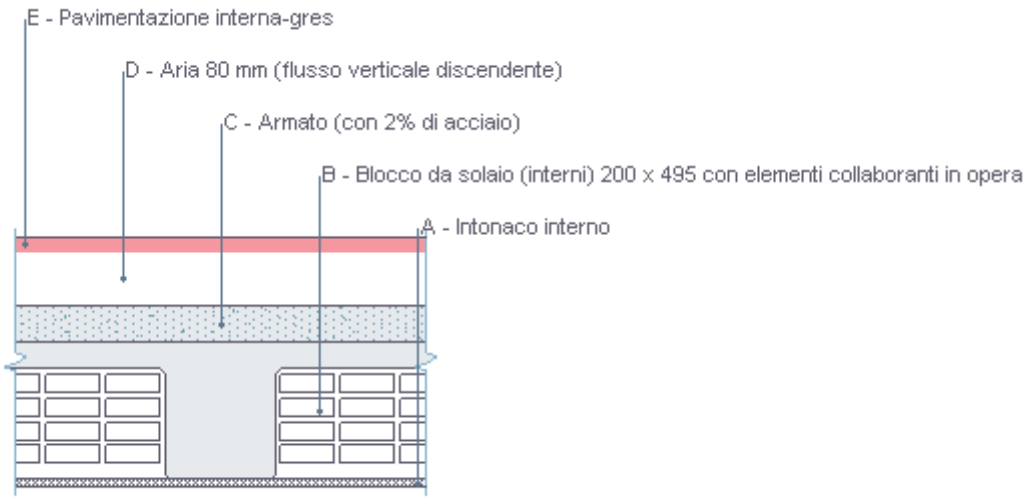


Spessore	360.0 mm	Trasmittanza	1.282 W/m²K
Resistenza	0.780 m²K/W	Massa superf.	514 kg/m²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0.170	-	-	-
A	Pavimentazione interna-gres	20.0	1.470	0.014	1,700	1.00	999,999.0
B	Aria 80 mm (flusso verticale discendente)	80.0	0.360	0.222	1	1.00	1.0
C	Armato (con 2% di acciaio)	50.0	2.500	0.020	2,400	1.00	80.0
D	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	200.0	0.667	0.300	1,800	1.00	0.0
E	Intonaco interno	10.0	0.700	0.014	1,400	1.00	11.1
	Adduttanza esterna (flusso verticale discendente)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	360.0		0.780			

CO_101c Solaio

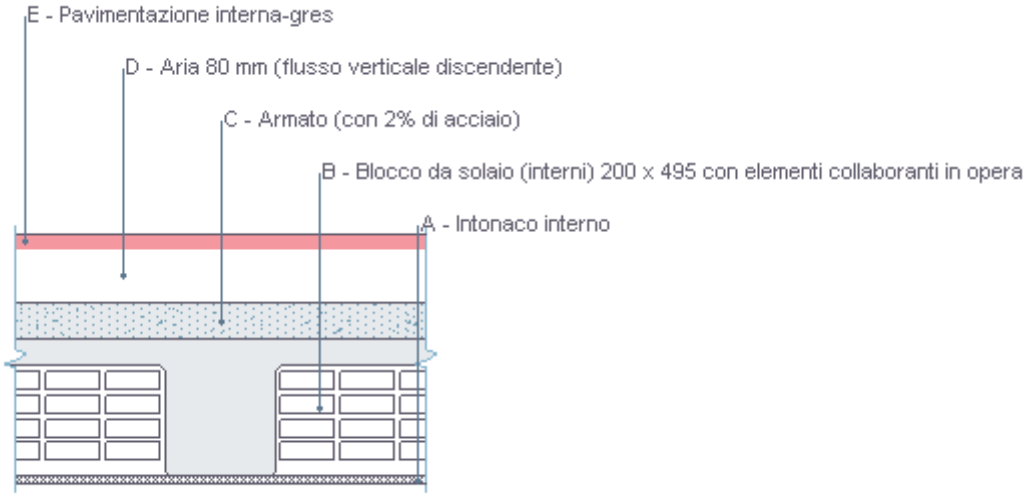


Spessore	360.0 mm	Trasmittanza	1.408 W/m²K
Resistenza	0.710 m²K/W	Massa superf.	514 kg/m²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
A	Intonaco interno	10.0	0.700	0.014	1,400	1.00	11.1
B	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	200.0	0.667	0.300	1,800	1.00	0.0
C	Armato (con 2% di acciaio)	50.0	2.500	0.020	2,400	1.00	80.0
D	Aria 80 mm (flusso verticale discendente)	80.0	0.360	0.222	1	1.00	1.0
E	Pavimentazione interna-gres	20.0	1.470	0.014	1,700	1.00	999,999.0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	360.0		0.710			

CO_101s Solaio

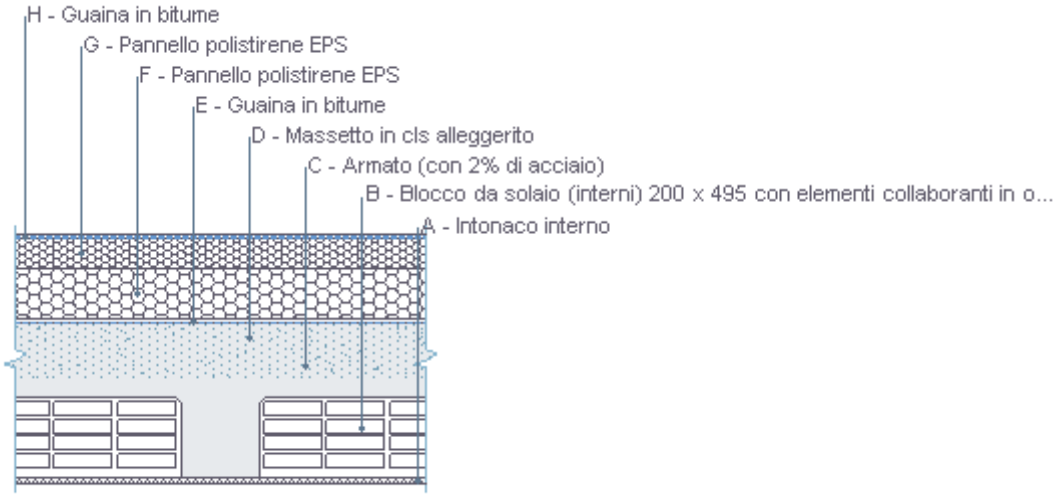


Spessore	360.0 mm	Trasmittanza	1.408 W/m²K
Resistenza	0.710 m²K/W	Massa superf.	514 kg/m²
Tipologia	Soffitto		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
A	Intonaco interno	10.0	0.700	0.014	1,400	1.00	11.1
B	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	200.0	0.667	0.300	1,800	1.00	0.0
C	Armato (con 2% di acciaio)	50.0	2.500	0.020	2,400	1.00	80.0
D	Aria 80 mm (flusso verticale discendente)	80.0	0.360	0.222	1	1.00	1.0
E	Pavimentazione interna-gres	20.0	1.470	0.014	1,700	1.00	999,999.0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	360.0		0.710			

CO_102c Copertura

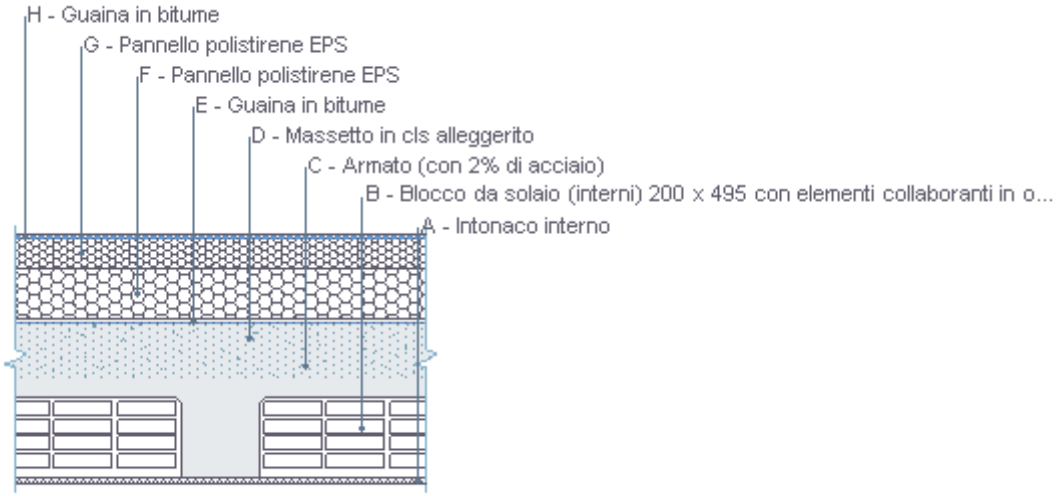


Spessore	496.0 mm	Trasmittanza	0.192 W/m²K
Resistenza	5.195 m²K/W	Massa superf.	601 kg/m²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
A	Intonaco interno	10.0	0.700	0.014	1,400	1.00	11.1
B	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	200.0	0.667	0.300	1,800	1.00	0.0
C	Armato (con 2% di acciaio)	50.0	2.500	0.020	2,400	1.00	80.0
D	Massetto in cls alleggerito	60.0	1.080	0.056	1,600	1.00	3.3
E	Guaina in bitume	8.0	0.170	0.047	1,200	0.92	22,222.2
F	Pannello polistirene EPS	100.0	0.035	2.857	35	1.45	50.0
G	Pannello polistirene EPS	60.0	0.035	1.714	35	1.45	50.0
H	Guaina in bitume	8.0	0.170	0.047	1,200	0.92	22,222.2
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	496.0		5.195			

CO_102s Copertura



Spessore	496.0 mm	Trasmittanza	0.192 W/m²K
Resistenza	5.195 m²K/W	Massa superf.	601 kg/m²
Tipologia	Soffitto		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
A	Intonaco interno	10.0	0.700	0.014	1,400	1.00	11.1
B	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	200.0	0.667	0.300	1,800	1.00	0.0
C	Armato (con 2% di acciaio)	50.0	2.500	0.020	2,400	1.00	80.0
D	Massetto in cls alleggerito	60.0	1.080	0.056	1,600	1.00	3.3
E	Guaina in bitume	8.0	0.170	0.047	1,200	0.92	22,222.2
F	Pannello polistirene EPS	100.0	0.035	2.857	35	1.45	50.0
G	Pannello polistirene EPS	60.0	0.035	1.714	35	1.45	50.0
H	Guaina in bitume	8.0	0.170	0.047	1,200	0.92	22,222.2
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	496.0		5.195			

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

Comune	Como
Zona climatica	E
Trasmittanza	0.192 W/m²K
Trasmittanza limite	0.240 W/m²K
Esito della verifica	OK

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Como
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produz. nota	- kg/h

Mese	θi	φi	θe	φe	n
gennaio	20.0 °C	- %	0.5 °C	90.1 %	0.5 1/h
febbraio	20.0 °C	- %	4.6 °C	66.5 %	0.5 1/h
marzo	20.0 °C	- %	9.3 °C	64.3 %	0.5 1/h
aprile	20.0 °C	- %	12.6 °C	67.4 %	0.5 1/h
maggio	20.0 °C	- %	17.8 °C	64.7 %	0.5 1/h
giugno	20.0 °C	- %	21.4 °C	71.0 %	0.5 1/h
luglio	20.0 °C	- %	23.2 °C	64.0 %	0.5 1/h
agosto	20.0 °C	- %	20.5 °C	72.5 %	0.5 1/h
settembre	20.0 °C	- %	18.4 °C	77.6 %	0.5 1/h
ottobre	20.0 °C	- %	12.0 °C	82.9 %	0.5 1/h
novembre	20.0 °C	- %	7.7 °C	95.9 %	0.5 1/h
dicembre	20.0 °C	- %	4.3 °C	91.2 %	0.5 1/h

Condizione	θi	pi	θe	pe
INVERNALE	20.00 °C	1,519.00 Pa	0.50 °C	570.40 Pa
ESTIVA	20.00 °C	1,847.30 Pa	23.20 °C	1,819.70 Pa

θi: temperatura interna
φi: umidità relativa interna
θe: temperatura esterna
φe: umidità relativa esterna
n: numero di ricambi d'aria
pi: pressione interna
pe: 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 0.004 kg/m² (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 487.010 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θe	Pe	ΔP	Pi	θi	φi
ottobre	12.0 °C	1162.47 Pa	384 Pa	1546.47 Pa	20 °C	83 %
novembre	7.7 °C	1007.84 Pa	536.65 Pa	1544.49 Pa	20 °C	96 %
dicembre	4.3 °C	757.05 Pa	657.35 Pa	1414.4 Pa	20 °C	91 %
gennaio	0.5 °C	570.44 Pa	792.25 Pa	1362.69 Pa	20 °C	90 %
febbraio	4.6 °C	563.68 Pa	646.7 Pa	1210.38 Pa	20 °C	66 %
marzo	9.3 °C	752.39 Pa	479.85 Pa	1232.24 Pa	20 °C	64 %
aprile	12.6 °C	982.85 Pa	362.7 Pa	1345.55 Pa	20 °C	67 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	θsi-critica	fRsi-amm
ottobre	16.97°C	0.6214
novembre	16.95°C	0.7521
dicembre	15.57°C	0.7179
gennaio	14.99°C	0.7431
febbraio	13.16°C	0.556
marzo	13.44°C	0.3867
aprile	14.79°C	0.2965

θe: temperatura esterna
Pe: pressione esterna
ΔP: variazione di pressione
Pi: pressione interna
θi: temperatura interna
φi: umidità relativa interna
θsi critica: temperatura superficiale critica
fRsi amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione
Fattore di resistenza superficiale fRsi: 0.7521 (mese di Novembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1,362.7	1,210.4	1,232.2	1,345.6	1,496.7	1,859.4	1,806.1	1,829.6	1,797.9	1,546.5	1,544.5	1,414.4
	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0
Add-A	1,362.5	1,210.2	1,232.1	1,345.4	1,496.7	1,859.4	1,806.1	1,829.6	1,797.9	1,546.4	1,544.3	1,414.2
	2,201.1	2,229.1	2,261.5	2,284.5	2,321.3	2,347.0	2,359.9	2,340.5	2,325.5	2,280.3	2,250.4	2,227.0
A-B	1,362.5	1,210.2	1,232.1	1,345.4	1,496.7	1,859.4	1,806.1	1,829.6	1,797.9	1,546.4	1,544.3	1,414.2
	2,055.3	2,111.9	2,178.5	2,226.3	2,303.6	2,358.4	2,386.3	2,344.6	2,312.6	2,217.5	2,155.6	2,107.7
B-C	1,348.5	1,198.8	1,223.7	1,339.1	1,493.5	1,858.5	1,806.3	1,828.1	1,795.1	1,539.6	1,534.9	1,402.7
	2,045.8	2,104.3	2,173.0	2,222.5	2,302.4	2,359.2	2,388.0	2,344.9	2,311.8	2,213.4	2,149.4	2,099.9
C-D	1,348.1	1,198.5	1,223.4	1,338.9	1,493.4	1,858.5	1,806.3	1,828.1	1,795.0	1,539.4	1,534.6	1,402.3
	2,019.9	2,083.2	2,158.0	2,211.8	2,299.1	2,361.3	2,392.9	2,345.6	2,309.4	2,202.0	2,132.3	2,078.5
D-E	967.8	888.1	993.1	1,164.8	1,407.9	1,834.4	1,812.9	1,788.6	1,719.8	1,355.1	1,277.0	1,086.8
	1,998.1	2,065.6	2,145.3	2,202.9	2,296.4	2,363.1	2,397.1	2,346.3	2,307.4	2,192.3	2,117.9	2,060.6
E-F	957.1	879.3	986.6	1,159.9	1,405.5	1,833.7	1,813.1	1,787.5	1,717.6	1,349.9	1,269.8	1,077.9
	1,006.3	1,210.1	1,487.8	1,714.7	2,134.1	2,474.6	2,662.1	2,385.3	2,187.8	1,671.3	1,387.5	1,194.1
F-G	950.7	874.1	982.7	1,156.9	1,404.1	1,833.3	1,813.2	1,786.8	1,716.4	1,346.8	1,265.4	1,072.6
	647.8	862.8	1,184.7	1,469.8	2,041.6	2,543.8	2,833.0	2,409.1	2,118.7	1,413.9	1,065.0	845.2
G-H	570.4	563.7	752.4	982.9	1,318.6	1,809.1	1,819.7	1,747.3	1,641.1	1,162.5	1,007.8	757.0
	639.8	854.7	1,177.2	1,463.5	2,039.1	2,545.7	2,837.8	2,409.7	2,116.9	1,407.4	1,057.1	837.0
H-Add	570.4	563.7	752.4	982.9	1,318.6	1,809.1	1,819.7	1,747.3	1,641.1	1,162.5	1,007.8	757.0
	633.1	847.8	1,170.9	1,458.2	2,037.0	2,547.3	2,842.0	2,410.3	2,115.3	1,401.8	1,050.5	830.2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Add-A	19.1	19.3	19.5	19.7	19.9	20.1	20.1	20.0	19.9	19.6	19.4	19.3
A-B	19.0	19.2	19.5	19.6	19.9	20.1	20.2	20.0	19.9	19.6	19.4	19.2
B-C	17.9	18.4	18.9	19.2	19.8	20.1	20.3	20.1	19.8	19.2	18.7	18.3
C-D	17.9	18.3	18.8	19.2	19.8	20.2	20.3	20.1	19.8	19.1	18.7	18.3
D-E	17.7	18.2	18.7	19.1	19.7	20.2	20.4	20.1	19.8	19.0	18.5	18.1
E-F	17.5	18.0	18.6	19.0	19.7	20.2	20.4	20.1	19.8	19.0	18.4	18.0
F-G	7.1	9.8	12.9	15.1	18.5	20.9	22.1	20.3	18.9	14.7	11.8	9.6
G-H	0.8	4.9	9.5	12.7	17.8	21.4	23.1	20.5	18.4	12.1	7.9	4.6
H-Add	0.6	4.7	9.4	12.7	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.1	7.8	4.4
Add-Esterno	0.5	4.6	9.3	12.6	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.0	7.7	4.3

Verifica formazione di condensa interstiziale

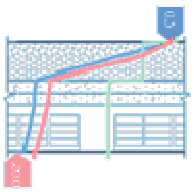
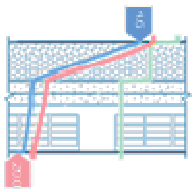
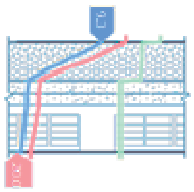
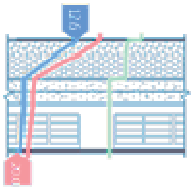
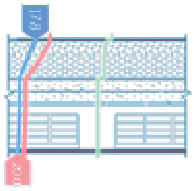
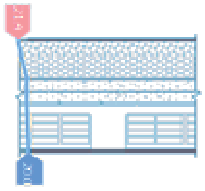
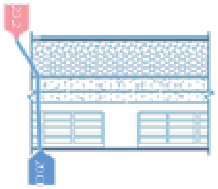
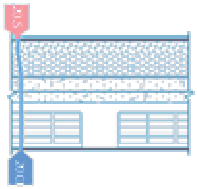
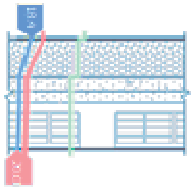
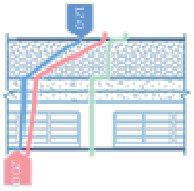
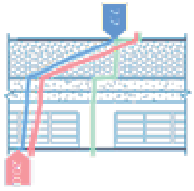
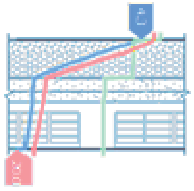
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. G/H												
Gc [Kg/m²]	0.0018	0.0001	-0.0012	-0.0018	-0.0037	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0013
Ma [Kg/m²]	0.0042	0.0043	0.0031	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0024
Interf. H/I												
Gc [Kg/m²]	0.0000	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. G/H. Formazione di condensa: 0.0042 kg/m²
febbraio - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0.0043 kg/m²
marzo - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0.0031 kg/m²
aprile - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0.0013 kg/m²
novembre - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0.0011 kg/m²
dicembre - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0.0024 kg/m²
Mese condensazione massima: febbraio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente
Gc: 0.0018 kg/m² G-H nel mese di gennaio
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia
Gc,max: 0.5000 kg/m²
Quantità di vapore residuo Ma: 0.0043 nel mese di febbraio kg/m² G-H
Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia G-H - Formazione di condensa: 0.0043 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA

		
Gennaio	Febbraio	Marzo
		
Aprile	Maggio	Giugno
		
Luglio	Agosto	Settembre
		
Ottobre	Novembre	Dicembre

LEGENDA

Temperatura [°C]	Pressione del vapore [Pa]	Press. di saturazione [Pa]

CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	601 kg/m²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Como
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	21.4 °C
Temperatura massima estiva	34.7 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	19.8 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	262.73 W/m²

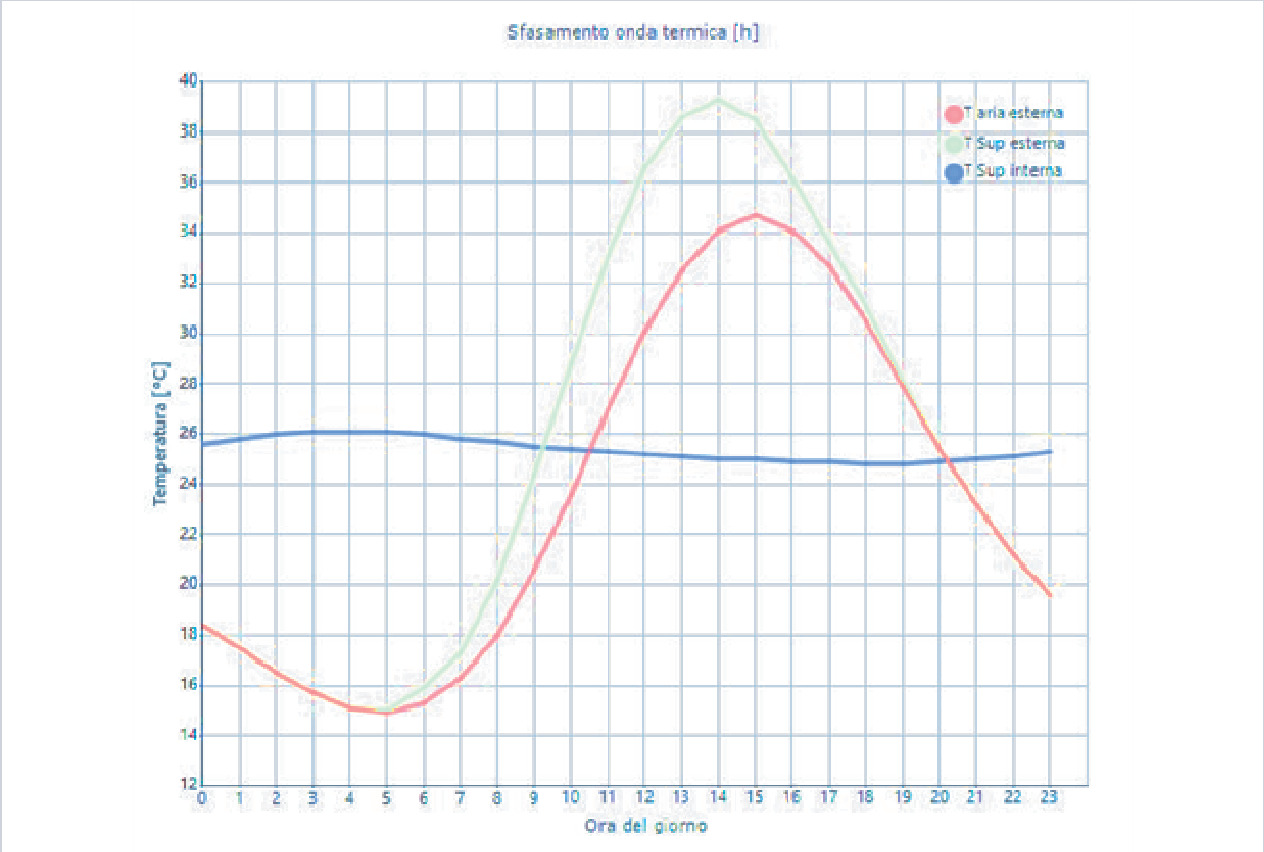
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	14h 21'
Fattore di attenuazione	0.0533
Capacità termica interna C1	70.7 kJ/m²K
Capacità termica esterna C2	11.7 kJ/m²K
Ammettenza interna oraria	13.6 W/m²K
Ammettenza interna	0.9 W/m²K
Ammettenza esterna oraria	16.7 W/m²K
Ammettenza esterna	0.9 W/m²K
Trasmittanza periodica Y	0.010 W/m²K
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/m²	°C	°C
0:00	18.44	0.00	18.44	25.57
1:00	17.45	0.00	17.45	25.80
2:00	16.46	0.00	16.46	25.99
3:00	15.67	0.00	15.67	26.10
4:00	15.08	0.00	15.08	26.13
5:00	14.88	10.60	15.01	26.09
6:00	15.28	49.60	15.87	25.96
7:00	16.27	85.90	17.30	25.83
8:00	18.05	175.40	20.15	25.69
9:00	20.62	318.90	24.45	25.53
10:00	23.59	436.50	28.83	25.39
11:00	26.96	512.30	33.11	25.27
12:00	30.13	538.30	36.59	25.17
13:00	32.50	512.30	38.65	25.08
14:00	34.09	436.50	39.32	25.02
15:00	34.68	318.90	38.51	24.97
16:00	34.09	175.40	36.19	24.91
17:00	32.70	78.20	33.64	24.87
18:00	30.52	49.80	31.12	24.84

19:00	27.95	10.60	28.07	24.84
20:00	25.37	0.00	25.37	24.88
21:00	23.20	0.00	23.20	24.96
22:00	21.22	0.00	21.22	25.11
23:00	19.63	0.00	19.63	25.34

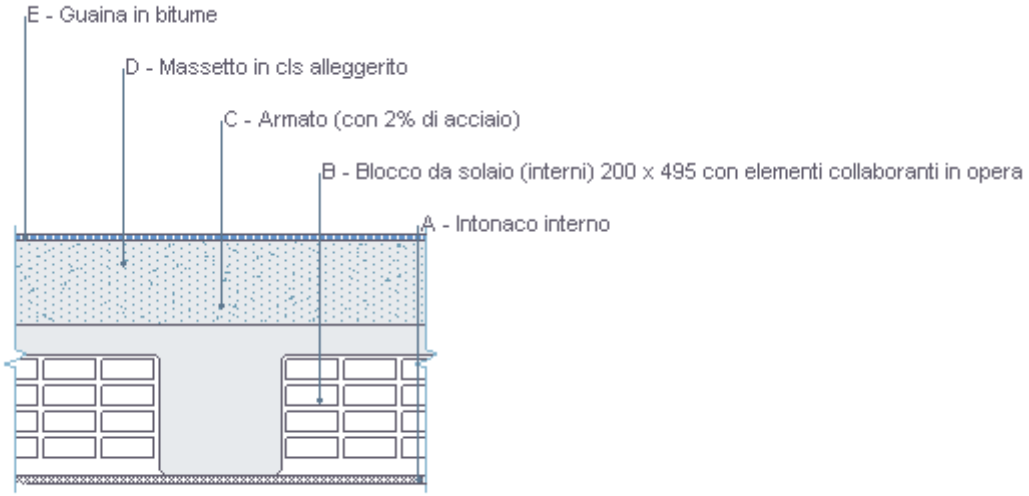
DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



LEGENDA

Temperatura esterna [°C] | Temp. sup. esterna [°C] | Temperatura interna [°C]

CO_103s Copertura terrazzini

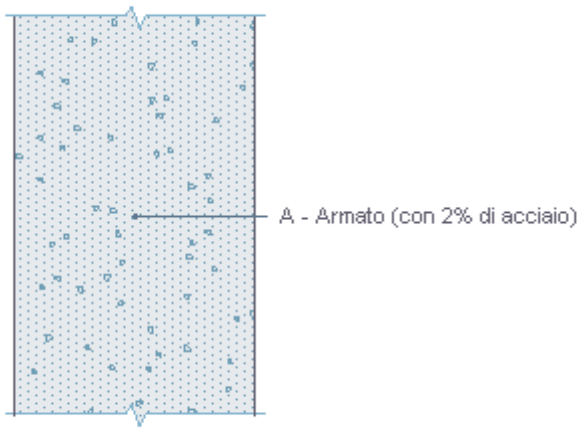


Spessore	328.0 mm	Trasmittanza	1.733 W/m²K
Resistenza	0.577 m²K/W	Massa superf.	586 kg/m²
Tipologia	Soffitto		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
A	Intonaco interno	10.0	0.700	0.014	1,400	1.00	11.1
B	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	200.0	0.667	0.300	1,800	1.00	0.0
C	Armato (con 2% di acciaio)	50.0	2.500	0.020	2,400	1.00	80.0
D	Massetto in cls alleggerito	60.0	1.080	0.056	1,600	1.00	3.3
E	Guaina in bitume	8.0	0.170	0.047	1,200	0.92	22,222.2
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	328.0		0.577			

CV_101 Parete CA 30

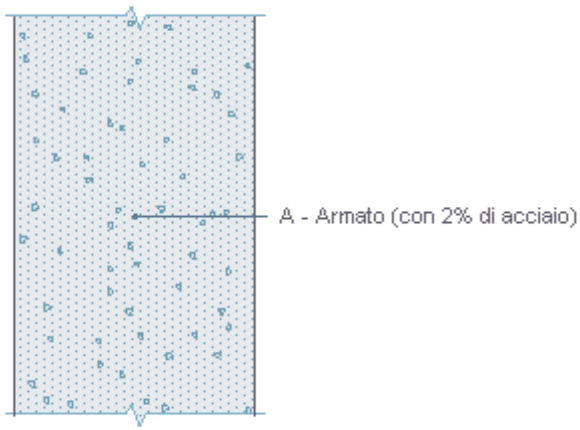


Spessore	300.0 mm	Trasmittanza	3.448 W/m²K
Resistenza	0.290 m²K/W	Massa superf.	720 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	300.0	2.500	0.120	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	300.0		0.290			

CV_103 Parete CA 10

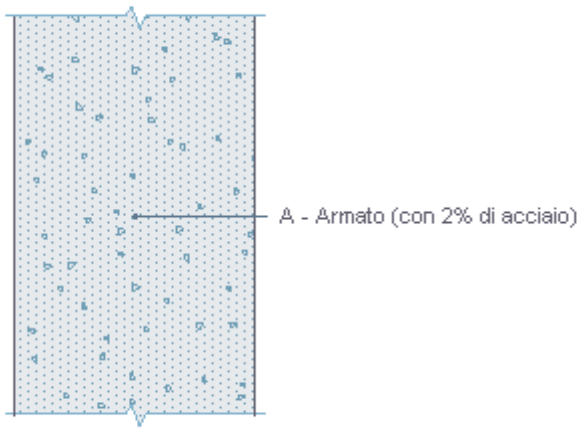


Spessore	100.0 mm	Trasmittanza	4.761 W/m²K
Resistenza	0.210 m²K/W	Massa superf.	240 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	100.0	2.500	0.040	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	100.0		0.210			

CV_105 Parete Confine

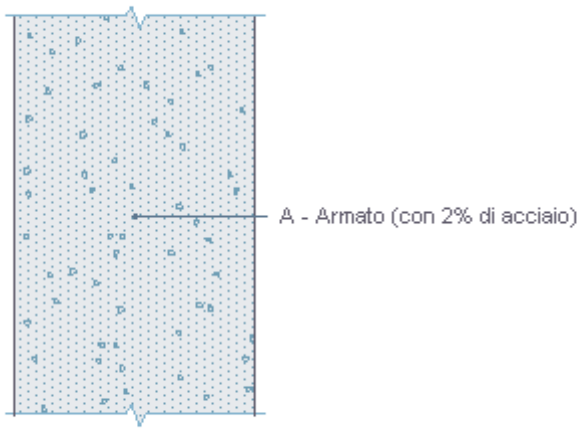


Spessore	300.0 mm	Trasmittanza	3.448 W/m²K
Resistenza	0.290 m²K/W	Massa superf.	720 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	300.0	2.500	0.120	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	300.0		0.290			

CV_106 Parete CA 10 NR

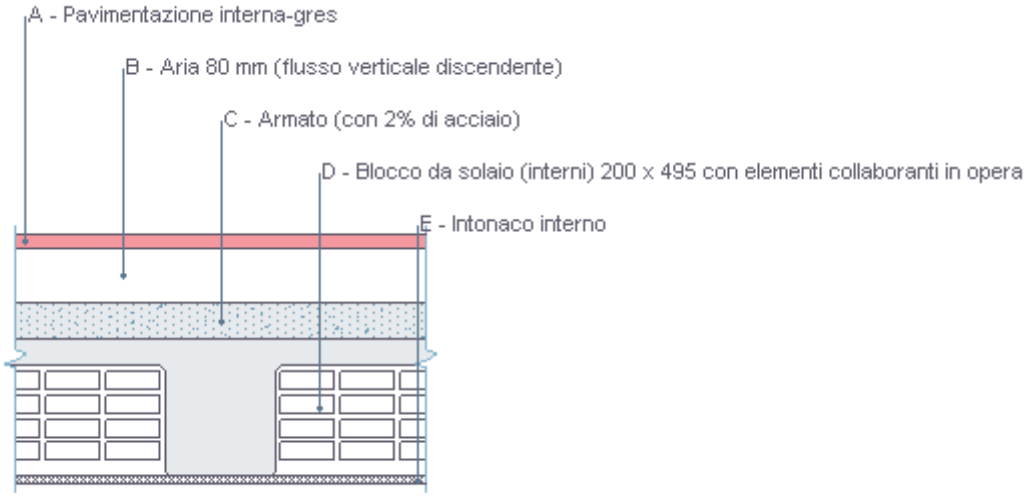


Spessore	100.0 mm	Trasmittanza	4.761 W/m²K
Resistenza	0.210 m²K/W	Massa superf.	240 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	100.0	2.500	0.040	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	100.0		0.210			

PO_101 Solaio

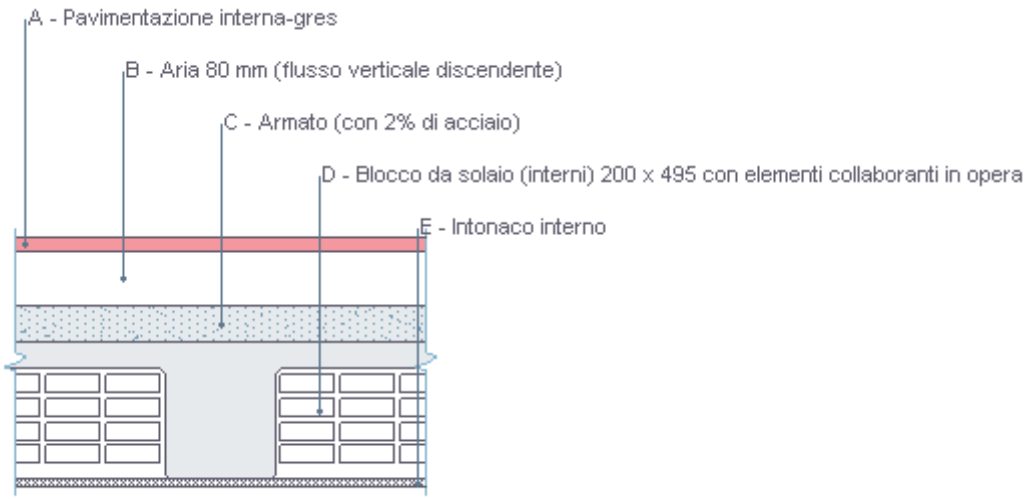


Spessore	360.0 mm	Trasmittanza	1.099 W/m²K
Resistenza	0.910 m²K/W	Massa superf.	514 kg/m²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0.170	-	-	-
A	Pavimentazione interna-gres	20.0	1.470	0.014	1,700	1.00	999,999.0
B	Aria 80 mm (flusso verticale discendente)	80.0	0.360	0.222	1	1.00	1.0
C	Armato (con 2% di acciaio)	50.0	2.500	0.020	2,400	1.00	80.0
D	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	200.0	0.667	0.300	1,800	1.00	0.0
E	Intonaco interno	10.0	0.700	0.014	1,400	1.00	11.1
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0.170	-	-	-
	TOTALE	360.0		0.910			

PO_101 Solaio Pint

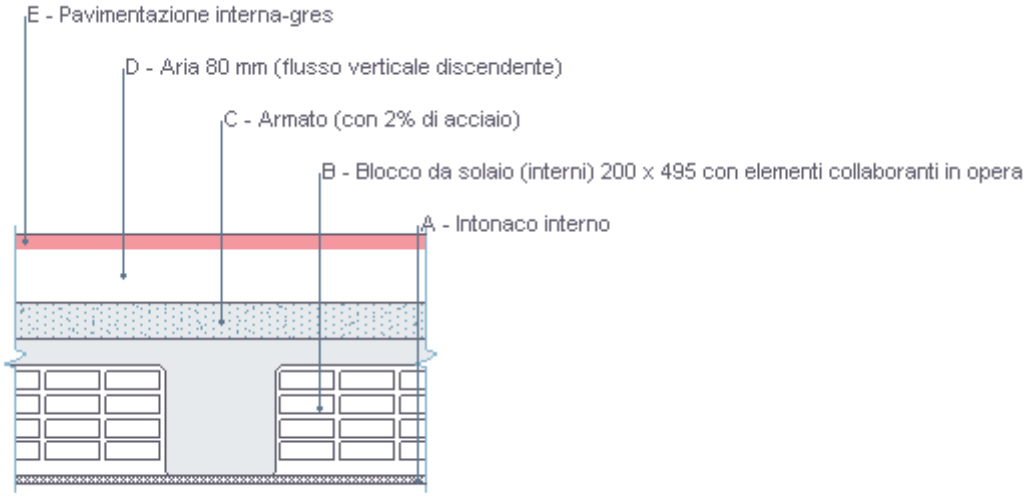


Spessore	360.0 mm	Trasmittanza	1.099 W/m²K
Resistenza	0.910 m²K/W	Massa superf.	514 kg/m²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0.170	-	-	-
A	Pavimentazione interna-gres	20.0	1.470	0.014	1,700	1.00	999,999.0
B	Aria 80 mm (flusso verticale discendente)	80.0	0.360	0.222	1	1.00	1.0
C	Armato (con 2% di acciaio)	50.0	2.500	0.020	2,400	1.00	80.0
D	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	200.0	0.667	0.300	1,800	1.00	0.0
E	Intonaco interno	10.0	0.700	0.014	1,400	1.00	11.1
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0.170	-	-	-
	TOTALE	360.0		0.910			

PO_101s Solaio

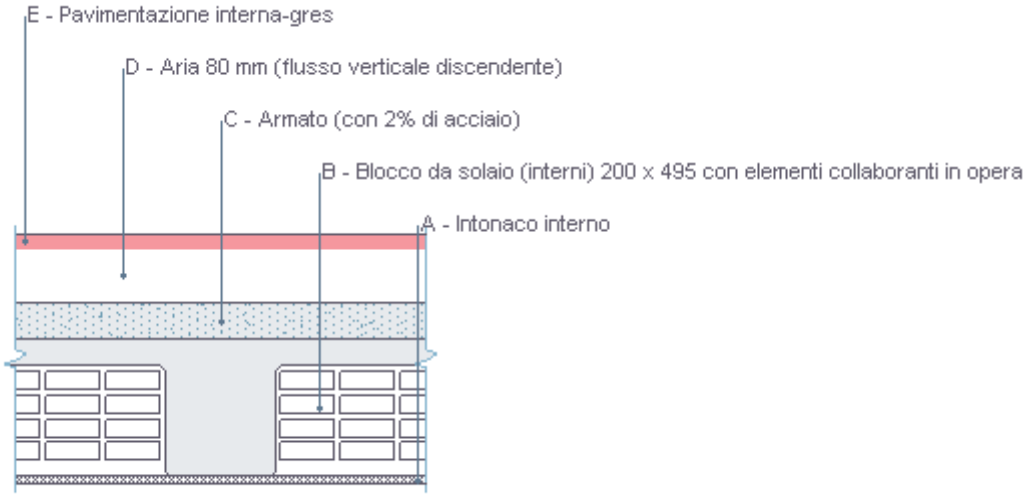


Spessore	360.0 mm	Trasmittanza	1.299 W/m²K
Resistenza	0.770 m²K/W	Massa superf.	514 kg/m²
Tipologia	Soffitto		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
A	Intonaco interno	10.0	0.700	0.014	1,400	1.00	11.1
B	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	200.0	0.667	0.300	1,800	1.00	0.0
C	Armato (con 2% di acciaio)	50.0	2.500	0.020	2,400	1.00	80.0
D	Aria 80 mm (flusso verticale discendente)	80.0	0.360	0.222	1	1.00	1.0
E	Pavimentazione interna-gres	20.0	1.470	0.014	1,700	1.00	999,999.0
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
	TOTALE	360.0		0.770			

PO_101s Solaio Pint

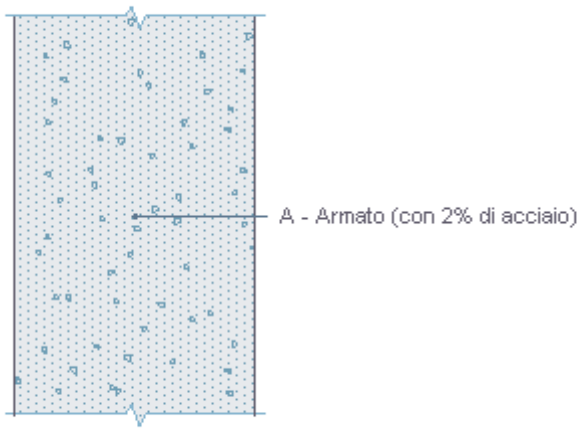


Spessore	360.0 mm	Trasmittanza	1.299 W/m²K
Resistenza	0.770 m²K/W	Massa superf.	514 kg/m²
Tipologia	Soffitto		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
A	Intonaco interno	10.0	0.700	0.014	1,400	1.00	11.1
B	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	200.0	0.667	0.300	1,800	1.00	0.0
C	Armato (con 2% di acciaio)	50.0	2.500	0.020	2,400	1.00	80.0
D	Aria 80 mm (flusso verticale discendente)	80.0	0.360	0.222	1	1.00	1.0
E	Pavimentazione interna-gres	20.0	1.470	0.014	1,700	1.00	999,999.0
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
	TOTALE	360.0		0.770			

PV_102 Parete CA 35

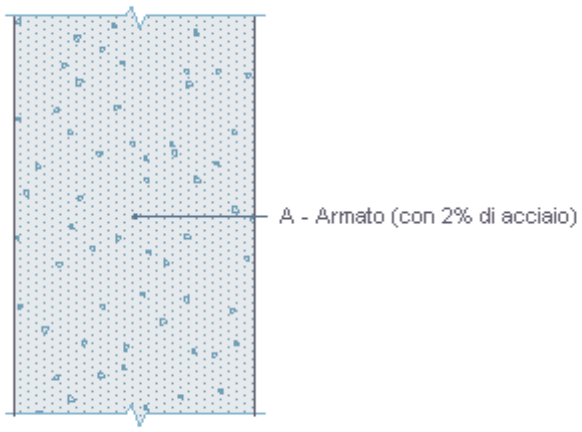


Spessore	350.0 mm	Trasmittanza	3.225 W/m²K
Resistenza	0.310 m²K/W	Massa superf.	840 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	350.0	2.500	0.140	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	350.0		0.310			

PV_103 Parete CA 10

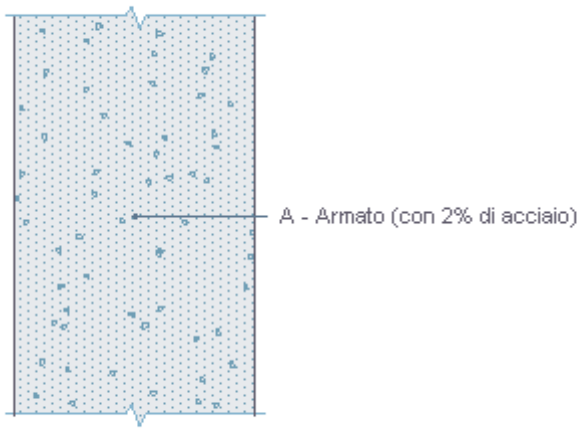


Spessore	100.0 mm	Trasmittanza	4.761 W/m²K
Resistenza	0.210 m²K/W	Massa superf.	240 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	100.0	2.500	0.040	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	100.0		0.210			

PV_104 Parete CA 60

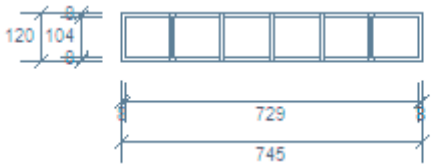


Spessore	600.0 mm	Trasmittanza	2.439 W/m²K
Resistenza	0.410 m²K/W	Massa superf.	1,440 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Armato (con 2% di acciaio)	600.0	2.500	0.240	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	600.0		0.410			

Finestra nastro aula



Larghezza	L	745 cm
Altezza	H	120 cm
Area del vetro	Ag	7.166 m^2
Area del telaio	Af	1.774 m^2
Area totale del serramento	Aw	8.940 m^2
Perimetro del vetro	p	26.260 m
Trasmittanza	Uw	5.724 W/(m^2K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5.724 W/(m^2K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5.681 W/(m^2K)
Coeff di trasmissione solare	g_{gl}	0.850
Emissività	ε	0.837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5.900 W/(m^2K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0.000 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Bianco
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0.40
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0.17
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0.000 m^2K/W

Permeabilità all'aria

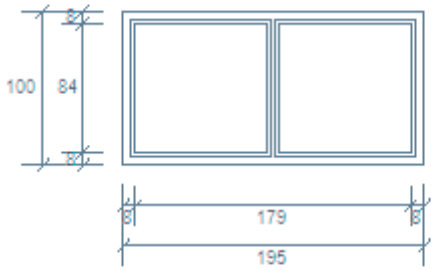
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

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

Finestra nastro corridoio - Ovest



Larghezza	L	195 cm
Altezza	H	100 cm
Area del vetro	Ag	1.436 m^2
Area del telaio	Af	0.514 m^2
Area totale del serramento	Aw	1.950 m^2
Perimetro del vetro	p	6.780 m
Trasmittanza	Uw	5.739 W/(m^2K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5.739 W/(m^2K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5.681 W/(m^2K)
Coeff di trasmissione solare	g_{gl}	0.850
Emissività	ε	0.837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5.900 W/(m^2K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0.000 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Bianco
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0.40
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0.17
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0.000 m^2K/W

Permeabilità all'aria

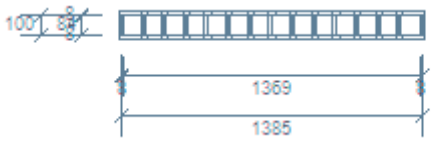
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

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

Finestra nastro corridoio - primo tratto



Larghezza	L	1,385 cm
Altezza	H	100 cm
Area del vetro	Ag	10.626 m^2
Area del telaio	Af	3.224 m^2
Area totale del serramento	Aw	13.850 m^2
Perimetro del vetro	p	48.820 m
Trasmittanza	Uw	5.732 W/(m^2K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5.732 W/(m^2K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5.681 W/(m^2K)
Coeff di trasmissione solare	g_{gl}	0.850
Emissività	ε	0.837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5.900 W/(m^2K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0.000 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Bianco
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0.40
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0.17
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0.000 m^2K/W

Permeabilità all'aria

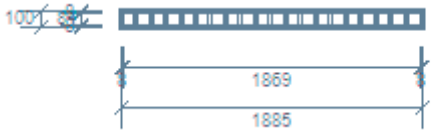
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

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

Finestra nastro corridoio - secondo tratto



Larghezza	L	1,885 cm
Altezza	H	100 cm
Area del vetro	Ag	14.423 m^2
Area del telaio	Af	4.427 m^2
Area totale del serramento	Aw	18.850 m^2
Perimetro del vetro	p	67.940 m
Trasmittanza	Uw	5.732 W/(m^2K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5.732 W/(m^2K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5.681 W/(m^2K)
Coeff di trasmissione solare	g_{gl}	0.850
Emissività	ε	0.837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5.900 W/(m^2K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0.000 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Bianco
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0.40
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0.17
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0.000 m^2K/W

Permeabilità all'aria

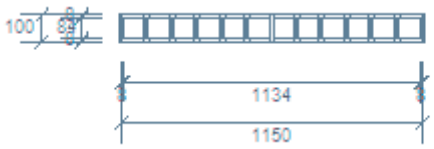
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

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

Finestra nastro corridoio - secondo tratto PT



Larghezza	L	1,150 cm
Altezza	H	100 cm
Area del vetro	Ag	8.786 m^2
Area del telaio	Af	2.714 m^2
Area totale del serramento	Aw	11.500 m^2
Perimetro del vetro	p	41.080 m
Trasmittanza	Uw	5.733 W/(m^2K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5.733 W/(m^2K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5.681 W/(m^2K)
Coeff di trasmissione solare	g_{gl}	0.850
Emissività	ε	0.837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5.900 W/(m^2K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0.000 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Bianco
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0.40
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0.17
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0.000 m^2K/W

Permeabilità all'aria

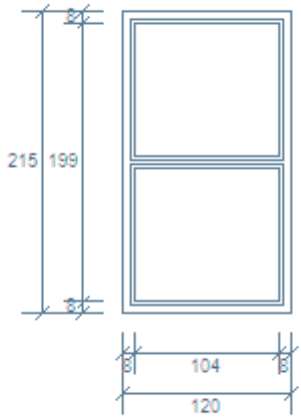
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

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

Porta su scala



Larghezza	L	120 cm
Altezza	H	215 cm
Area del vetro	Ag	1.986 m^2
Area del telaio	Af	0.594 m^2
Area totale del serramento	Aw	2.580 m^2
Perimetro del vetro	p	7.980 m
Trasmittanza	Uw	5.018 W/(m^2K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5.018 W/(m^2K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5.681 W/(m^2K)
Coeff di trasmissione solare	g_{gl}	0.850
Emissività	ε	0.837

Telaio

Materiale		Poliuretano
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con anima di metallo
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2.800 W/(m^2K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0.000 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
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	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0.000 m^2K/W

Permeabilità all'aria

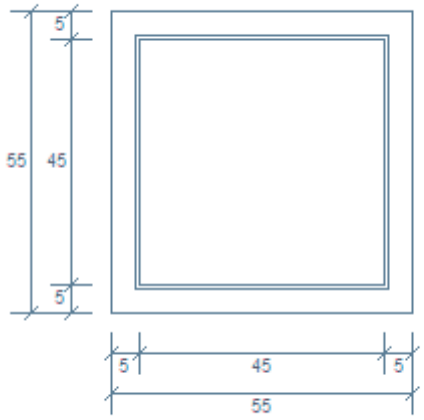
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

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

Serramento 55x55



Larghezza	L	55 cm
Altezza	H	55 cm
Area del vetro	Ag	0.203 m^2
Area del telaio	Af	0.100 m^2
Area totale del serramento	Aw	0.303 m^2
Perimetro del vetro	p	1.800 m
Trasmittanza	Uw	5.753 W/(m^2K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5.753 W/(m^2K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5.681 W/(m^2K)
Coeff di trasmissione solare	g_{gl}	0.850
Emissività	ε	0.837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5.900 W/(m^2K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0.000 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
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	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0.000 m^2K/W

Permeabilità all'aria

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

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

Strutture associate al serramento

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

Soprafinestra finestra a nastro aula



Larghezza	L	200 cm
Altezza	H	50 cm
Area del vetro	Ag	0.598 m^2
Area del telaio	Af	0.402 m^2
Area totale del serramento	Aw	1.000 m^2
Perimetro del vetro	p	4.880 m
Trasmittanza	Uw	5.769 W/(m^2K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5.769 W/(m^2K)

Vetro

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5.681 W/(m^2K)
Coeff di trasmissione solare	g_{gl}	0.850
Emissività	ε	0.837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5.900 W/(m^2K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0.000 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
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	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0.000 m^2K/W

Permeabilità all'aria

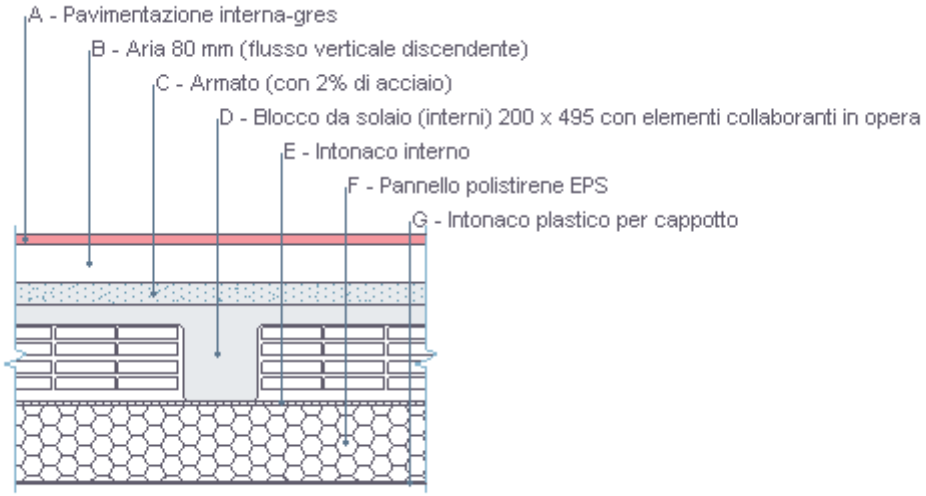
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

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

CO_101 Solaio - Intervento



Spessore	525.0 mm	Trasmittanza	0.186 W/m²K
Resistenza	5.367 m²K/W	Massa superf.	520 kg/m²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0.170	-	-	-
A	Pavimentazione interna-gres	20.0	1.470	0.014	1,700	1.00	999,999.0
B	Aria 80 mm (flusso verticale discendente)	80.0	0.360	0.222	1	1.00	1.0
C	Armato (con 2% di acciaio)	50.0	2.500	0.020	2,400	1.00	80.0
D	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	200.0	0.667	0.300	1,800	1.00	0.0
E	Intonaco interno	10.0	0.700	0.014	1,400	1.00	11.1
F	Pannello polistirene EPS	160.0	0.035	4.571	35	1.45	50.0
G	Intonaco plastico per cappotto	5.0	0.330	0.015	1,300	0.84	32.0
	Adduttanza esterna (flusso verticale discendente)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	525.0		5.367			

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

Comune	Como
Zona climatica	E
Trasmittanza	0.186 W/m²K
Trasmittanza limite	0.290 W/m²K
Esito della verifica	OK

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Como
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produz. nota	- kg/h

Mese	θi	φi	θe	φe	n
gennaio	20.0 °C	- %	0.5 °C	90.1 %	0.5 1/h
febbraio	20.0 °C	- %	4.6 °C	66.5 %	0.5 1/h
marzo	20.0 °C	- %	9.3 °C	64.3 %	0.5 1/h
aprile	20.0 °C	- %	12.6 °C	67.4 %	0.5 1/h
maggio	20.0 °C	- %	17.8 °C	64.7 %	0.5 1/h
giugno	20.0 °C	- %	21.4 °C	71.0 %	0.5 1/h
luglio	20.0 °C	- %	23.2 °C	64.0 %	0.5 1/h
agosto	20.0 °C	- %	20.5 °C	72.5 %	0.5 1/h
settembre	20.0 °C	- %	18.4 °C	77.6 %	0.5 1/h
ottobre	20.0 °C	- %	12.0 °C	82.9 %	0.5 1/h
novembre	20.0 °C	- %	7.7 °C	95.9 %	0.5 1/h
dicembre	20.0 °C	- %	4.3 °C	91.2 %	0.5 1/h

Condizione	θi	pi	θe	pe
INVERNALE	20.00 °C	1,519.00 Pa	0.50 °C	570.40 Pa
ESTIVA	20.00 °C	1,847.30 Pa	23.20 °C	1,819.70 Pa

θi: temperatura interna
φi: umidità relativa interna
θe: temperatura esterna
φe: umidità relativa esterna
n: numero di ricambi d'aria
pi: pressione interna
pe: 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 486.833 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0.000 kg/m² (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 486.833 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θe	Pe	ΔP	Pi	θi	φi
ottobre	12.0 °C	1162.47 Pa	384 Pa	1546.47 Pa	20 °C	83 %
novembre	7.7 °C	1007.84 Pa	536.65 Pa	1544.49 Pa	20 °C	96 %
dicembre	4.3 °C	757.05 Pa	657.35 Pa	1414.4 Pa	20 °C	91 %
gennaio	0.5 °C	570.44 Pa	792.25 Pa	1362.69 Pa	20 °C	90 %
febbraio	4.6 °C	563.68 Pa	646.7 Pa	1210.38 Pa	20 °C	66 %
marzo	9.3 °C	752.39 Pa	479.85 Pa	1232.24 Pa	20 °C	64 %
aprile	12.6 °C	982.85 Pa	362.7 Pa	1345.55 Pa	20 °C	67 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	θsi-critica	fRsi-amm
ottobre	16.97°C	0.6214
novembre	16.95°C	0.7521
dicembre	15.57°C	0.7179
gennaio	14.99°C	0.7431
febbraio	13.16°C	0.556
marzo	13.44°C	0.3867
aprile	14.79°C	0.2965

θe: temperatura esterna
Pe: pressione esterna
ΔP: variazione di pressione
Pi: pressione interna
θi: temperatura interna
φi: umidità relativa interna
θsi critica: temperatura superficiale critica
fRsi amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione
Fattore di resistenza superficiale fRsi: 0.7521 (mese di Novembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1,362.7	1,210.4	1,232.2	1,345.6	1,496.7	1,859.4	1,806.1	1,829.6	1,797.9	1,546.5	1,544.5	1,414.4
	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0
Add-A	1,362.7	1,210.4	1,232.2	1,345.6	1,496.7	1,859.4	1,806.1	1,829.6	1,797.9	1,546.5	1,544.5	1,414.4
	2,203.9	2,231.3	2,263.1	2,285.6	2,321.6	2,346.8	2,359.4	2,340.5	2,325.8	2,281.5	2,252.2	2,229.3
A-B	1,358.4	1,206.9	1,229.7	1,343.6	1,495.7	1,859.2	1,806.2	1,829.2	1,797.1	1,544.4	1,541.6	1,410.9
	2,096.9	2,145.5	2,202.4	2,243.2	2,308.7	2,355.1	2,378.6	2,343.4	2,316.4	2,235.7	2,182.9	2,141.9
B-C	1,011.7	923.8	1,019.6	1,184.9	1,417.8	1,837.1	1,812.1	1,793.2	1,728.4	1,376.3	1,306.7	1,123.2
	2,087.5	2,137.9	2,197.0	2,239.4	2,307.6	2,355.8	2,380.3	2,343.7	2,315.5	2,231.6	2,176.7	2,134.2
C-D	1,011.7	923.8	1,019.6	1,184.9	1,417.8	1,837.1	1,812.1	1,793.2	1,728.4	1,376.3	1,306.7	1,123.1
	1,950.8	2,027.0	2,117.5	2,183.2	2,290.3	2,367.1	2,406.3	2,347.7	2,302.9	2,171.1	2,086.3	2,021.3
D-E	1,005.7	919.0	1,016.0	1,182.1	1,416.5	1,836.8	1,812.2	1,792.5	1,727.3	1,373.5	1,302.7	1,118.2
	1,944.5	2,021.8	2,113.8	2,180.6	2,289.5	2,367.6	2,407.6	2,347.9	2,302.3	2,168.3	2,082.1	2,016.1
E-F	579.0	570.6	757.6	986.8	1,320.5	1,809.7	1,819.5	1,748.2	1,642.8	1,166.6	1,013.6	764.1
	642.2	857.1	1,179.5	1,465.4	2,039.9	2,545.1	2,836.4	2,409.5	2,117.4	1,409.3	1,059.5	839.5
F-G	570.4	563.7	752.4	982.9	1,318.6	1,809.1	1,819.7	1,747.3	1,641.1	1,162.5	1,007.8	757.0
	639.7	854.6	1,177.1	1,463.4	2,039.1	2,545.7	2,837.9	2,409.7	2,116.8	1,407.2	1,057.0	836.9
G-Add	570.4	563.7	752.4	982.9	1,318.6	1,809.1	1,819.7	1,747.3	1,641.1	1,162.5	1,007.8	757.0
	633.1	847.8	1,170.9	1,458.2	2,037.0	2,547.3	2,842.0	2,410.3	2,115.3	1,401.8	1,050.5	830.2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Add-A	19.1	19.3	19.5	19.7	19.9	20.1	20.1	20.0	19.9	19.6	19.4	19.3
A-B	19.1	19.3	19.5	19.6	19.9	20.1	20.2	20.0	19.9	19.6	19.4	19.2
B-C	18.3	18.6	19.0	19.3	19.8	20.1	20.3	20.0	19.9	19.3	18.9	18.6
C-D	18.2	18.6	19.0	19.3	19.8	20.1	20.3	20.0	19.9	19.3	18.9	18.5
D-E	17.1	17.7	18.4	18.9	19.7	20.2	20.5	20.1	19.8	18.8	18.2	17.7
E-F	17.1	17.7	18.4	18.9	19.7	20.2	20.5	20.1	19.8	18.8	18.1	17.6
F-G	0.7	4.8	9.4	12.7	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.1	7.8	4.5
G-Add	0.6	4.7	9.4	12.7	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.1	7.8	4.4
Add-Esterno	0.5	4.6	9.3	12.6	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.0	7.7	4.3

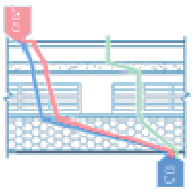
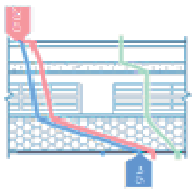
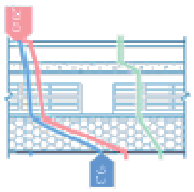
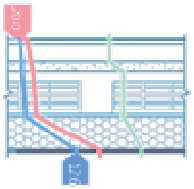
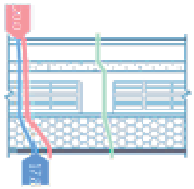
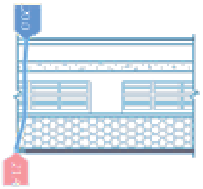
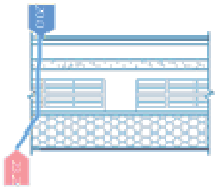
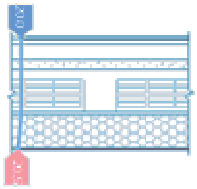
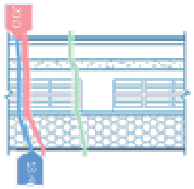
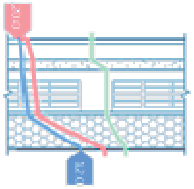
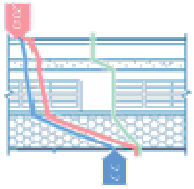
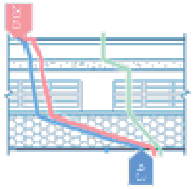
Verifica formazione di condensa interstiziale

	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

		
Gennaio	Febbraio	Marzo
		
Aprile	Maggio	Giugno
		
Luglio	Agosto	Settembre
		
Ottobre	Novembre	Dicembre

LEGENDA

Temperatura [°C]	Pressione del vapore [Pa]	Press. di saturazione [Pa]

CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	520 kg/m²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Como
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	21.4 °C
Temperatura massima estiva	34.7 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	19.8 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	262.73 W/m²

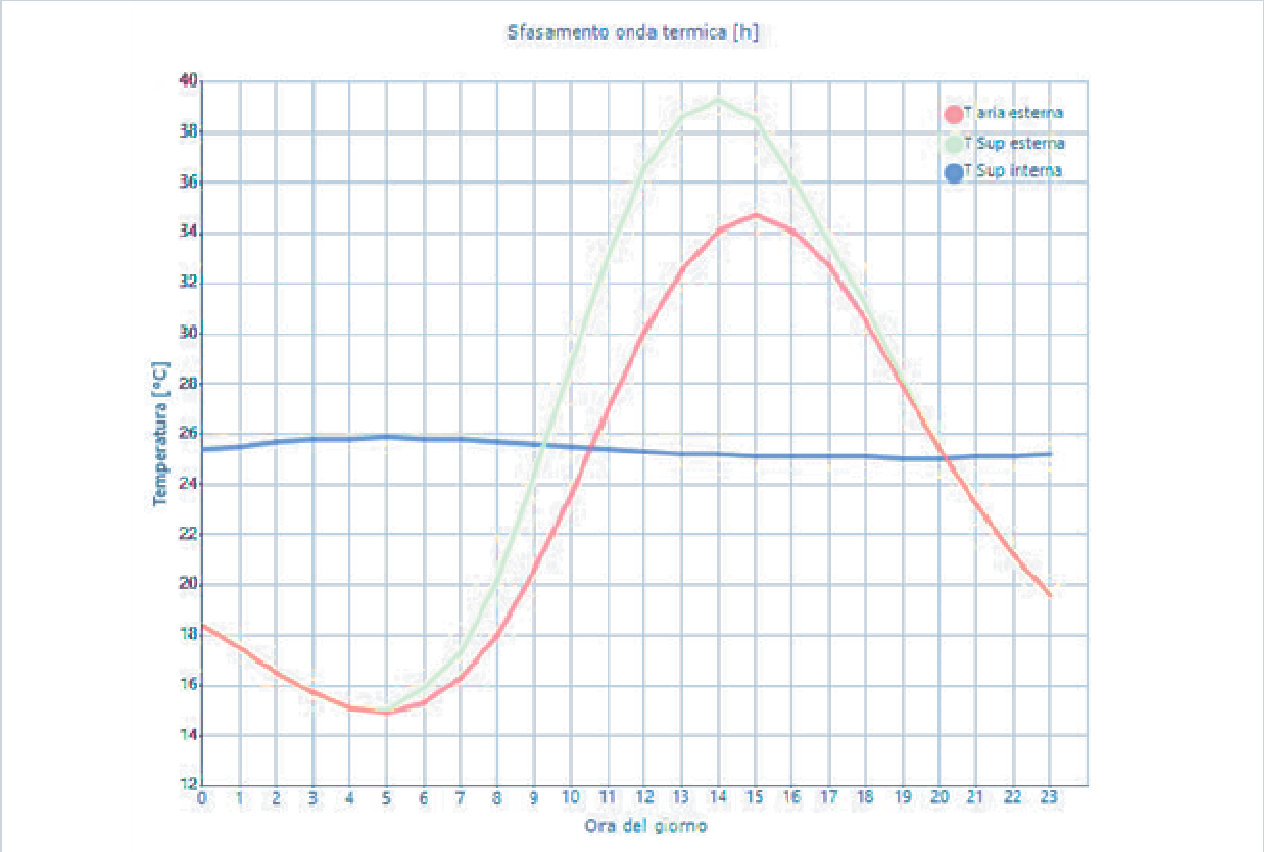
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	14h 47'
Fattore di attenuazione	0.0347
Capacità termica interna C1	38.5 kJ/m²K
Capacità termica esterna C2	8.7 kJ/m²K
Ammettenza interna oraria	13.5 W/m²K
Ammettenza interna	0.6 W/m²K
Ammettenza esterna oraria	16.4 W/m²K
Ammettenza esterna	0.6 W/m²K
Trasmittanza periodica Y	0.006 W/m²K
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/m²	°C	°C
0:00	18.44	0.00	18.44	25.36
1:00	17.45	0.00	17.45	25.51
2:00	16.46	0.00	16.46	25.66
3:00	15.67	0.00	15.67	25.78
4:00	15.08	0.00	15.08	25.85
5:00	14.88	10.60	15.01	25.87
6:00	15.28	49.60	15.87	25.84
7:00	16.27	85.90	17.30	25.76
8:00	18.05	175.40	20.15	25.67
9:00	20.62	318.90	24.45	25.59
10:00	23.59	436.50	28.83	25.48
11:00	26.96	512.30	33.11	25.39
12:00	30.13	538.30	36.59	25.31
13:00	32.50	512.30	38.65	25.24
14:00	34.09	436.50	39.32	25.19
15:00	34.68	318.90	38.51	25.15
16:00	34.09	175.40	36.19	25.11
17:00	32.70	78.20	33.64	25.08
18:00	30.52	49.80	31.12	25.05

19:00	27.95	10.60	28.07	25.03
20:00	25.37	0.00	25.37	25.03
21:00	23.20	0.00	23.20	25.06
22:00	21.22	0.00	21.22	25.11
23:00	19.63	0.00	19.63	25.21

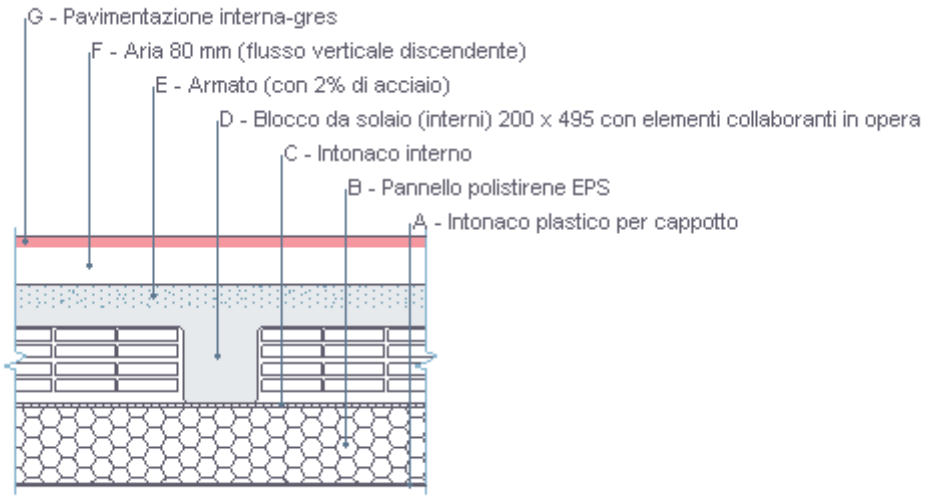
DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



LEGENDA

Temperatura esterna [°C] | Temp. sup. esterna [°C] | Temperatura interna [°C]

CO_101s Solaio - Intervento

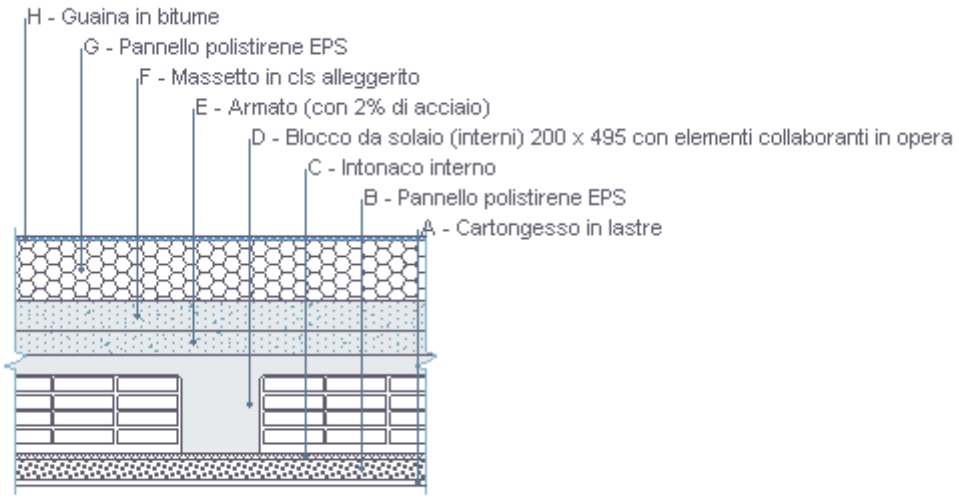


Spessore	525.0 mm	Trasmittanza	0.189 W/m²K
Resistenza	5.297 m²K/W	Massa superf.	520 kg/m²
Tipologia	Soffitto		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
A	Intonaco plastico per cappotto	5.0	0.330	0.015	1,300	0.84	32.0
B	Pannello polistirene EPS	160.0	0.035	4.571	35	1.45	50.0
C	Intonaco interno	10.0	0.700	0.014	1,400	1.00	11.1
D	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	200.0	0.667	0.300	1,800	1.00	0.0
E	Armato (con 2% di acciaio)	50.0	2.500	0.020	2,400	1.00	80.0
F	Aria 80 mm (flusso verticale discendente)	80.0	0.360	0.222	1	1.00	1.0
G	Pavimentazione interna-gres	20.0	1.470	0.014	1,700	1.00	999,999.0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	525.0		5.297			

CO_103s Copertura terrazzini - Intervento



Spessore	500.5 mm	Trasmittanza	0.192 W/m²K
Resistenza	5.208 m²K/W	Massa superf.	602 kg/m²
Tipologia	Soffitto		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.100	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	12.5	0.210	0.060	900	1.30	8.7
B	Pannello polistirene EPS	40.0	0.035	1.143	35	1.45	50.0
C	Intonaco interno	10.0	0.700	0.014	1,400	1.00	11.1
D	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	200.0	0.667	0.300	1,800	1.00	0.0
E	Armato (con 2% di acciaio)	50.0	2.500	0.020	2,400	1.00	80.0
F	Massetto in cls alleggerito	60.0	1.080	0.056	1,600	1.00	3.3
G	Pannello polistirene EPS	120.0	0.035	3.429	35	1.45	50.0
H	Guaina in bitume	8.0	0.170	0.047	1,200	0.92	22,222.2
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	500.5		5.208			

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

Comune	Como
Zona climatica	E
Trasmittanza	0.192 W/m²K
Trasmittanza limite	0.240 W/m²K
Esito della verifica	OK

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Como
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produz. nota	- kg/h

Mese	θi	φi	θe	φe	n
gennaio	20.0 °C	- %	0.5 °C	90.1 %	0.5 1/h
febbraio	20.0 °C	- %	4.6 °C	66.5 %	0.5 1/h
marzo	20.0 °C	- %	9.3 °C	64.3 %	0.5 1/h
aprile	20.0 °C	- %	12.6 °C	67.4 %	0.5 1/h
maggio	20.0 °C	- %	17.8 °C	64.7 %	0.5 1/h
giugno	20.0 °C	- %	21.4 °C	71.0 %	0.5 1/h
luglio	20.0 °C	- %	23.2 °C	64.0 %	0.5 1/h
agosto	20.0 °C	- %	20.5 °C	72.5 %	0.5 1/h
settembre	20.0 °C	- %	18.4 °C	77.6 %	0.5 1/h
ottobre	20.0 °C	- %	12.0 °C	82.9 %	0.5 1/h
novembre	20.0 °C	- %	7.7 °C	95.9 %	0.5 1/h
dicembre	20.0 °C	- %	4.3 °C	91.2 %	0.5 1/h

Condizione	θi	pi	θe	pe
INVERNALE	20.00 °C	1,519.00 Pa	0.50 °C	570.40 Pa
ESTIVA	20.00 °C	1,847.30 Pa	23.20 °C	1,819.70 Pa

θi: temperatura interna
φi: umidità relativa interna
θe: temperatura esterna
φe: umidità relativa esterna
n: numero di ricambi d'aria
pi: pressione interna
pe: 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 0.077 kg/m² (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 486.988 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θe	Pe	ΔP	Pi	θi	φi
ottobre	12.0 °C	1162.47 Pa	384 Pa	1546.47 Pa	20 °C	83 %
novembre	7.7 °C	1007.84 Pa	536.65 Pa	1544.49 Pa	20 °C	96 %
dicembre	4.3 °C	757.05 Pa	657.35 Pa	1414.4 Pa	20 °C	91 %
gennaio	0.5 °C	570.44 Pa	792.25 Pa	1362.69 Pa	20 °C	90 %
febbraio	4.6 °C	563.68 Pa	646.7 Pa	1210.38 Pa	20 °C	66 %
marzo	9.3 °C	752.39 Pa	479.85 Pa	1232.24 Pa	20 °C	64 %
aprile	12.6 °C	982.85 Pa	362.7 Pa	1345.55 Pa	20 °C	67 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	θsi-critica	fRsi-amm
ottobre	16.97°C	0.6214
novembre	16.95°C	0.7521
dicembre	15.57°C	0.7179
gennaio	14.99°C	0.7431
febbraio	13.16°C	0.556
marzo	13.44°C	0.3867
aprile	14.79°C	0.2965

θe: temperatura esterna
Pe: pressione esterna
ΔP: variazione di pressione
Pi: pressione interna
θi: temperatura interna
φi: umidità relativa interna
θsi critica: temperatura superficiale critica
fRsi amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione
Fattore di resistenza superficiale fRsi: 0.7521 (mese di Novembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1,362.7	1,210.4	1,232.2	1,345.6	1,496.7	1,859.4	1,806.1	1,829.6	1,797.9	1,546.5	1,544.5	1,414.4
	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0
Add-A	1,362.2	1,210.0	1,232.0	1,345.3	1,496.6	1,859.4	1,806.1	1,829.6	1,797.8	1,546.3	1,544.2	1,414.0
	2,178.9	2,211.3	2,249.0	2,275.8	2,318.6	2,348.7	2,363.8	2,341.1	2,323.6	2,270.9	2,236.1	2,208.9
A-B	1,354.0	1,203.3	1,227.0	1,341.6	1,494.8	1,858.9	1,806.2	1,828.7	1,796.2	1,542.3	1,538.6	1,407.2
	1,673.3	1,797.1	1,948.9	2,062.1	2,252.1	2,392.4	2,465.4	2,356.6	2,274.9	2,041.1	1,896.0	1,787.8
B-C	1,353.6	1,202.9	1,226.7	1,341.4	1,494.7	1,858.9	1,806.2	1,828.6	1,796.1	1,542.0	1,538.3	1,406.8
	1,667.7	1,792.4	1,945.4	2,059.5	2,251.2	2,393.0	2,466.7	2,356.8	2,274.3	2,038.3	1,892.1	1,783.0
C-D	1,353.6	1,202.9	1,226.7	1,341.4	1,494.7	1,858.9	1,806.2	1,828.6	1,796.1	1,542.0	1,538.3	1,406.8
	1,553.7	1,695.9	1,872.8	2,006.4	2,234.1	2,404.6	2,494.0	2,360.9	2,261.7	1,981.5	1,810.8	1,685.1
D-E	1,326.8	1,181.1	1,210.5	1,329.1	1,488.6	1,857.2	1,806.7	1,825.9	1,790.8	1,529.1	1,520.2	1,384.7
	1,546.4	1,689.6	1,868.0	2,003.0	2,232.9	2,405.3	2,495.8	2,361.2	2,260.9	1,977.8	1,805.5	1,678.7
E-F	1,326.0	1,180.4	1,210.0	1,328.8	1,488.5	1,857.1	1,806.7	1,825.8	1,790.6	1,528.7	1,519.7	1,384.0
	1,526.1	1,672.3	1,854.9	1,993.3	2,229.7	2,407.5	2,500.9	2,361.9	2,258.5	1,967.5	1,790.8	1,661.2
F-G	1,301.3	1,160.3	1,195.1	1,317.5	1,482.9	1,855.5	1,807.1	1,823.2	1,785.8	1,516.7	1,502.9	1,363.5
	647.8	862.8	1,184.7	1,469.8	2,041.6	2,543.8	2,833.0	2,409.1	2,118.7	1,413.9	1,064.9	845.2
G-H	570.4	563.7	752.4	982.9	1,318.6	1,809.1	1,819.7	1,747.3	1,641.1	1,162.5	1,007.8	757.0
	639.8	854.7	1,177.2	1,463.5	2,039.1	2,545.7	2,837.9	2,409.7	2,116.9	1,407.3	1,057.1	837.0
H-Add	570.4	563.7	752.4	982.9	1,318.6	1,809.1	1,819.7	1,747.3	1,641.1	1,162.5	1,007.8	757.0
	633.1	847.8	1,170.9	1,458.2	2,037.0	2,547.3	2,842.0	2,410.3	2,115.3	1,401.8	1,050.5	830.2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Add-A	19.1	19.3	19.5	19.7	19.9	20.1	20.1	20.0	19.9	19.6	19.4	19.3
A-B	18.9	19.1	19.4	19.6	19.9	20.1	20.2	20.0	19.9	19.5	19.3	19.1
B-C	14.7	15.8	17.1	18.0	19.4	20.4	20.9	20.1	19.6	17.8	16.7	15.7
C-D	14.7	15.8	17.1	18.0	19.4	20.4	20.9	20.1	19.6	17.8	16.6	15.7
D-E	13.6	14.9	16.5	17.6	19.3	20.5	21.1	20.2	19.5	17.4	15.9	14.8
E-F	13.5	14.9	16.4	17.5	19.3	20.5	21.1	20.2	19.5	17.3	15.9	14.8
F-G	13.3	14.7	16.3	17.5	19.2	20.5	21.1	20.2	19.4	17.2	15.8	14.6
G-H	0.8	4.9	9.5	12.7	17.8	21.4	23.1	20.5	18.4	12.1	7.9	4.6
H-Add	0.6	4.7	9.4	12.7	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.1	7.8	4.4
Add-Esterno	0.5	4.6	9.3	12.6	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.0	7.7	4.3

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. G/H												
Gc [Kg/m²]	0.0254	0.0105	0.0004	-0.0057	-0.0217	-0.0259	-0.0399	0.0000	0.0000	0.0040	0.0165	0.0202
Ma [Kg/m²]	0.0661	0.0766	0.0770	0.0712	0.0495	0.0236	0.0000	0.0000	0.0000	0.0040	0.0205	0.0407
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

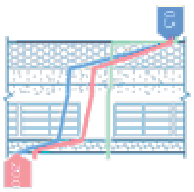
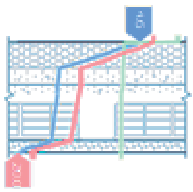
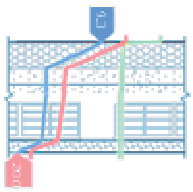
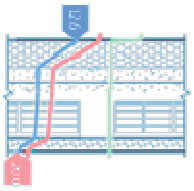
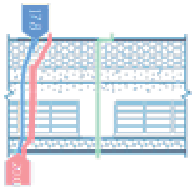
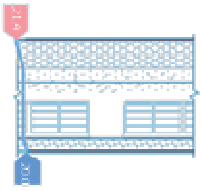
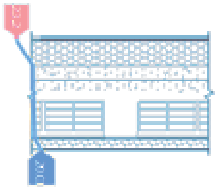
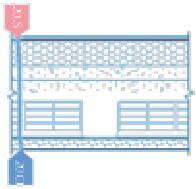
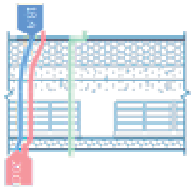
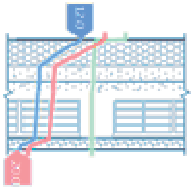
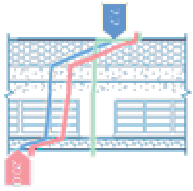
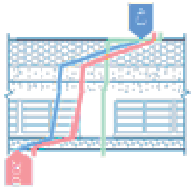
gennaio - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0.0661 kg/m²
febbraio - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0.0766 kg/m²
marzo - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0.0770 kg/m²
aprile - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0.0712 kg/m²
maggio - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0.0495 kg/m²
giugno - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0.0236 kg/m²
ottobre - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0.0040 kg/m²
novembre - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0.0205 kg/m²
dicembre - Interf. G/H. Formazione di condensa: 0.0407 kg/m²
Mese condensazione massima: marzo

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente
Gc: 0.0254 kg/m² G-H nel mese di gennaio
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia
Gc,max: 0.5000 kg/m²
Quantità di vapore residuo Ma: 0.0770 nel mese di marzo kg/m² G-H

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia G-H - Formazione di condensa: 0.0770 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA

		
Gennaio	Febbraio	Marzo
		
Aprile	Maggio	Giugno
		
Luglio	Agosto	Settembre
		
Ottobre	Novembre	Dicembre

LEGENDA

Temperatura [°C]	Pressione del vapore [Pa]	Press. di saturazione [Pa]

CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	602 kg/m²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Como
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	21.4 °C
Temperatura massima estiva	34.7 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	19.8 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	262.73 W/m²

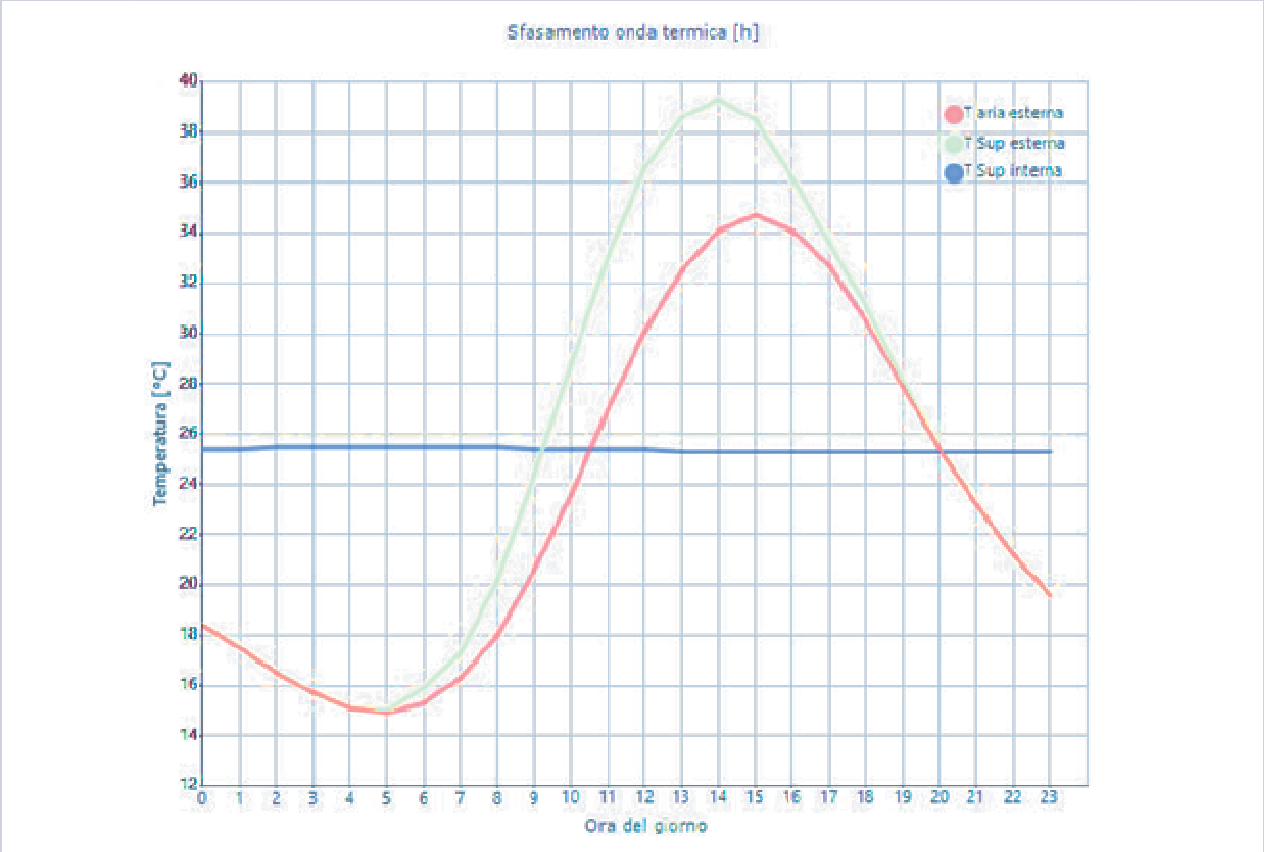
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	15h 20'
Fattore di attenuazione	0.0106
Capacità termica interna C1	17.4 kJ/m²K
Capacità termica esterna C2	11.4 kJ/m²K
Ammettenza interna oraria	15.2 W/m²K
Ammettenza interna	0.8 W/m²K
Ammettenza esterna oraria	16.4 W/m²K
Ammettenza esterna	0.8 W/m²K
Trasmittanza periodica Y	0.002 W/m²K
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/m²	°C	°C
0:00	18.44	0.00	18.44	25.38
1:00	17.45	0.00	17.45	25.43
2:00	16.46	0.00	16.46	25.47
3:00	15.67	0.00	15.67	25.51
4:00	15.08	0.00	15.08	25.53
5:00	14.88	10.60	15.01	25.54
6:00	15.28	49.60	15.87	25.53
7:00	16.27	85.90	17.30	25.50
8:00	18.05	175.40	20.15	25.48
9:00	20.62	318.90	24.45	25.45
10:00	23.59	436.50	28.83	25.42
11:00	26.96	512.30	33.11	25.39
12:00	30.13	538.30	36.59	25.37
13:00	32.50	512.30	38.65	25.34
14:00	34.09	436.50	39.32	25.33
15:00	34.68	318.90	38.51	25.32
16:00	34.09	175.40	36.19	25.30
17:00	32.70	78.20	33.64	25.29
18:00	30.52	49.80	31.12	25.29

19:00	27.95	10.60	28.07	25.28
20:00	25.37	0.00	25.37	25.28
21:00	23.20	0.00	23.20	25.29
22:00	21.22	0.00	21.22	25.30
23:00	19.63	0.00	19.63	25.33

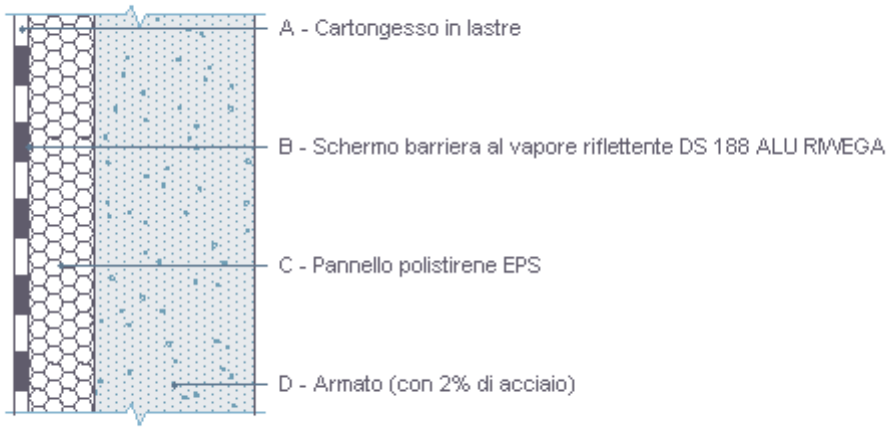
DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



LEGENDA

Temperatura esterna [°C] | Temp. sup. esterna [°C] | Temperatura interna [°C]

CV_101 Parete CA 30 - intervento



Spessore	445.3 mm	Trasmittanza	0.261 W/m²K
Resistenza	3.838 m²K/W	Massa superf.	747 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	25.0	0.210	0.119	900	1.30	8.7
B	Schermo barriera al vapore riflettente DS 188 ALU RIWEGA	0.3	0.400	0.001	567	0.43	666,666.0
C	Pannello polistirene EPS	120.0	0.035	3.429	35	1.45	50.0
D	Armato (con 2% di acciaio)	300.0	2.500	0.120	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	445.3		3.838			

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

Comune	Como
Zona climatica	E
Trasmittanza	0.261 W/m²K
Trasmittanza limite	0.280 W/m²K
Esito della verifica	OK

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Como
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produz. nota	- kg/h

Mese	θi	φi	θe	φe	n
gennaio	20.0 °C	- %	0.5 °C	90.1 %	0.5 1/h
febbraio	20.0 °C	- %	4.6 °C	66.5 %	0.5 1/h
marzo	20.0 °C	- %	9.3 °C	64.3 %	0.5 1/h
aprile	20.0 °C	- %	12.6 °C	67.4 %	0.5 1/h
maggio	20.0 °C	- %	17.8 °C	64.7 %	0.5 1/h
giugno	20.0 °C	- %	21.4 °C	71.0 %	0.5 1/h
luglio	20.0 °C	- %	23.2 °C	64.0 %	0.5 1/h
agosto	20.0 °C	- %	20.5 °C	72.5 %	0.5 1/h
settembre	20.0 °C	- %	18.4 °C	77.6 %	0.5 1/h
ottobre	20.0 °C	- %	12.0 °C	82.9 %	0.5 1/h
novembre	20.0 °C	- %	7.7 °C	95.9 %	0.5 1/h
dicembre	20.0 °C	- %	4.3 °C	91.2 %	0.5 1/h

Condizione	θi	pi	θe	pe
INVERNALE	20.00 °C	1,519.00 Pa	0.50 °C	570.40 Pa
ESTIVA	20.00 °C	1,847.30 Pa	23.20 °C	1,819.70 Pa

θi: temperatura interna
φi: umidità relativa interna
θe: temperatura esterna
φe: umidità relativa esterna
n: numero di ricambi d'aria
pi: pressione interna
pe: 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 0.000 kg/m² (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 490.343 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θe	Pe	ΔP	Pi	θi	φi
ottobre	12.0 °C	1162.47 Pa	384 Pa	1546.47 Pa	20 °C	83 %
novembre	7.7 °C	1007.84 Pa	536.65 Pa	1544.49 Pa	20 °C	96 %
dicembre	4.3 °C	757.05 Pa	657.35 Pa	1414.4 Pa	20 °C	91 %
gennaio	0.5 °C	570.44 Pa	792.25 Pa	1362.69 Pa	20 °C	90 %
febbraio	4.6 °C	563.68 Pa	646.7 Pa	1210.38 Pa	20 °C	66 %
marzo	9.3 °C	752.39 Pa	479.85 Pa	1232.24 Pa	20 °C	64 %
aprile	12.6 °C	982.85 Pa	362.7 Pa	1345.55 Pa	20 °C	67 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	θsi-critica	fRsi-amm
ottobre	16.97°C	0.6214
novembre	16.95°C	0.7521
dicembre	15.57°C	0.7179
gennaio	14.99°C	0.7431
febbraio	13.16°C	0.556
marzo	13.44°C	0.3867
aprile	14.79°C	0.2965

θe: temperatura esterna
Pe: pressione esterna
ΔP: variazione di pressione
Pi: pressione interna
θi: temperatura interna
φi: umidità relativa interna
θsi critica: temperatura superficiale critica
fRsi amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione
Fattore di resistenza superficiale fRsi: 0.7521 (mese di Novembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1,362.7	1,210.4	1,232.2	1,345.6	1,496.7	1,859.4	1,806.1	1,829.6	1,797.9	1,546.5	1,544.5	1,414.4
	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0
Add-A	1,362.0	1,209.8	1,231.8	1,345.2	1,496.5	1,859.4	1,806.1	1,829.5	1,797.8	1,546.1	1,544.0	1,413.8
	2,086.5	2,137.2	2,196.5	2,239.0	2,307.4	2,355.9	2,380.5	2,343.7	2,315.5	2,231.2	2,176.1	2,133.4
A-B	715.8	682.4	840.5	1,049.4	1,351.3	1,818.4	1,817.2	1,762.4	1,669.9	1,232.9	1,106.3	877.7
	2,086.1	2,136.8	2,196.2	2,238.8	2,307.4	2,355.9	2,380.5	2,343.7	2,315.4	2,231.0	2,175.8	2,133.0
B-C	696.4	666.5	828.7	1,040.5	1,346.9	1,817.1	1,817.5	1,760.4	1,666.0	1,223.5	1,093.2	861.6
	670.2	885.5	1,205.5	1,487.1	2,048.5	2,538.5	2,819.8	2,407.3	2,123.9	1,432.0	1,086.7	867.9
C-D	570.4	563.7	752.4	982.9	1,318.6	1,809.1	1,819.7	1,747.3	1,641.1	1,162.5	1,007.8	757.0
	642.2	857.1	1,179.5	1,465.4	2,039.9	2,545.1	2,836.4	2,409.5	2,117.4	1,409.3	1,059.4	839.5
D-Add	570.4	563.7	752.4	982.9	1,318.6	1,809.1	1,819.7	1,747.3	1,641.1	1,162.5	1,007.8	757.0
	633.1	847.8	1,170.9	1,458.2	2,037.0	2,547.3	2,842.0	2,410.3	2,115.3	1,401.8	1,050.5	830.2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Add-A	18.8	19.0	19.3	19.5	19.9	20.1	20.2	20.0	19.9	19.5	19.2	19.0
A-B	18.2	18.6	19.0	19.3	19.8	20.1	20.3	20.0	19.9	19.3	18.9	18.5
B-C	18.2	18.6	19.0	19.3	19.8	20.1	20.3	20.0	19.9	19.3	18.9	18.5
C-D	1.3	5.2	9.7	12.9	17.9	21.3	23.1	20.5	18.5	12.3	8.2	4.9
D-Add	0.7	4.8	9.4	12.7	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.1	7.8	4.5
Add-Esterno	0.5	4.6	9.3	12.6	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.0	7.7	4.3

Verifica formazione di condensa interstiziale

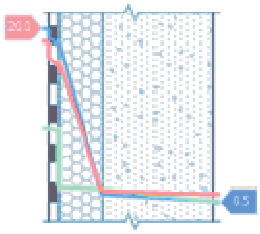
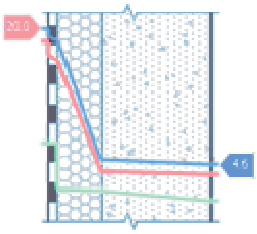
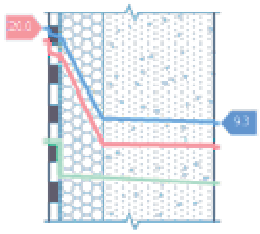
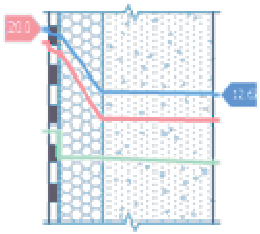
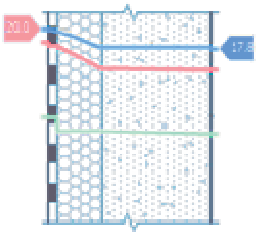
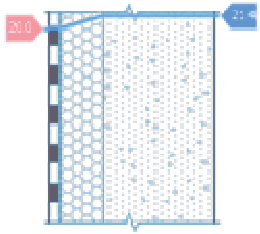
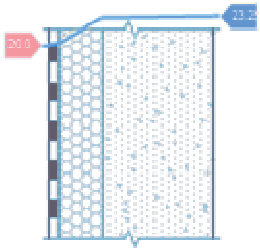
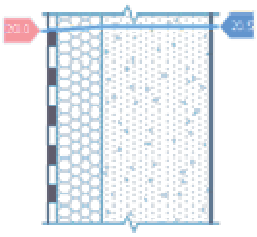
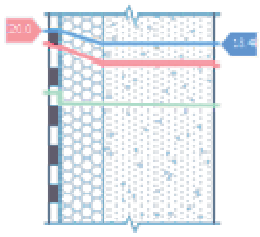
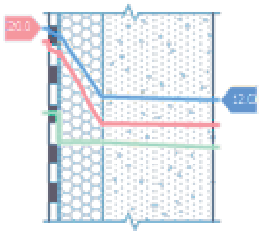
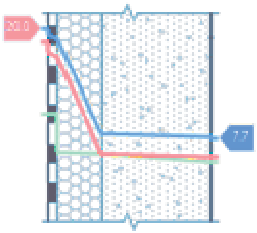
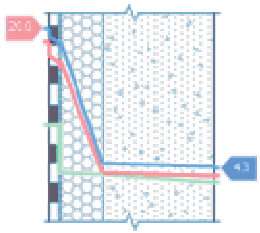
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. C/D												
Gc [Kg/m²]	0.0004	-0.0032	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	-0.0001
Ma [Kg/m²]	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m²]	0.0000	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

gennaio - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0.0004 kg/m²
novembre - Interf. C/D. Formazione di condensa: 0.0001 kg/m²
Mese condensazione massima: gennaio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente
Gc: 0.0004 kg/m² C-D nel mese di gennaio
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia
Gc,max: 0.5000 kg/m²
Quantità di vapore residuo Ma: 0.0004 nel mese di gennaio kg/m² C-D
Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia C-D - Formazione di condensa: 0.0004 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA

		
Gennaio	Febbraio	Marzo
		
Aprile	Maggio	Giugno
		
Luglio	Agosto	Settembre
		
Ottobre	Novembre	Dicembre

LEGENDA

Temperatura [°C]	Pressione del vapore [Pa]	Press. di saturazione [Pa]

CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	747 kg/m²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Como
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	21.4 °C
Temperatura massima estiva	34.7 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	19.8 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	262.73 W/m²

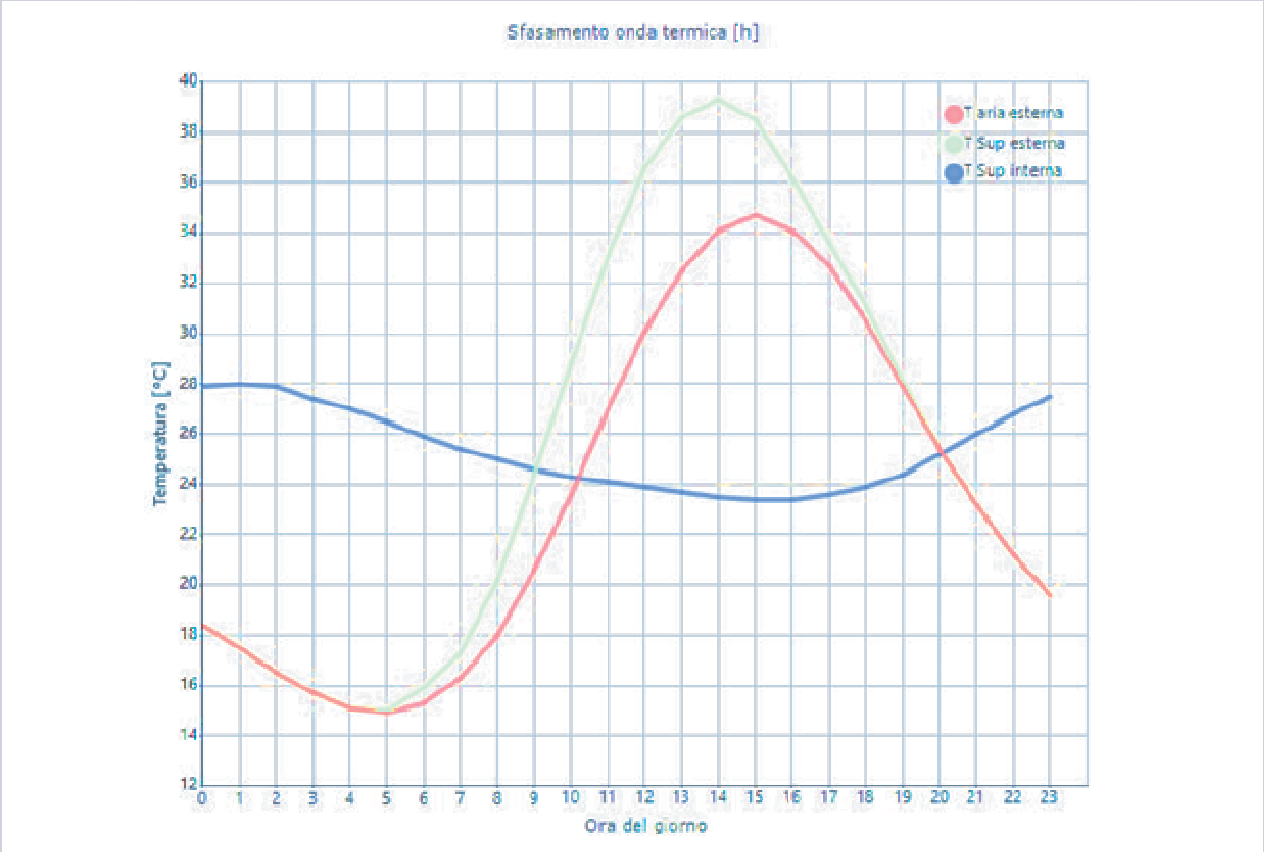
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	10h 39'
Fattore di attenuazione	0.1894
Capacità termica interna C1	28.4 kJ/m²K
Capacità termica esterna C2	174.0 kJ/m²K
Ammettenza interna oraria	16.1 W/m²K
Ammettenza interna	12.6 W/m²K
Ammettenza esterna oraria	13.6 W/m²K
Ammettenza esterna	12.6 W/m²K
Trasmittanza periodica Y	0.049 W/m²K
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/m²	°C	°C
0:00	18.44	0.00	18.44	27.90
1:00	17.45	0.00	17.45	28.03
2:00	16.46	0.00	16.46	27.87
3:00	15.67	0.00	15.67	27.43
4:00	15.08	0.00	15.08	26.95
5:00	14.88	10.60	15.01	26.47
6:00	15.28	49.60	15.87	25.90
7:00	16.27	85.90	17.30	25.39
8:00	18.05	175.40	20.15	24.97
9:00	20.62	318.90	24.45	24.60
10:00	23.59	436.50	28.83	24.30
11:00	26.96	512.30	33.11	24.07
12:00	30.13	538.30	36.59	23.89
13:00	32.50	512.30	38.65	23.70
14:00	34.09	436.50	39.32	23.55
15:00	34.68	318.90	38.51	23.44
16:00	34.09	175.40	36.19	23.42
17:00	32.70	78.20	33.64	23.59
18:00	30.52	49.80	31.12	23.86

19:00	27.95	10.60	28.07	24.40
20:00	25.37	0.00	25.37	25.21
21:00	23.20	0.00	23.20	26.04
22:00	21.22	0.00	21.22	26.85
23:00	19.63	0.00	19.63	27.51

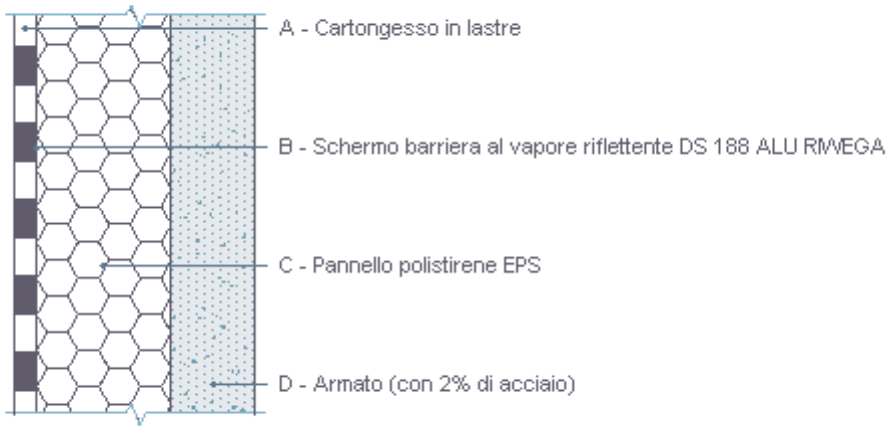
DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



LEGENDA

Temperatura esterna [°C] | Temp. sup. esterna [°C] | Temperatura interna [°C]

CV_103 Parete CA 10 - intervento interno



Spessore	285.3 mm	Trasmittanza	0.204 W/m²K
Resistenza	4.901 m²K/W	Massa superf.	268 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μu
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0.130	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	25.0	0.210	0.119	900	1.30	8.7
B	Schermo barriera al vapore riflettente DS 188 ALU RIWEGA	0.3	0.400	0.001	567	0.43	666,666.0
C	Pannello polistirene EPS	160.0	0.035	4.571	35	1.45	50.0
D	Armato (con 2% di acciaio)	100.0	2.500	0.040	2,400	1.00	80.0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0.040	-	-	-
	TOTALE	285.3		4.901			

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

Comune	Como
Zona climatica	E
Trasmittanza	0.204 W/m²K
Trasmittanza limite	0.280 W/m²K
Esito della verifica	OK

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Como
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produz. nota	- kg/h

Mese	θi	φi	θe	φe	n
gennaio	20.0 °C	- %	0.5 °C	90.1 %	0.5 1/h
febbraio	20.0 °C	- %	4.6 °C	66.5 %	0.5 1/h
marzo	20.0 °C	- %	9.3 °C	64.3 %	0.5 1/h
aprile	20.0 °C	- %	12.6 °C	67.4 %	0.5 1/h
maggio	20.0 °C	- %	17.8 °C	64.7 %	0.5 1/h
giugno	20.0 °C	- %	21.4 °C	71.0 %	0.5 1/h
luglio	20.0 °C	- %	23.2 °C	64.0 %	0.5 1/h
agosto	20.0 °C	- %	20.5 °C	72.5 %	0.5 1/h
settembre	20.0 °C	- %	18.4 °C	77.6 %	0.5 1/h
ottobre	20.0 °C	- %	12.0 °C	82.9 %	0.5 1/h
novembre	20.0 °C	- %	7.7 °C	95.9 %	0.5 1/h
dicembre	20.0 °C	- %	4.3 °C	91.2 %	0.5 1/h

Condizione	θi	pi	θe	pe
INVERNALE	20.00 °C	1,519.00 Pa	0.50 °C	570.40 Pa
ESTIVA	20.00 °C	1,847.30 Pa	23.20 °C	1,819.70 Pa

θi: temperatura interna
φi: umidità relativa interna
θe: temperatura esterna
φe: umidità relativa esterna
n: numero di ricambi d'aria
pi: pressione interna
pe: 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 487.624 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0.000 kg/m² (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 487.624 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θe	Pe	ΔP	Pi	θi	φi
ottobre	12.0 °C	1162.47 Pa	384 Pa	1546.47 Pa	20 °C	83 %
novembre	7.7 °C	1007.84 Pa	536.65 Pa	1544.49 Pa	20 °C	96 %
dicembre	4.3 °C	757.05 Pa	657.35 Pa	1414.4 Pa	20 °C	91 %
gennaio	0.5 °C	570.44 Pa	792.25 Pa	1362.69 Pa	20 °C	90 %
febbraio	4.6 °C	563.68 Pa	646.7 Pa	1210.38 Pa	20 °C	66 %
marzo	9.3 °C	752.39 Pa	479.85 Pa	1232.24 Pa	20 °C	64 %
aprile	12.6 °C	982.85 Pa	362.7 Pa	1345.55 Pa	20 °C	67 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	θsi-critica	fRsi-amm
ottobre	16.97°C	0.6214
novembre	16.95°C	0.7521
dicembre	15.57°C	0.7179
gennaio	14.99°C	0.7431
febbraio	13.16°C	0.556
marzo	13.44°C	0.3867
aprile	14.79°C	0.2965

θe: temperatura esterna
Pe: pressione esterna
ΔP: variazione di pressione
Pi: pressione interna
θi: temperatura interna
φi: umidità relativa interna
θsi critica: temperatura superficiale critica
fRsi amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione
Fattore di resistenza superficiale fRsi: 0.7521 (mese di Novembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1,362.7	1,210.4	1,232.2	1,345.6	1,496.7	1,859.4	1,806.1	1,829.6	1,797.9	1,546.5	1,544.5	1,414.4
	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0	2,337.0
Add-A	1,361.9	1,209.7	1,231.8	1,345.2	1,496.5	1,859.4	1,806.1	1,829.5	1,797.7	1,546.1	1,544.0	1,413.8
	2,137.5	2,178.2	2,225.6	2,259.4	2,313.7	2,351.9	2,371.2	2,342.3	2,320.0	2,253.2	2,209.3	2,175.2
A-B	645.6	625.1	797.9	1,017.3	1,335.5	1,813.9	1,818.4	1,755.2	1,656.0	1,198.9	1,058.8	819.5
	2,137.1	2,177.8	2,225.4	2,259.3	2,313.6	2,351.9	2,371.3	2,342.3	2,320.0	2,253.1	2,209.1	2,174.8
B-C	617.0	601.7	780.6	1,004.2	1,329.1	1,812.1	1,818.9	1,752.2	1,650.3	1,185.0	1,039.4	795.7
	647.5	862.5	1,184.4	1,469.6	2,041.5	2,543.8	2,833.2	2,409.1	2,118.7	1,413.6	1,064.6	844.9
C-D	570.4	563.7	752.4	982.9	1,318.6	1,809.1	1,819.7	1,747.3	1,641.1	1,162.5	1,007.8	757.0
	640.2	855.1	1,177.7	1,463.9	2,039.3	2,545.6	2,837.6	2,409.7	2,117.0	1,407.7	1,057.5	837.5
D-Add	570.4	563.7	752.4	982.9	1,318.6	1,809.1	1,819.7	1,747.3	1,641.1	1,162.5	1,007.8	757.0
	633.1	847.8	1,170.9	1,458.2	2,037.0	2,547.3	2,842.0	2,410.3	2,115.3	1,401.8	1,050.5	830.2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Add-A	19.0	19.2	19.5	19.6	19.9	20.1	20.2	20.0	19.9	19.6	19.4	19.2
A-B	18.6	18.9	19.2	19.5	19.8	20.1	20.2	20.0	19.9	19.4	19.1	18.8
B-C	18.6	18.9	19.2	19.5	19.8	20.1	20.2	20.0	19.9	19.4	19.1	18.8
C-D	0.8	4.8	9.5	12.7	17.8	21.4	23.1	20.5	18.4	12.1	7.9	4.6
D-Add	0.7	4.7	9.4	12.7	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.1	7.8	4.4
Add-Esterno	0.5	4.6	9.3	12.6	17.8	21.4	23.2	20.5	18.4	12.0	7.7	4.3

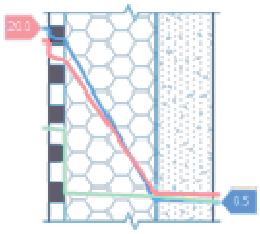
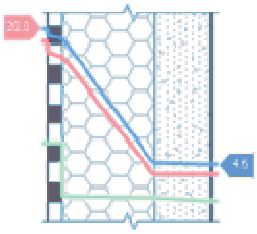
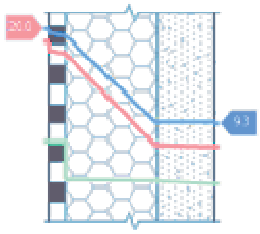
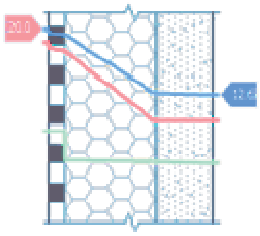
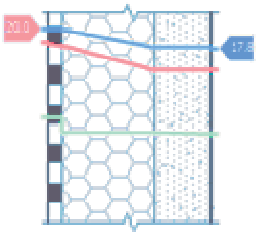
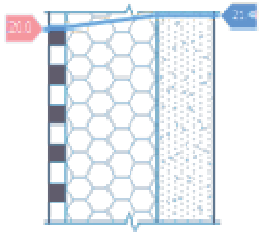
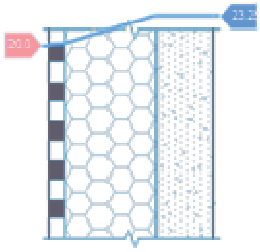
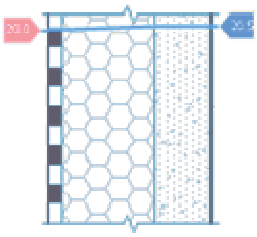
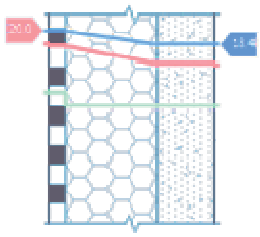
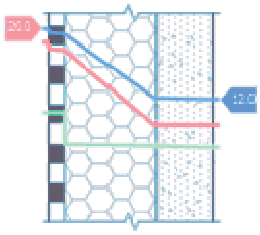
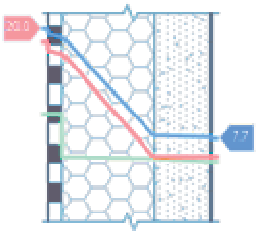
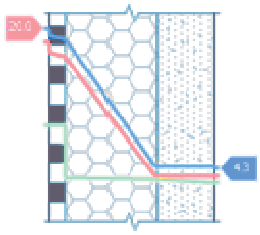
Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m^2]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ma [Kg/m^2]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m^2]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ma [Kg/m^2]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m^2]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ma [Kg/m^2]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m^2]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ma [Kg/m^2]	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente
Gc: 0.0000 kg/m^2
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia
Gc,max: 0.5000 kg/m^2
Quantità di vapore residuo Ma: 0.0000 kg/m^2
Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA

		
Gennaio	Febbraio	Marzo
		
Aprile	Maggio	Giugno
		
Luglio	Agosto	Settembre
		
Ottobre	Novembre	Dicembre

LEGENDA

Temperatura [°C]	Pressione del vapore [Pa]	Press. di saturazione [Pa]

CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	268 kg/m²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Como
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	giugno
Temperatura media nel mese di massima insolazione	21.4 °C
Temperatura massima estiva	34.7 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	19.8 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	262.73 W/m²

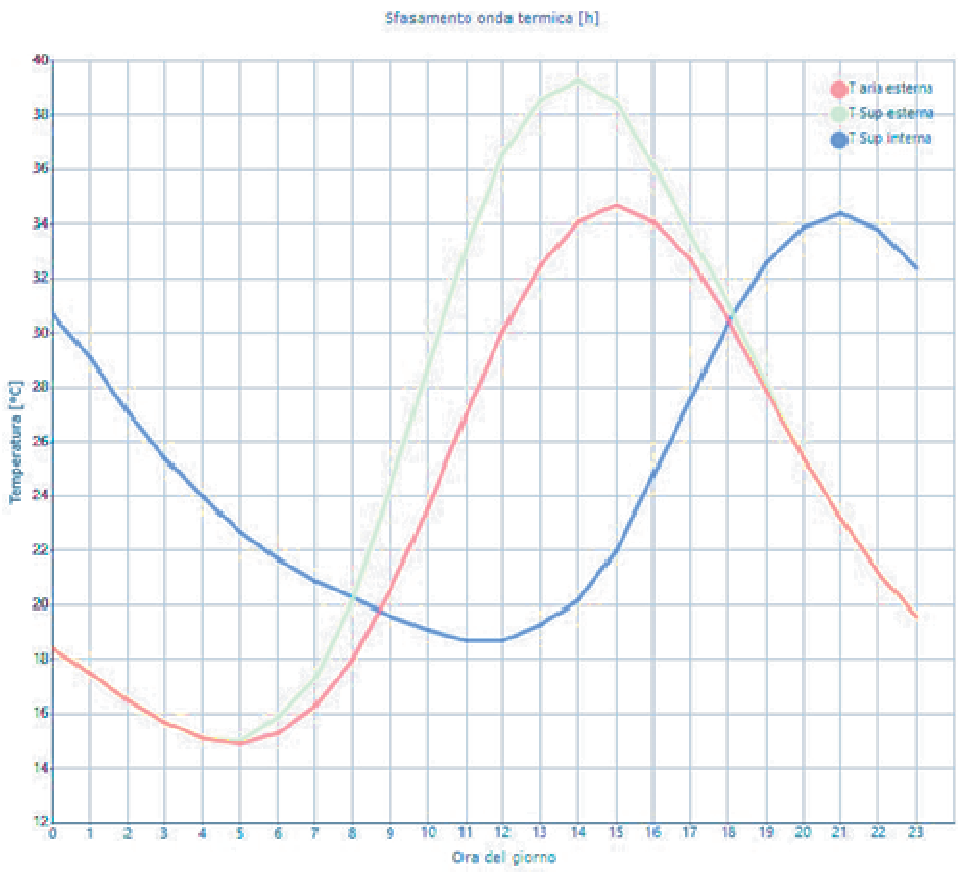
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	6h 33'
Fattore di attenuazione	0.6447
Capacità termica interna C1	30.2 kJ/m²K
Capacità termica esterna C2	175.5 kJ/m²K
Ammettenza interna oraria	16.2 W/m²K
Ammettenza interna	12.7 W/m²K
Ammettenza esterna oraria	15.1 W/m²K
Ammettenza esterna	12.7 W/m²K
Trasmittanza periodica Y	0.132 W/m²K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	NO

	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/m²	°C	°C
0:00	18.44	0.00	18.44	30.71
1:00	17.45	0.00	17.45	29.08
2:00	16.46	0.00	16.46	27.12
3:00	15.67	0.00	15.67	25.38
4:00	15.08	0.00	15.08	23.97
5:00	14.88	10.60	15.01	22.70
6:00	15.28	49.60	15.87	21.68
7:00	16.27	85.90	17.30	20.91
8:00	18.05	175.40	20.15	20.27
9:00	20.62	318.90	24.45	19.63
10:00	23.59	436.50	28.83	19.12
11:00	26.96	512.30	33.11	18.74
12:00	30.13	538.30	36.59	18.70
13:00	32.50	512.30	38.65	19.25
14:00	34.09	436.50	39.32	20.17
15:00	34.68	318.90	38.51	22.01
16:00	34.09	175.40	36.19	24.78
17:00	32.70	78.20	33.64	27.61
18:00	30.52	49.80	31.12	30.36

19:00	27.95	10.60	28.07	32.61
20:00	25.37	0.00	25.37	33.94
21:00	23.20	0.00	23.20	34.37
22:00	21.22	0.00	21.22	33.85
23:00	19.63	0.00	19.63	32.35

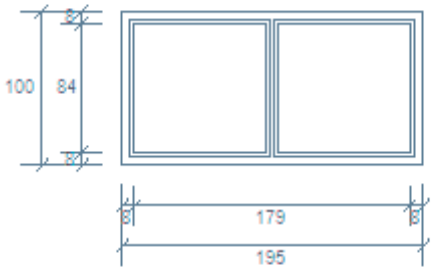
DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



LEGENDA

Temperatura esterna [°C] | Temp. sup. esterna [°C] | Temperatura interna [°C]

Finestra nastro corridoio - Ovest - intervento



Larghezza	L	195 cm
Altezza	H	100 cm
Area del vetro	Ag	1.436 m^2
Area del telaio	Af	0.514 m^2
Area totale del serramento	Aw	1.950 m^2
Perimetro del vetro	p	6.780 m
Trasmittanza	Uw	1.200 W/(m^2K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1.200 W/(m^2K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	5.681 W/(m^2K)
Coeff di trasmissione solare	g_{gl}	0.670
Emissività	ε	0.837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5.900 W/(m^2K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0.080 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Bianco
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0.36
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0.16
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0.000 m^2K/W

Permeabilità all'aria

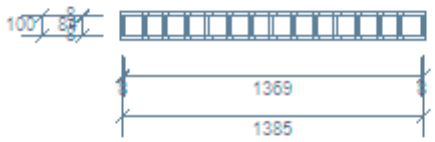
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

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

Finestra nastro corridoio - primo tratto - intervento



Larghezza	L	1,385 cm
Altezza	H	100 cm
Area del vetro	Ag	10.626 m^2
Area del telaio	Af	3.224 m^2
Area totale del serramento	Aw	13.850 m^2
Perimetro del vetro	p	48.820 m
Trasmittanza	Uw	1.200 W/(m^2K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1.200 W/(m^2K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	5.681 W/(m^2K)
Coeff di trasmissione solare	g_{gl}	0.670
Emissività	ε	0.837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5.900 W/(m^2K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0.080 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Bianco
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	$g_{gl,sh,d}$	0.36
Fattore di schermatura diretto	$g_{gl,sh,b}$	0.16
Fattore di schermatura tende	$g_{gl,sh}/g_{gl}$	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0.000 m^2K/W

Permeabilità all'aria

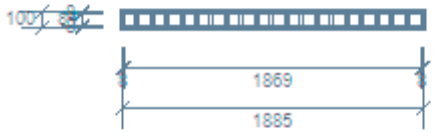
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

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

Finestra nastro corridoio - secondo tratto - intervento



Larghezza	L	1,885 cm
Altezza	H	100 cm
Area del vetro	Ag	14.423 m^2
Area del telaio	Af	4.427 m^2
Area totale del serramento	Aw	18.850 m^2
Perimetro del vetro	p	67.940 m
Trasmittanza	Uw	1.200 W/(m^2K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1.200 W/(m^2K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	5.681 W/(m^2K)
Coeff di trasmissione solare	g_{gl}	0.670
Emissività	ε	0.837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5.900 W/(m^2K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0.080 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Bianco
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0.36
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0.16
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0.000 m^2K/W

Permeabilità all'aria

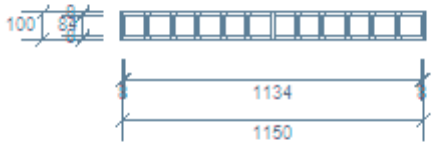
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

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

Finestra nastro corridoio - secondo tratto PT - intervento



Larghezza	L	1,150 cm
Altezza	H	100 cm
Area del vetro	Ag	8.786 m^2
Area del telaio	Af	2.714 m^2
Area totale del serramento	Aw	11.500 m^2
Perimetro del vetro	p	41.080 m
Trasmittanza	Uw	1.300 W/(m^2K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1.300 W/(m^2K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	5.681 W/(m^2K)
Coeff di trasmissione solare	g_{gl}	0.670
Emissività	ε	0.837

Telaio

Materiale		Metallo
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Senza taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	5.900 W/(m^2K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0.080 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali
Colore	Bianco
Posizione	Schermatura esterna
Trasparenza	Opaca

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0.36
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0.16
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR 0.000 m^2K/W

Permeabilità all'aria

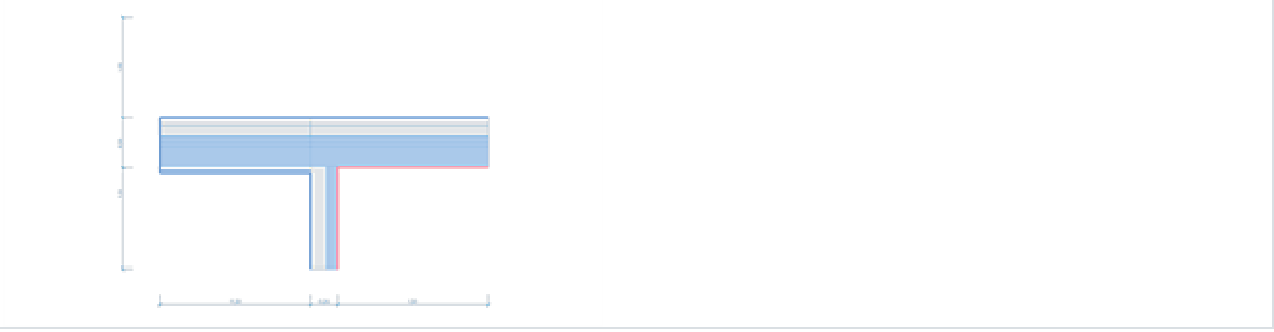
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

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

Strutture associate al serramento

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

PONTE TERMICO Parete - copertura

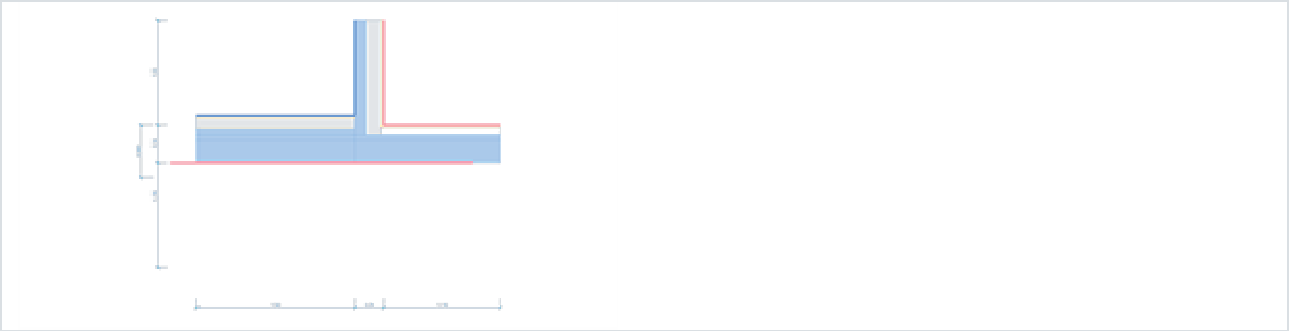


Nome	Parete - copertura		
Categoria	BALCONI		
Codice	PON002	Disperde verso	Esterno
Ricavato da	Analisi FEM		

Trasmittanza termica lineare del ponte termico

Riferita alle dimensioni esterne Ψe	0.156 W/mK
Riferita alle dimensioni interne Yi	0.310 W/mK
Riferita a dimensioni interne lorde	0.000 W/mK

PONTE TERMICO Parete - pavimento con terrazzo

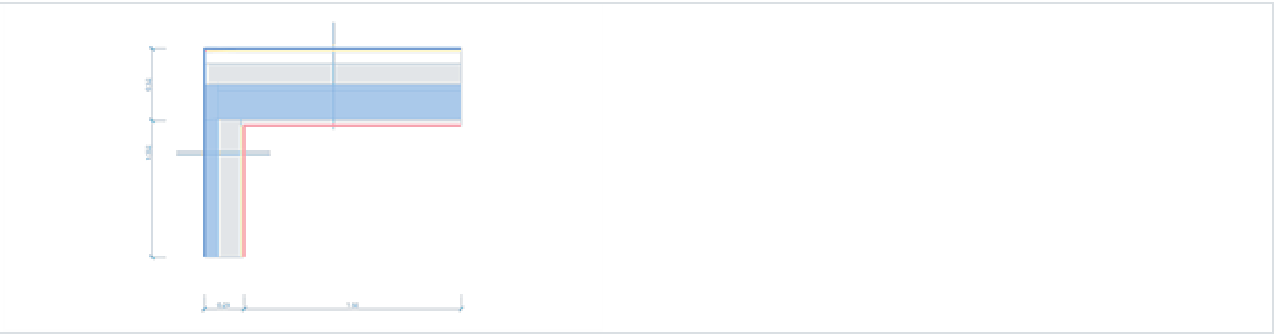


Nome	Parete - pavimento con terrazzo		
Categoria	BALCONI		
Codice	PON005	Disperde verso	Esterno
Ricavato da	Analisi FEM		

Trasmittanza termica lineare del ponte termico

Riferita alle dimensioni esterne Ψe	0.798 W/mK
Riferita alle dimensioni interne Yi	0.871 W/mK
Riferita a dimensioni interne lorde	0.000 W/mK

PONTE TERMICO Parete con copertura piana corridoio

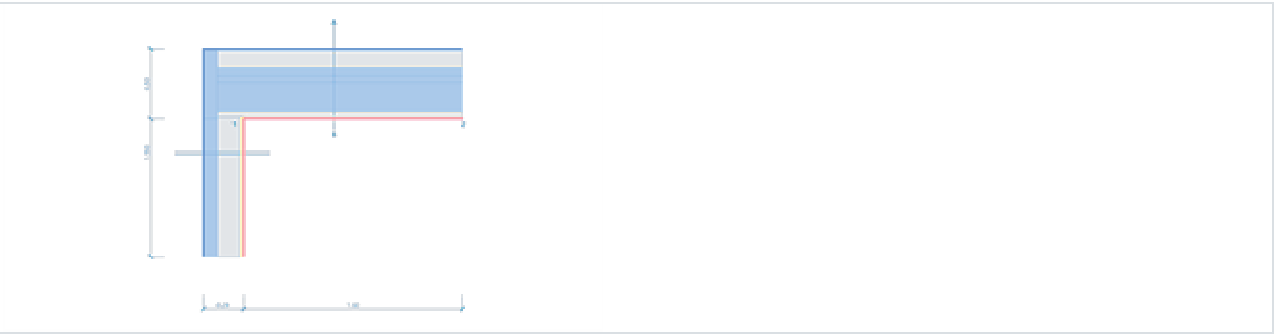


Nome	Parete con copertura piana corridoio		
Categoria	COPERTURE		
Codice	PON003	Disperde verso	Esterno
Ricavato da	Analisi FEM		

Trasmittanza termica lineare del ponte termico

Riferita alle dimensioni esterne Ψe	0.039 W/mK
Riferita alle dimensioni interne Yi	0.196 W/mK
Riferita a dimensioni interne lorde	0.000 W/mK

PONTE TERMICO Parete copertura piana terrazzini



Nome	Parete copertura piana terrazzini		
Categoria	COPERTURE		
Codice	PON004	Disperde verso	Esterno
Ricavato da	Analisi FEM		

Trasmittanza termica lineare del ponte termico

Riferita alle dimensioni esterne Ψe	0.066 W/mK
Riferita alle dimensioni interne Yi	0.223 W/mK
Riferita a dimensioni interne lorde	0.000 W/mK

STUDIO DI INGEGNERIA
DOTT. ING. STEFANO BARONI

Allegato

RELAZIONE DI CALCOLO PER IL MIGLIORAMENTO DEI PONTI TERMICI

Dati di riferimento committente:

Intestatario	Università degli studi dell'Insubria
Indirizzo	Via Ravasi 2
Città	21100 Varese (VA)

Dati di riferimento edificio:

Indirizzo	Via Castelnuovo 7a
Città	22100 Como (CO)

Dati di riferimento progetto:

Società	Studio di Ingegneria Ing. Stefano Baroni
Data del progetto	09/07/2021
Commessa di lavoro	20164
Tecnico incaricato	Ing. Stefano Baroni

REV.	DATA	OGGETTO REVISIONE	RED.	VER.	APP.	APP. COMM.		
H								
G								
F								
E								
D								
C	12/08/2021	Revisione	MG	SB	SB			
B	09/07/2021	Prima emissione	MG	SB	SB			
A	12/08/2021	Revisione	MG	SB	SB			

12/08/2021

Data

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. VARESE
Dott. Ing. BARONI STEFANO N. 2924

Firma del professionista

SOMMARIO

1. Premessa 4
2. Norma di riferimento e metodo di calcolo 4
3. Validazione del metodo di calcolo 5
4. Ponte termico 01: Parete con copertura piana corridoio 6
4.1 Dettagli del ponte termico 6
4.2 Condizioni al contorno 7
4.3 Discretizzazione degli elementi 7
4.4 Curve di temperatura 8
4.5 Risultati di calcolo 8
4.6 Valutazione del ponte termico corretto 8
4.7 Verifica di assenza di formazione di muffa 9
5. Ponte termico 02: Parete - copertura 11
5.1 Dettagli del ponte termico 11
5.2 Condizioni al contorno 12
5.3 Discretizzazione degli elementi 12
5.4 Curve di temperatura 13
5.5 Risultati di calcolo 14
5.6 Valutazione del ponte termico corretto 14
5.7 Verifica di assenza di formazione di muffa 14
6. Ponte termico 03: Parete – pavimento con terrazzo 17
6.1 Dettagli del ponte termico 17
6.2 Condizioni al contorno 18
6.3 Discretizzazione degli elementi 18
6.4 Curve di temperatura 19
6.5 Risultati di calcolo 19

DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

6.6 Valutazione del ponte termico corretto 19
6.7 Verifica di assenza di formazione di muffa 20
7. Ponte termico 04: Parete – copertura piana terrazzini 22
7.1 Dettagli del ponte termico 22
7.2 Condizioni al contorno 23
7.3 Discretizzazione degli elementi 23
7.4 Curve di temperatura 24
7.5 Risultati di calcolo 24
7.6 Valutazione del ponte termico corretto 24
7.7 Verifica di assenza di formazione di muffa 25

Dott. Ing. Stefano Baroni, Via Martiri Patrioti n°64, 21046 Malnate (Va)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 Tel. Fax 0332.195.0562 - Cell. 349.15.47.173 - E-Mail info@studiotecnicobaroni.com

1. PREMESSA

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

- Modifica del flusso termico
- Modifica della temperatura superficiale

rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

La presente relazione riporta la valutazione della trasmittanza lineica 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.

2. NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

UNI EN ISO 10211 – Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures
General calculation methods.
UNI EN ISO 13788 - Hygrothermal performance of building components and building elements – Internal
surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation - Calculation methods
UNI EN ISO 6946 - Building components and building elements - Thermal resistance and thermal
transmittance - Calculation method
Il metodo di calcolo utilizzato nella valutazione del ponte termico si basa su quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 10211.
La norma specifica la definizione dei limiti geometrici del modello e dei criteri da adottare per la sua suddivisione, le condizioni termiche al contorno, i valori termici e le relazioni da utilizzare.
La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

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

Dott. Ing. Stefano Baroni, Via Martiri Patrioti n°64, 21046 Malnate (Va)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 Tel. Fax 0332.195.0562 - Cell. 349.15.47.173 - E-Mail info@studiotecnicobaroni.com

3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

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

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

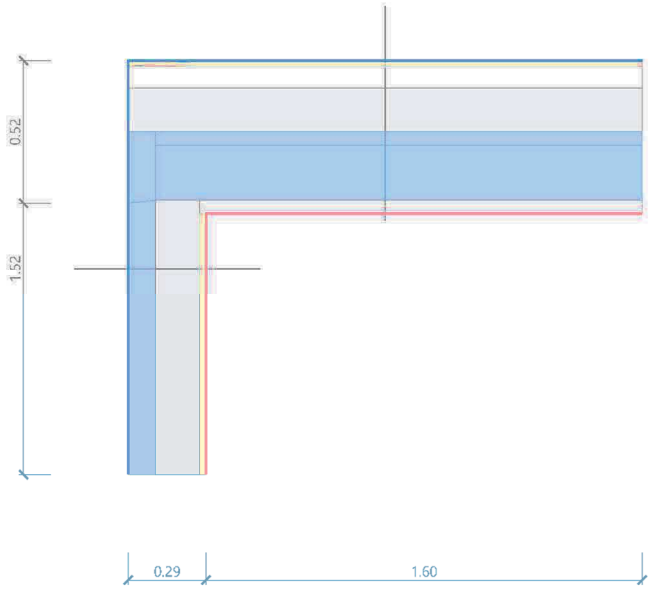
- Fornisce le temperature e i flussi termici
- Consente di calcolare temperature e flussi termici anche in posizioni diverse da quelle indicate.
- Converge alla soluzione analitica (dove esiste) all'aumentare delle suddivisioni.
- Determina il numero di suddivisioni seguendo questa regola: esegue la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

Dott. Ing. Stefano Baroni, Via Martiri Patrioti n°64, 21046 Malnate (Va)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 Tel. Fax 0332.195.0562 - Cell. 349.15.47.173 - E-Mail info@studiotecnicobaroni.com

4. PONTE TERMICO 01: PARETE CON COPERTURA PIANA CORRIDOIO

4.1 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	Pavimentazione interna-gres	1.470
2	Armato (con 2% di acciaio)	2.500
5	Armato (con 2% di acciaio)	2.500
6	Pannello polistirene EPS	0.035
7	Cartongesso in lastre	0.210
8	Pavimentazione interna-gres	1.470
9	Aria 80 mm (flusso verticale discendente)	0.360
10	Pannello polistirene EPS	0.035
11	Armato (con 2% di acciaio)	2.500
12	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	0.667
13	Pannello polistirene EPS	0.035

DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

4.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Como - (CO).
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

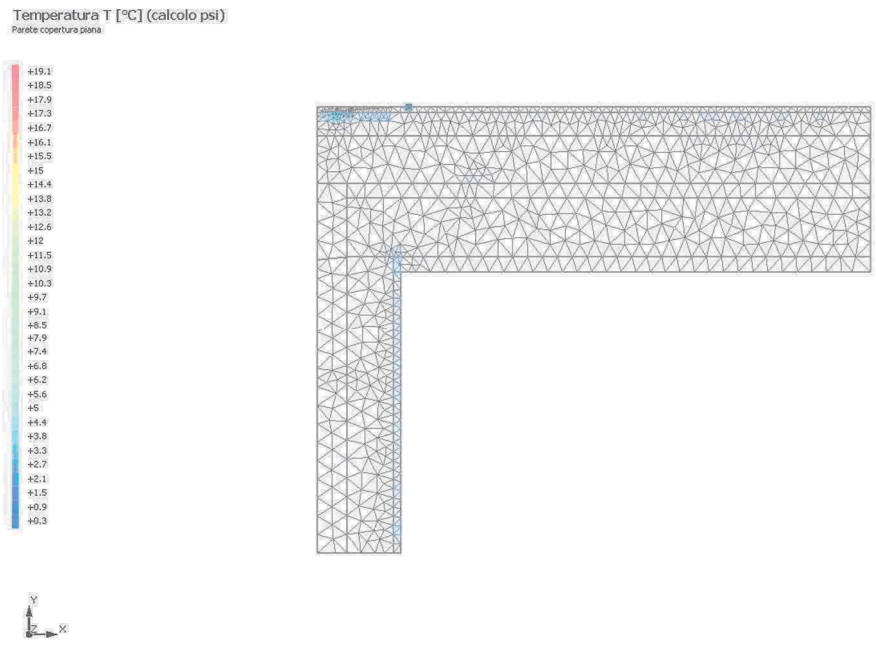
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	0.5	0.04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	0.5	0.04
3	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	0.5	0.04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	0.5	0.04
5	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	0.5	0.04
6	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20.0	0.13
7	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20.0	0.10

4.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 892

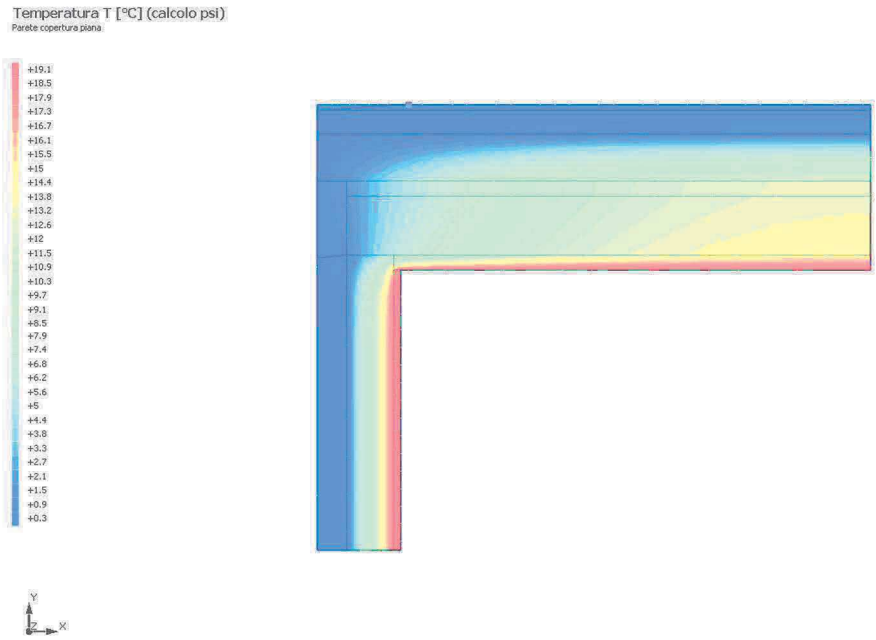
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

4.4 CURVE DI TEMPERATURA

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



4.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.
Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	12.29	W/m
Ψ interno	0.1955	W/mK
Ψ esterno	0.0387	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0.63	W/mK
Temperatura minima	16.9	°C

4.6 VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO

L'Allegato A del D.Lgs 311/2006 introduce la definizione di ponte termico corretto quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

Percentuale di attribuzione del ponte termico alla trasmittanza della struttura corrente	4.2%

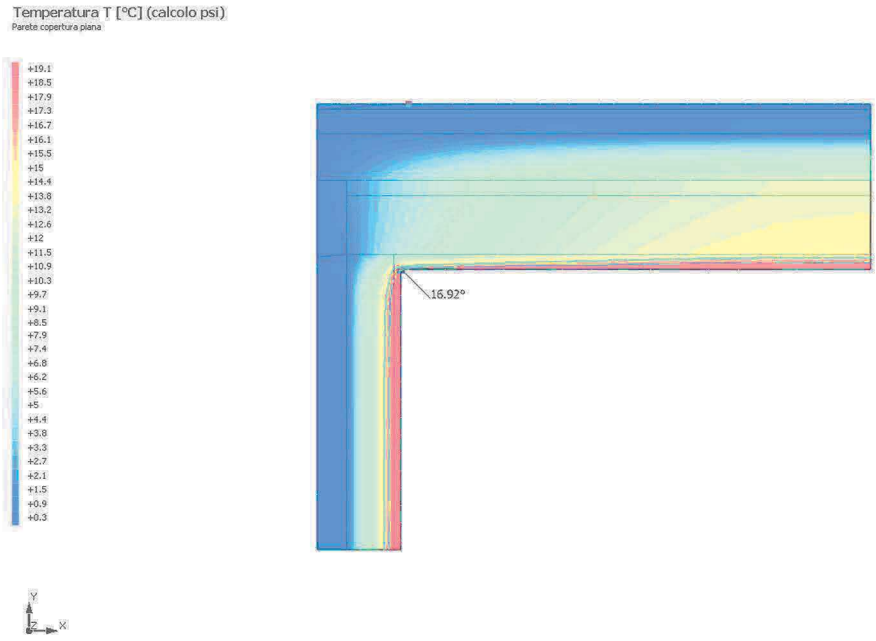
DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

4.7 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 θsi temperatura superficiale interna [°C]
θe temperatura dell'aria esterna [°C]
θi 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 Como, CO

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

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

Mese	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	12.00	82.9	1,162.1	384.0	1,546.1	1,932.6	16.97	20.00	0.6209
novembre	7.70	95.9	1,007.4	536.7	1,544.1	1,930.1	16.95	20.00	0.7518
dicembre	4.30	91.2	757.1	657.3	1,414.5	1,768.1	15.57	20.00	0.7179
gennaio	0.50	90.1	570.4	792.3	1,362.7	1,703.3	14.99	20.00	0.7431
febbraio	4.60	66.5	563.8	646.7	1,210.5	1,513.1	13.16	20.00	0.5561
marzo	9.30	64.3	752.9	479.8	1,232.7	1,540.9	13.44	20.00	0.3872
aprile	12.60	67.4	982.9	362.7	1,345.6	1,681.9	14.79	20.00	0.2965

Te temperatura esterna media mensile [°C]

DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

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

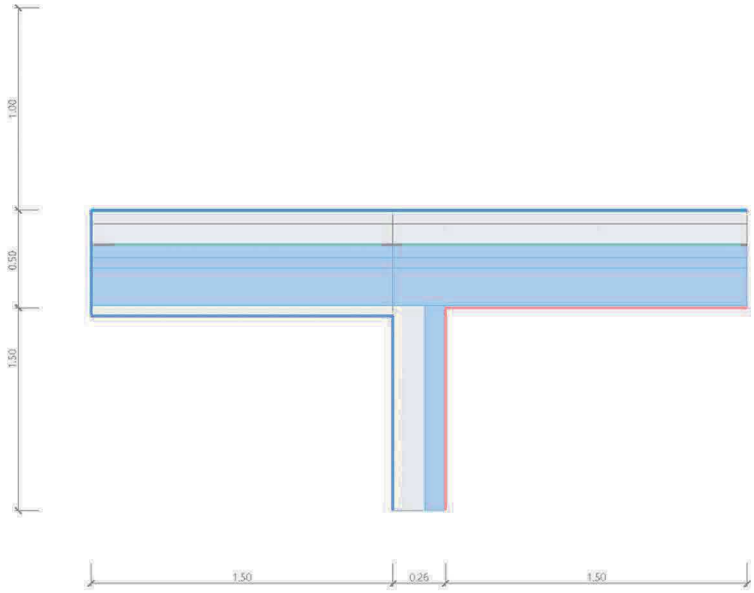
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0.842
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0.752
Mese critico	Novembre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	frsi>frsi,max: assenza di muffa

Dott. Ing. Stefano Baroni, Via Martiri Patrioti n°64, 21046 Malnate (Va)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 Tel. Fax 0332.195.0562 - Cell. 349.15.47.173 - E-Mail info@studiotecnicobaroni.com

5. PONTE TERMICO 02: PARETE - COPERTURA

5.1 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	Pannello polistirene EPS	0.035
6	Armato (con 2% di acciaio)	2.500
7	Guaina in bitume	0.170
8	Pannello polistirene EPS	0.035
9	Pannello polistirene EPS	0.035
10	Guaina in bitume	0.170
11	Massetto in cls alleggerito	1.080
12	Armato (con 2% di acciaio)	2.500
13	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	0.667
14	Intonaco interno	0.700
15	Guaina in bitume	0.170
16	Pannello polistirene EPS	0.035
17	Pannello polistirene EPS	0.035
18	Guaina in bitume	0.170
19	Massetto in cls alleggerito	1.080

DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

20	Armato (con 2% di acciaio)	2.500
21	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	0.667
22	Pannello polistirene EPS	0.035

5.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Como - (CO).
Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.
Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m^2K/W]
1	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	0.5	0.04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	0.5	0.04
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	0.5	0.04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	0.5	0.04
5	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	0.5	0.04
6	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20.0	0.13
7	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20.0	0.10

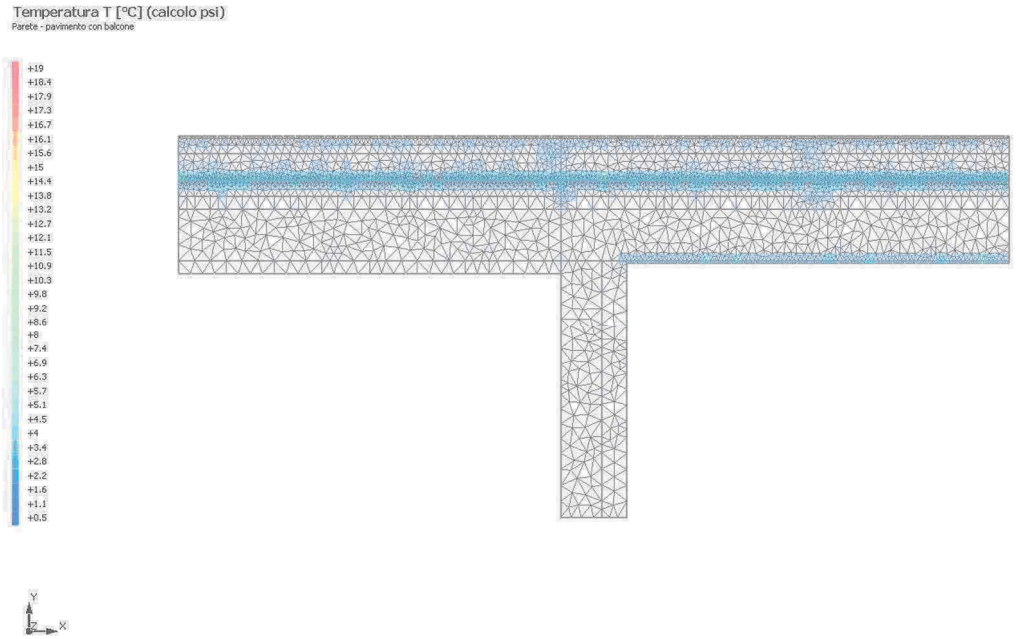
5.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 892

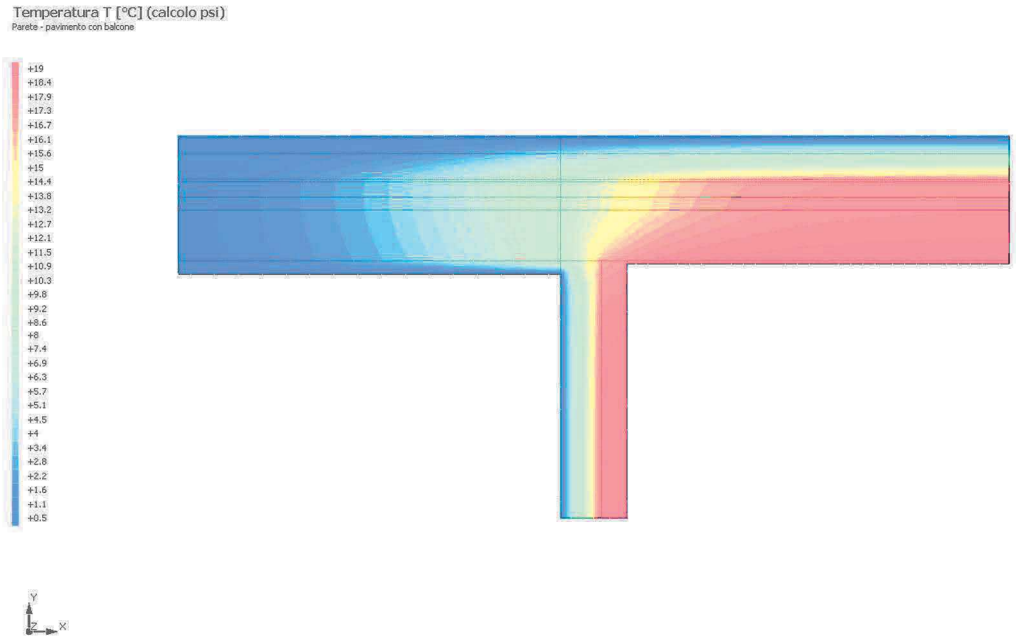
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:

DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM



5.4 CURVE DI TEMPERATURA

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



DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

5.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.
Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	15.75	W/m
Ψ interno	0.3100	W/mK
Ψ esterno	0.1563	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0.81	W/mK
Temperatura minima	17.9	°C

5.6 VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO

L'Allegato A del D.Lgs 311/2006 introduce la definizione di ponte termico corretto quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

Percentuale di attribuzione del ponte termico alla trasmittanza della struttura corrente	4.2%

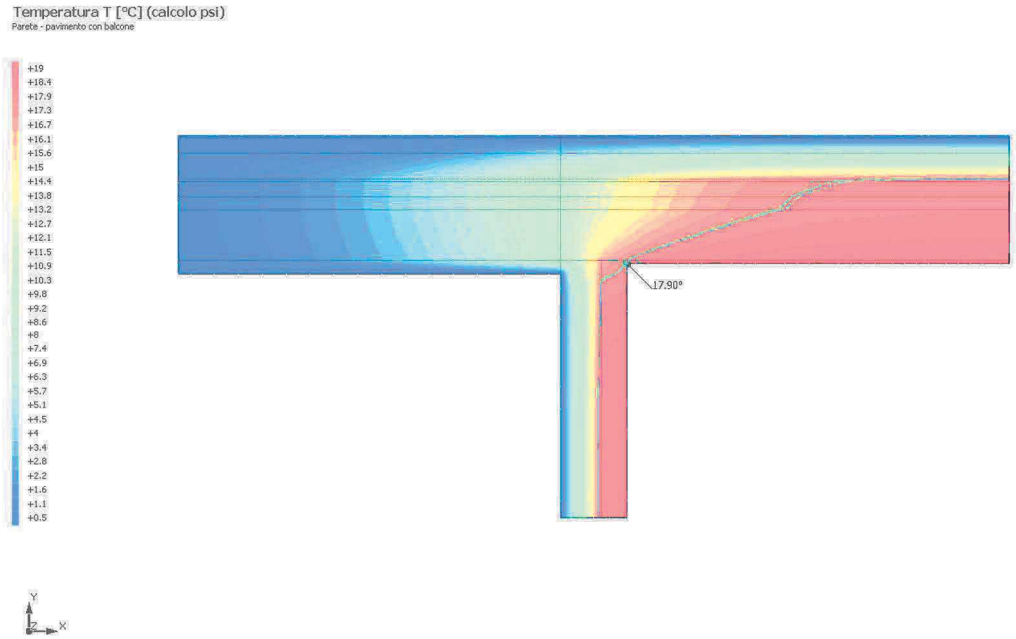
5.7 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

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 θsi temperatura superficiale interna [°C]
θe temperatura dell'aria esterna [°C]
θi temperatura dell'aria interna [°C]

DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM



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 Como, CO

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	Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	φ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	12.00	20.00	65	1,635.9	2,044.8	17.86	0.7326
novembre	7.70	20.00	65	1,635.9	2,044.8	17.86	0.8261
dicembre	4.30	20.00	65	1,635.9	2,044.8	17.86	0.8637
gennaio	0.50	20.00	65	1,635.9	2,044.8	17.86	0.8903
febbraio	4.60	20.00	65	1,635.9	2,044.8	17.86	0.8611
marzo	9.30	20.00	65	1,635.9	2,044.8	17.86	0.8001
aprile	12.60	20.00	65	1,635.9	2,044.8	17.86	0.7109

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	0.892

Dott. Ing. Stefano Baroni, Via Martiri Patrioti n°64, 21046 Malnate (Va)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 Tel. Fax 0332.195.0562 - Cell. 349.15.47.173 - E-Mail info@studiotecnicobaroni.com

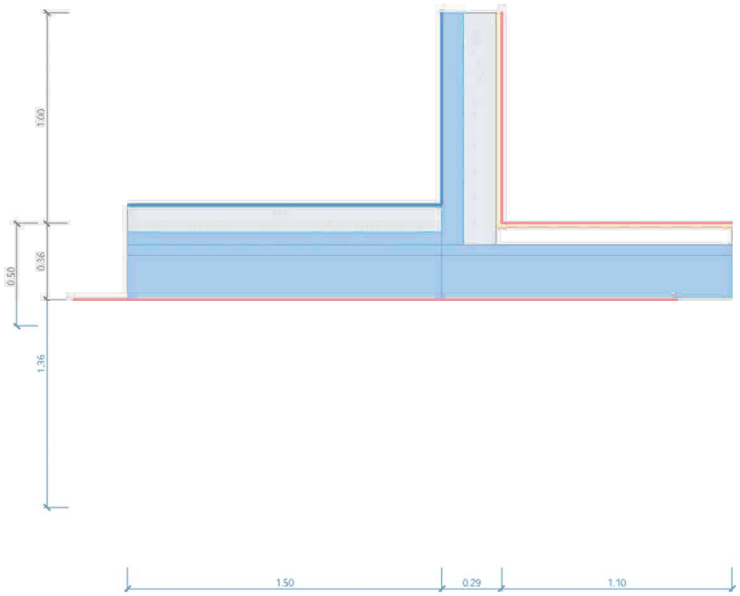
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0.890
Mese critico	Gennaio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	frsi>frsi,max: assenza di muffa

Dott. Ing. Stefano Baroni, Via Martiri Patrioti n°64, 21046 Malnate (Va)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 Tel. Fax 0332.195.0562 - Cell. 349.15.47.173 - E-Mail info@studiotecnicobaroni.com

6. PONTE TERMICO 03: PARETE – PAVIMENTO CON TERRAZZO

6.1 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	Armato (con 2% di acciaio)	2.500
2	Pannello polistirene EPS	0.035
3	Cartongesso in lastre	0.210
10	Pavimentazione interna-gres	1.470
11	Aria 80 mm (flusso verticale discendente)	0.360
12	Armato (con 2% di acciaio)	2.500
13	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	0.667
14	Intonaco interno	0.700
15	Guaina in bitume	0.170
16	Pannello polistirene EPS	0.035
17	Massetto in cls alleggerito	1.080
18	Armato (con 2% di acciaio)	2.500
19	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	0.667
20	Intonaco interno	0.700

DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

6.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Como - (CO).
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

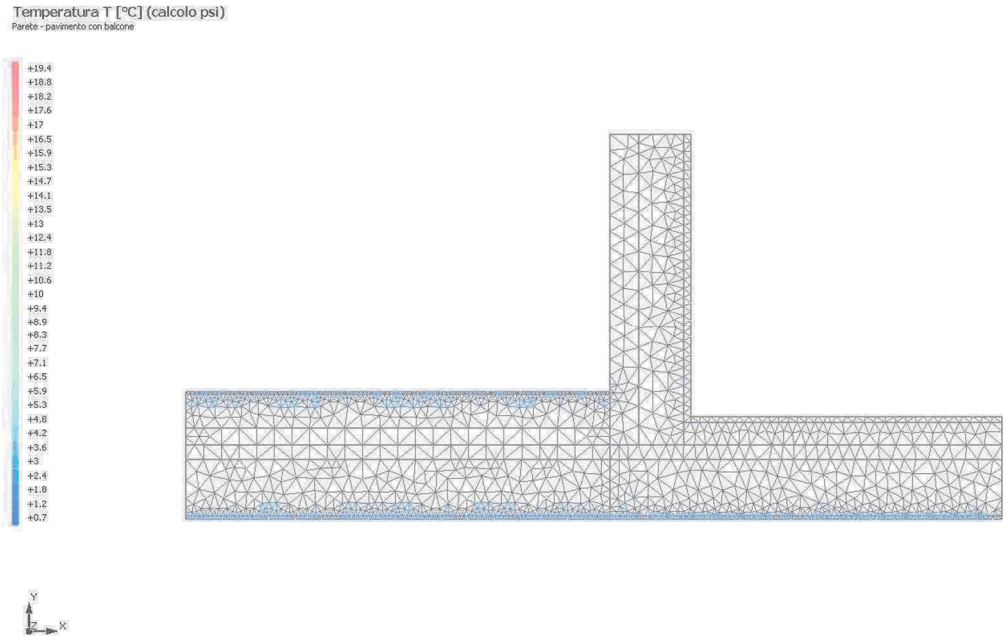
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	0.5	0.04
2	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	0.5	0.04
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20.0	0.13
4	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20.0	0.17
5	Interno	20.0	0.13

6.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1,698

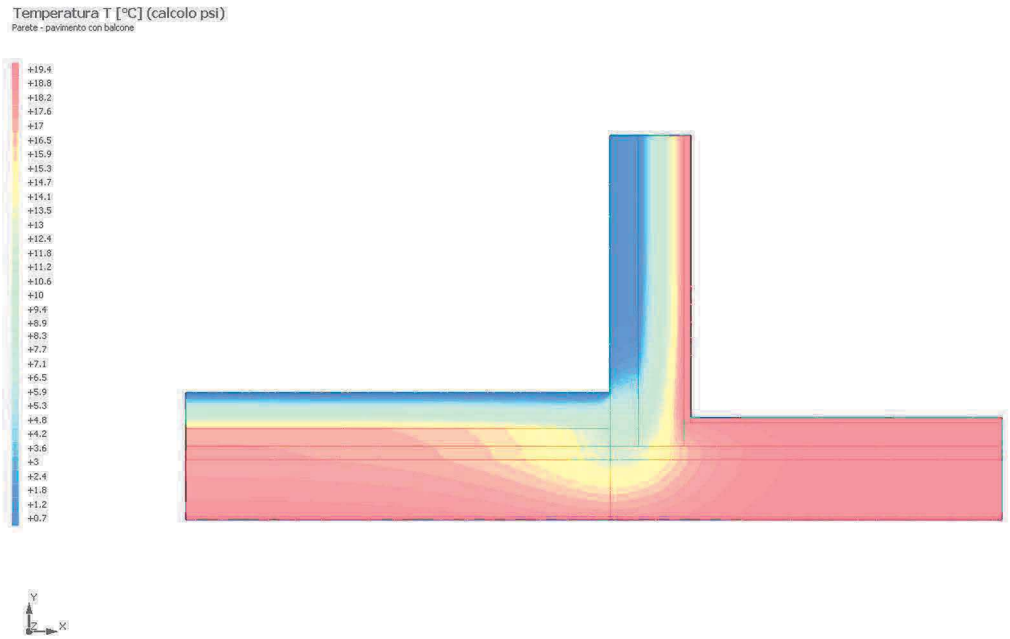
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

6.4 CURVE DI TEMPERATURA

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



6.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.
Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	20.97	W/m
Ψ interno	0.8712	W/mK
Ψ esterno	0.7978	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1.08	W/mK
Temperatura minima	17.2	°C

6.6 VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO

L'Allegato A del D.Lgs 311/2006 introduce la definizione di ponte termico corretto quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

Percentuale di attribuzione del ponte termico alla trasmittanza della struttura corrente ∞%

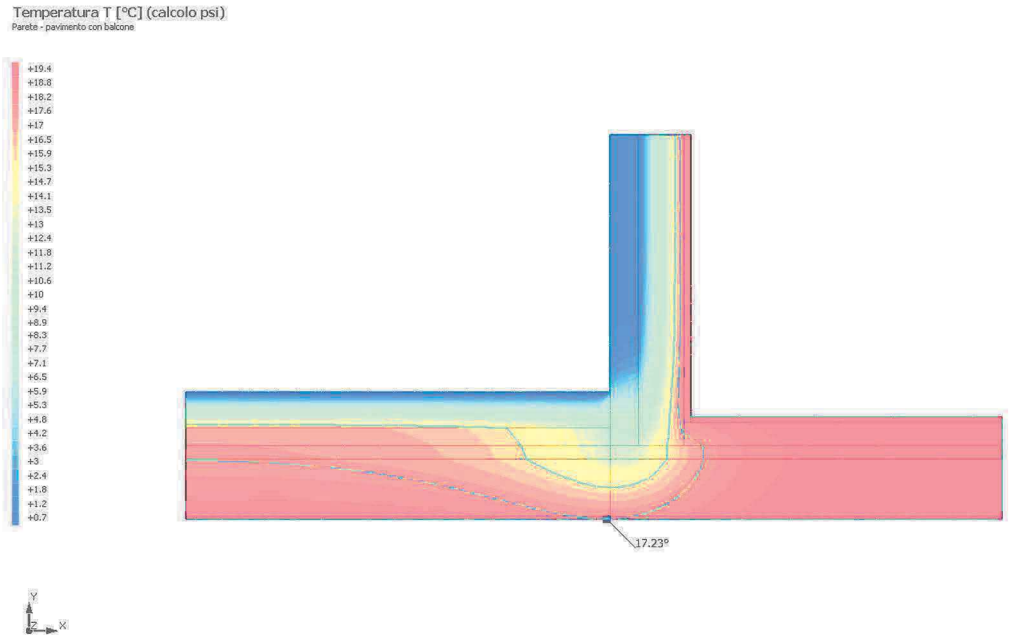
DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

6.7 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 θsi temperatura superficiale interna [°C]
θe temperatura dell'aria esterna [°C]
θi 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 Como, CO

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

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

Mese	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	12.00	82.9	1,162.1	384.0	1,546.1	1,932.6	16.97	20.00	0.6209
novembre	7.70	95.9	1,007.4	536.7	1,544.1	1,930.1	16.95	20.00	0.7518
dicembre	4.30	91.2	757.1	657.3	1,414.5	1,768.1	15.57	20.00	0.7179
gennaio	0.50	90.1	570.4	792.3	1,362.7	1,703.3	14.99	20.00	0.7431
febbraio	4.60	66.5	563.8	646.7	1,210.5	1,513.1	13.16	20.00	0.5561
marzo	9.30	64.3	752.9	479.8	1,232.7	1,540.9	13.44	20.00	0.3872
aprile	12.60	67.4	982.9	362.7	1,345.6	1,681.9	14.79	20.00	0.2965

Te temperatura esterna media mensile [°C]

DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

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

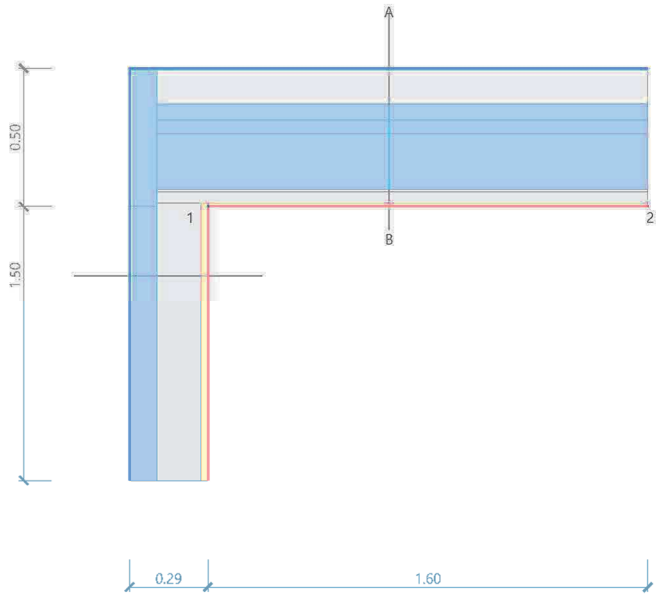
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0.858
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0.752
Mese critico	Novembre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	frsi>frsi,max: assenza di muffa

Dott. Ing. Stefano Baroni, Via Martiri Patrioti n°64, 21046 Malnate (Va)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 Tel. Fax 0332.195.0562 - Cell. 349.15.47.173 - E-Mail info@studiotecnicobaroni.com

7. PONTE TERMICO 04: PARETE – COPERTURA PIANA TERRAZZINI

7.1 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	Guaina in bitume	0.170
2	Armato (con 2% di acciaio)	2.500
5	Armato (con 2% di acciaio)	2.500
6	Pannello polistirene EPS	0.035
7	Cartongesso in lastre	0.210
8	Guaina in bitume	0.170
9	Pannello polistirene EPS	0.035
10	Massetto in cls alleggerito	1.080
11	Armato (con 2% di acciaio)	2.500
12	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi collaboranti in opera	0.667
13	Intonaco interno	0.700
14	Pannello polistirene EPS	0.035
15	Cartongesso in lastre	0.210

DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

7.2 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Como - (CO).
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

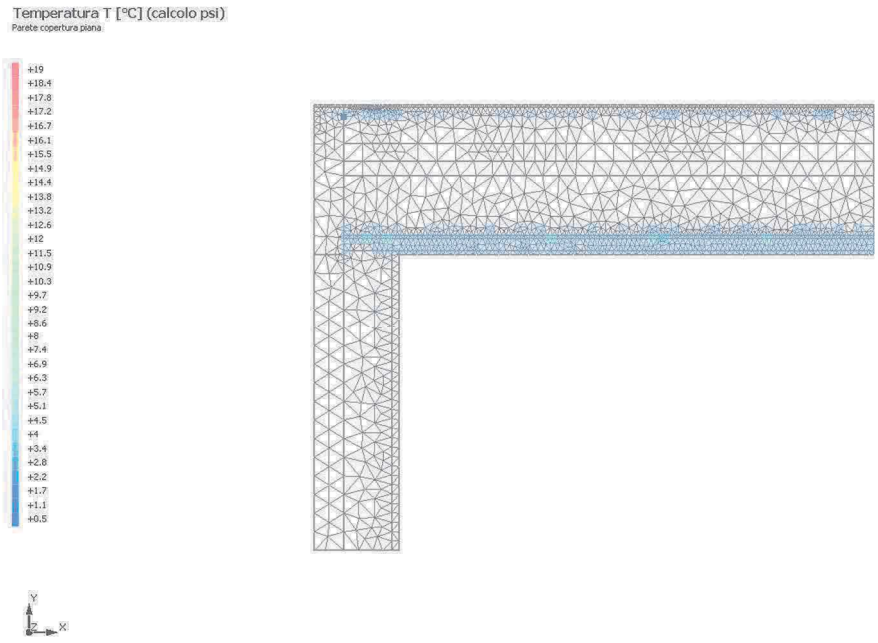
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	0.5	0.04
2	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	0.5	0.04
3	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	0.5	0.04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	0.5	0.04
5	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	0.5	0.04
6	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20.0	0.13
7	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20.0	0.10

7.3 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

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

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 1,800

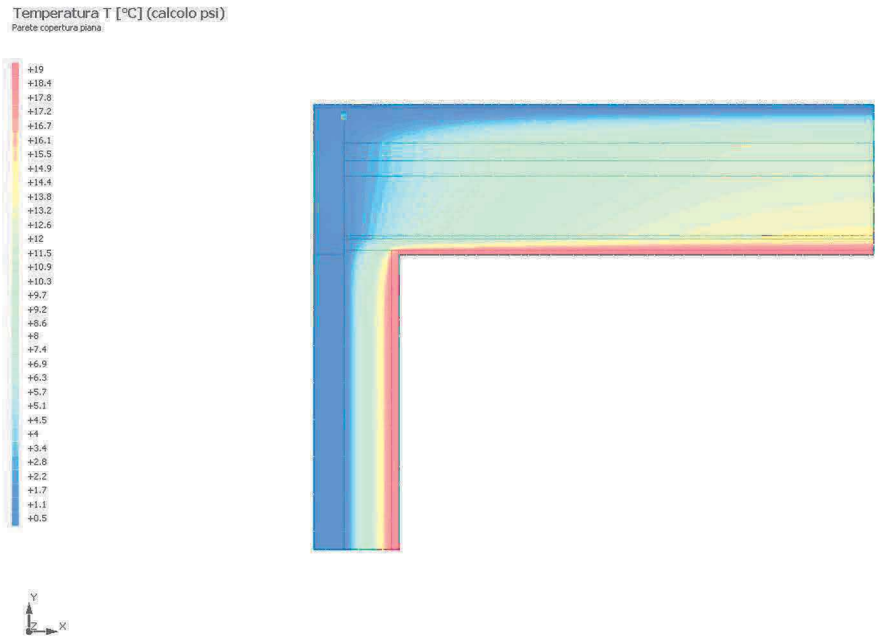
Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

7.4 CURVE DI TEMPERATURA

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



7.5 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.
Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	14.32	W/m
Ψ interno	0.2233	W/mK
Ψ esterno	0.0664	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0.73	W/mK
Temperatura minima	16.7	°C

7.6 VALUTAZIONE DEL PONTE TERMICO CORRETTO

L'Allegato A del D.Lgs 311/2006 introduce la definizione di ponte termico corretto quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

Percentuale di attribuzione del ponte termico alla trasmittanza della struttura corrente	3.8%

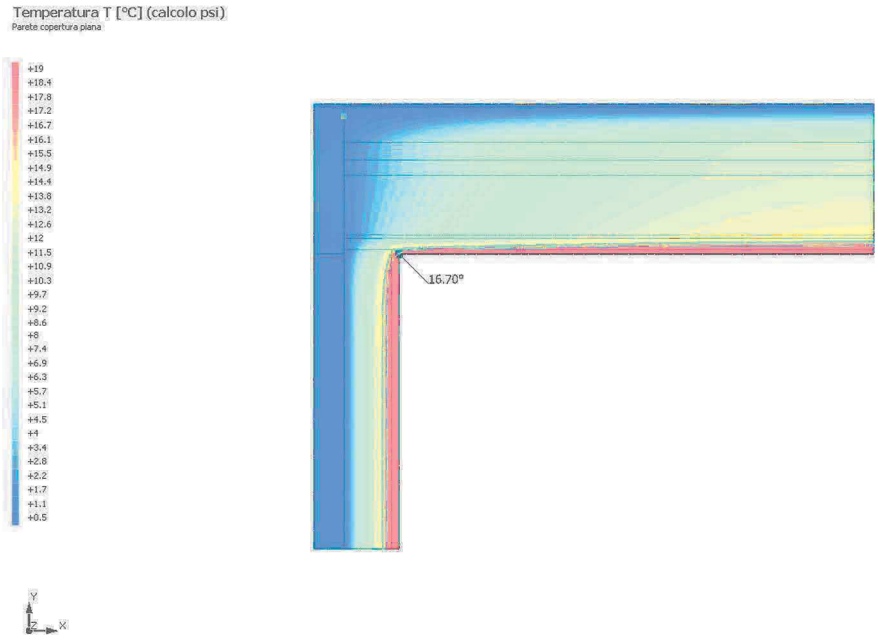
DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

7.7 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 θsi temperatura superficiale interna [°C]
θe temperatura dell'aria esterna [°C]
θi 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 Como, CO

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

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

Mese	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	12.00	82.9	1,162.1	384.0	1,546.1	1,932.6	16.97	20.00	0.6209
novembre	7.70	95.9	1,007.4	536.7	1,544.1	1,930.1	16.95	20.00	0.7518
dicembre	4.30	91.2	757.1	657.3	1,414.5	1,768.1	15.57	20.00	0.7179
gennaio	0.50	90.1	570.4	792.3	1,362.7	1,703.3	14.99	20.00	0.7431
febbraio	4.60	66.5	563.8	646.7	1,210.5	1,513.1	13.16	20.00	0.5561
marzo	9.30	64.3	752.9	479.8	1,232.7	1,540.9	13.44	20.00	0.3872
aprile	12.60	67.4	982.9	362.7	1,345.6	1,681.9	14.79	20.00	0.2965

Te temperatura esterna media mensile [°C]

DOTT. ING. STEFANO BARONI, VIA MARTIRI PATRIOTI N°64, 21046 MALNATE (VA)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 TEL. FAX 0332.195.0562 - CELL. 349.15.47.173 - E-MAIL INFO@STUDIOTECNICOBARONI.COM

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	0.831
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0.752
Mese critico	Novembre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	frsi>frsi,max: assenza di muffa

Dott. Ing. Stefano Baroni, Via Martiri Patrioti n°64, 21046 Malnate (Va)
C.F. BRN SFN 79T12F 205U - P.I. 02858210129 Tel. Fax 0332.195.0562 - Cell. 349.15.47.173 - E-Mail info@studiotecnicobaroni.com