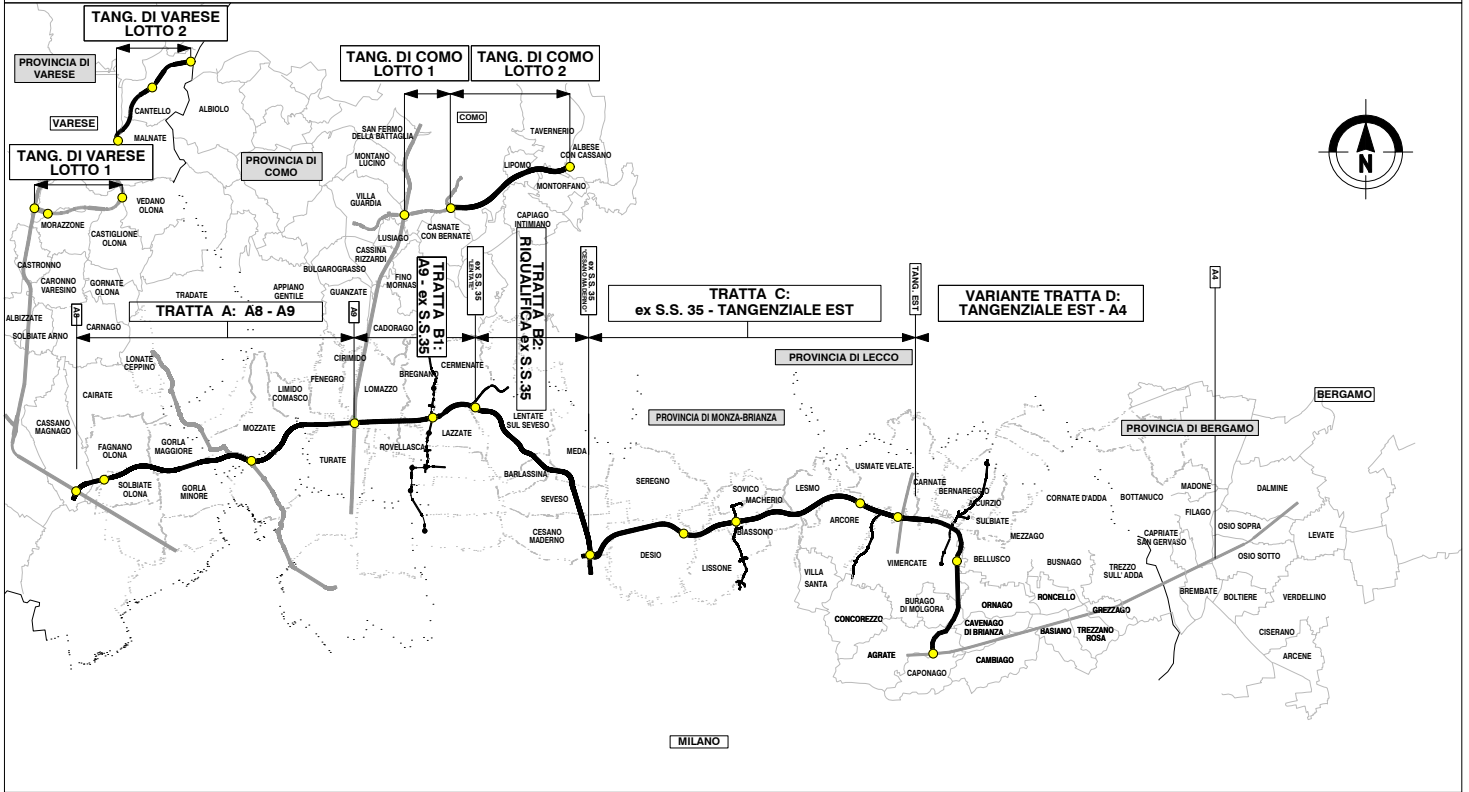


# QUADRO DI UNIONE GENERALE



## COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE

### DALMINE-COMO-VARESE-VALICO DEL GAGGIOLO E OPERE AD ESSO CONNESSE

CODICE C.U.P. F11B06000270007

## PROGETTO DEFINITIVO VARIANTE TRATTA D IMPIANTI

### RELAZIONE TECNICA SUL CONSUMO ENERGETICO (LEGGE 10) - EDIFICI DI STAZIONE

#### IDENTIFICAZIONE ELABORATO

FASE PROGETTUALE	AMBITO	TRATTA	CATEGORIA	OPERA	PARTI DI OPERA	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVA	REVISIONE ESTERNA
D	IM	DD	E01	FA01	000	TI	001	A

DATA 30 Giugno 2023

SCALA

#### CONCEDENTE



#### PROGETTAZIONE



#### DATA

#### REVISIONE

Giugno 2023 EMISSIONE A

#### ELABORAZIONE PROGETTUALE

**Direzione Ingegneria BIM Center**  
Arch. Fabio Massimo Saldini RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  
Ing. Lucia Samorani

Redatto Ing. Tambozzo Visto Ing. Gardella Contributo specialistico Ing. Samorani

#### CONCESSIONARIO

Direttore Ingegneria e BIM Center: Arch. Fabio Massimo Saldini  
Direttore Tecnico: Ing. Paolo Simonetta  
Responsabile Funzione Tecnica, Project Financing e ACT: Ing. Andrea Gonguzzi

#### VERIFICA E VALIDAZIONE

RTI: Conteco Check S.r.l. (Mandante), Rina Check S.r.l. (Mandataria), Bureau Veritas Italia S.p.a. (Mandataria)



COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE  
DALMINE – COMO – VARESE – VALICO DEL GAGGIOLO  
E OPERE CONNESSE

## **PROGETTO DEFINITIVO**

TRATTA D

### **TRATTA D IMPIANTI - RELAZIONI**

#### **Relazione Tecnica “ex L.10”**

Di cui al p.to 4.8 del  
DGR 3868 del 17.07.2015 e s.m.i.  
- Relazione Tecnica sul consumo energetico -



## INDICE

<b>1. DESCRIZIONE DELL'OPERA</b> .....	<b>4</b>
1.1 titolo abilitativo .....	4
<b>2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO</b> .....	<b>4</b>
2.1 EDIFICIO AD ENERGIA QUASI ZERO (NZEB) .....	4
<b>3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ</b> .....	<b>4</b>
<b>4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'INVOLUCRO</b> .....	<b>6</b>
4.1 INFORMAZIONI GENERALI E PRESCRIZIONALI .....	6
<b>5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI</b> .....	<b>9</b>
5.1 impianti termici.....	9
5.2 impianti fotovoltaici .....	15
5.3 impianti solari termici .....	16
<b>6. PARAPRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI</b> .....	<b>16</b>
<b>7. ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE</b> .....	<b>27</b>
<b>8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA</b> .....	<b>27</b>
<b>9. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA</b> .....	<b>28</b>
<b>10. ALLEGATI</b> .....	<b>29</b>
10.1 allegato 1: caratteristiche termiche e igrometriche dei componenti opachi.....	29
10.2 allegato 2: caratteristiche termiche componenti finestrati .....	95
10.3 allegato 3: Verifiche dei ponti termici .....	100
10.4 allegato 4: Verifiche termoigrometriche .....	122
10.5 allegato 5: riepilogo dei principali risultati di calcolo .....	127

## 1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Progetto di nuova realizzazione di edificio da adibire a locali uffici.

L'opera oggetto del presente intervento è ubicata nel Comune di **VIMERCATE**, Provincia di **Monza e della Brianza**.

### 1.1 TITOLO ABILITATIVO

Permesso di costruire del **2023**

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:

Numero delle unità immobiliari:	<b>1</b>	Destinazione d'uso prevalente:	<b>E.2</b>
---------------------------------	----------	--------------------------------	------------

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

DENOMINAZIONE ZONA TERMICA	DESTINAZIONE D'USO DPR 412/93	VOLUME m <sup>3</sup>
Zona Termica 1	<b>E.2</b>	<b>2033,27</b>

## 2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO

Gli elementi tipologici sono indicati al punto 10. della presente relazione tecnica.

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

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

**Sì**

**No**

## 3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93	<b>2404</b>	<i>GG</i>
Temperatura minima di progetto dell'aria esterna	<b>267,8</b>	°K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna	<b>304,0</b>	°K

Vengono di seguito indicati i dati di riferimento, desunti e/o calcolati in accordo alla **UNI 10349:2016** parti 1,2 e 3, della stazione di rilevazione e del capoluogo di provincia utilizzati per la determinazione dei dati climatici corretti della località in cui è ubicato l'involucro oggetto della presente relazione tecnica.

### Stazione di rilevazione più vicina di riferimento

<b>Stazione di rilevazione</b>	<b>Cinisello Balsamo</b>	-	<b>Latitudine</b>	Gradi [°]	<b>45</b>	Primi [ ' ]	<b>32</b>	Secondi [ " ]	<b>31</b>
<b>Sigla</b>	<b>MB</b>	-	<b>Longitudine</b>	Gradi [°]	<b>9</b>	Primi [ ' ]	<b>12</b>	Secondi [ " ]	<b>21</b>

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

Altezza sul livello del mare	142	m
Fattore di correzione altimetrico	178	1°/fc
Zona vento	ND	-
Direzione prevalente del vento	ND	-
Velocità media	1,5	m/s

Simbolo	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
$\theta_e$	°C	2,9	4,8	8,0	13,1	18,0	22,9	24,9	23,9	19,1	13,8	9,3	2,8
Hdh	MJ/m <sup>2</sup>	2,0	3,1	5,1	7,1	8,2	9,9	8,5	7,9	5,5	3,9	2,4	1,8
Hbh	MJ/m <sup>2</sup>	1,9	3,6	5,8	8,3	11,5	10,1	15,5	13,0	8,3	3,8	2,4	1,1
Hdh + Hbh	MJ/m <sup>2</sup>	3,9	6,7	10,9	15,4	19,7	20,0	24,0	20,9	13,8	7,7	4,8	2,9
Pva	Pa	686	632	746	1001	1407	1904	1906	1640	1652	1411	1064	649
Pvs	Pa	752	860	1072	1507	2063	2791	3147	2964	2210	1577	1171	747
URe	%	91,22	73,51	69,58	66,43	68,21	68,22	60,56	55,32	74,75	89,47	90,87	86,92
Vv	m/s	1,2	1,7	1,7	1,8	1,5	1,7	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,4

dove:

$\theta_e$	temperatura media dell'aria esterna	Pva	pressione di vapore dell'aria esterna
Hdh	irradiazione solare giornaliera media mensile diffusa	Pvs	pressione di saturazione del vapore dell'aria esterna
Hbh	irradiazione solare giornaliera media mensile diretta sul piano orizzontale	URe	umidità relativa esterna
Hdh + Hbh	irradiazione solare giornaliera totale sul piano orizzontale	Vv	velocità media del vento

### Capoluogo di provincia più vicino di riferimento

Capoluogo di provincia	Milano	-
Sigla	MI	-
Altezza sul livello del mare	122	m
Temperatura invernale progetto	-5,0	°C
Temperatura massima estiva	31,9	°C
Escursione termica estiva	12,0	°C
Umidità relativa esterna	50,00	%
Umidità specifica esterna (X)	13,70	g/kg
Mese/i più caldo/i	Luglio	-

Latitudine	Gradi [°]	45	Primi [']	27	Secondi ["]	0
Longitudine	Gradi [°]	9	Primi [']	11	Secondi ["]	0

### Dati climatici effettivi di calcolo

Vengono di seguito riportati i principali parametri climatici utilizzati nel calcolo della prestazione energetica dell'involucro oggetto della presente relazione.

Ubicazione involucro	VIMERCATE	-
Regione	Lombardia	-
Zona climatica	E	-
Altezza sul livello del mare	194	m
Gradi giorno	2404	-
Giorni di riscaldamento previsti	183	gg

Latitudine	Gradi sessagesimali [° dec]	45,615556
Longitudine	Gradi sessagesimali [° dec]	9,371111

Temperatura invernale	progetto	-5,4	°C
Temperatura estiva	progetto	31,5	°C
Temperatura annuale	media	13,3	°C
Velocità del vento		1,1	m/s

Simbolo	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
$\theta_e$	°C	2,6	4,5	7,7	12,8	17,7	22,6	24,6	23,6	18,8	13,5	9,0	2,5
Pva	Pa	672	619	731	982	1381	1871	1873	1611	1622	1384	1043	636
Pvs	Pa	737	842	1051	1478	2025	2742	3093	2913	2170	1547	1148	731
URe	%	91,22	73,51	69,58	66,43	68,21	68,22	60,56	55,32	74,75	89,47	90,87	86,92
S	MJ/m <sup>2</sup>	7,07	9,20	10,25	10,09	10,00	9,47	11,04	12,04	11,19	8,65	7,82	4,86
SE	MJ/m <sup>2</sup>	5,54	7,71	9,73	11,09	12,12	11,42	14,00	14,12	11,45	7,65	6,26	3,84
E	MJ/m <sup>2</sup>	3,17	5,20	7,87	10,51	12,97	12,77	15,73	14,18	9,87	5,69	3,83	2,26
NE	MJ/m <sup>2</sup>	1,52	2,77	5,06	7,81	10,55	11,18	12,96	10,70	6,49	3,45	1,92	1,24
N	MJ/m <sup>2</sup>	1,39	2,22	3,64	5,46	7,78	9,12	9,57	7,20	4,18	2,72	1,68	1,19
NO	MJ/m <sup>2</sup>	1,52	2,77	5,06	7,81	10,55	11,18	12,96	10,70	6,49	3,45	1,92	1,24
O	MJ/m <sup>2</sup>	3,17	5,20	7,87	10,51	12,97	12,77	15,73	14,18	9,87	5,69	3,83	2,26
SO	MJ/m <sup>2</sup>	5,54	7,71	9,73	11,09	12,12	11,42	14,00	14,12	11,45	7,65	6,26	3,84
Oriz.	MJ/m <sup>2</sup>	3,90	6,70	10,90	15,40	19,70	20,00	24,00	20,90	13,80	7,70	4,80	2,90
$\theta_{sky}$	°C	-8,4	-9,8	-6,8	-1,3	5,0	10,1	10,1	7,7	7,8	5,1	-0,2	-9,3

dove:

$\theta_e$	temperatura media dell'aria esterna	SE	irradiazione giornaliera su piano verticale orientato a sud-est
Pva	pressione di vapore dell'aria esterna	E	irradiazione giornaliera su piano verticale orientato a est
Pvs	pressione di saturazione del vapore dell'aria esterna	NE	irradiazione giornaliera su piano verticale orientato a nord-est
URe	umidità relativa esterna	N	irradiazione giornaliera su piano verticale orientato a nord
Oriz.	irradiazione giornaliera su piano orizzontale	NO	irradiazione giornaliera su piano verticale orientato a nord-ovest
$\theta_{sky}$	temperatura apparente del cielo	O	irradiazione giornaliera su piano verticale orientato a ovest
S	irradiazione giornaliera su piano verticale orientato a sud	SO	irradiazione giornaliera su piano verticale orientato a sud-ovest

## 4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'INVOLUCRO

Climatizzazione	invernale	estiva	u.m.
Volume lordo climatizzato dell'edificio (V)	<b>2033,27</b>	<b>2033,27</b>	m <sup>3</sup>
Superficie esterna che delimita il volume climatizzato (S)	<b>1001,50</b>	<b>1001,50</b>	m <sup>2</sup>
Rapporto S/V	<b>0,49</b>		
Superficie utile energetica dell'edificio	<b>306,07</b>	<b>306,07</b>	m <sup>2</sup>
Valore di progetto della temperatura interna	<b>20,0</b>	<b>26,0</b>	°C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna	<b>50,0</b>	<b>50,0</b>	%

### 4.1 INFORMAZIONI GENERALI E PRESCRIZIONALI

- Presenza di reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento a meno di 1000 m **No**
- Livello di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS) -
- Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture **No**

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

- 
- Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture **No**
- 
- Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) **No**
- Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore, del freddo e dell'A.C.S. **Si**
- Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare **Si**

*Descrizione e caratteristiche principali:*

Cronotermostato ambiente.

- Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, elettricità e per il raffrescamento secondo i principi minimi di integrazione, le modalità e le decorrenze come definito dal D.Lgs. 199/2021

<b>Verifica (D. Lgs. 199/2021)</b>	Percentuale di copertura del fabbisogno [%]
Verifica della copertura di almeno il 65,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria	<b>98,8 %</b>
Verifica della copertura di almeno il 65,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento	<b>96,4 %</b>
Potenza di picco installata sull'edificio	<b>57,60</b>
Potenza minima di legge $[S * K = 360 * 0,055]$ [kW]	<b>19,8</b>
Verifica della potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili	<b>VERIFICATO</b>



Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

Denominazione	Tipologia	SCOP	SPF	Limite inferiore SPF	Eres* [kWh/anno]
Pompa di calore BHP2/A 2030	Elettricità	4,9	2,88	2,88	834,39
HP 300S (Modello: HP 300S)	Elettricità	3,7	3,54	2,88	421,42

Tipologia impianto	Pompa di calore "Pompa di calore BHP2/A 2030"		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	746,676	0,000	0,000
Fabbisogno totale di energia primaria (kWh anno)	3839,798	0,000	0,000

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	19,446 %	0,000 %	0,000 %
---	----------	---------	---------

Tipologia impianto	Pompa di calore "Pompa di calore Aria-Aria"		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	0,000	0,000	0,000
Fabbisogno totale di energia primaria (kWh anno)	0,000	0,000	0,000

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

Tipologia impianto	Fotovoltaico		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	1811,484	205,874	3939,959
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	93,208 %	98,066 %	100,000 %

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

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

- Verifiche della massa superficiale e della trasmittanza termica periodica dei componenti opachi (Rif. punto 6.16 lettera b) dell'Allegato 1 decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.):

Mese di massima insolazione estiva	$I_{m,s}$ [W/m <sup>2</sup> ]	$I_{m,s}$ limite [W/m <sup>2</sup> ]	Verifica
Luglio	277,78	290,00	Verifica non necessaria

## 5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

### 5.1 IMPIANTI TERMICI

#### a) Descrizione impianto

##### Tipologia

Impianto termico idronico costituito da pompa di calore aria-acqua, tubazioni in multistrato isolate, pompe di circolazione, derivazioni a collettori.

##### Sistema di generazione

Pompa di calore aria-acqua per riscaldamento e raffrescamento.

##### Sistema di termoregolazione

Cronotermostato ambiente.

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

Previsto.

##### Sistema di distribuzione del vettore termico

Tubazioni in multistrato isolate e impianto a collettori.

##### Sistemi di ventilazione forzata

Unità di trattamento aria con portata 1600 mc/h.

##### Sistemi di accumulo termico

Accumulo inerziale da 700lt coibentato che funge anche da separatore idraulico.

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

Scaldacqua in pompa di calore con capacità di accumulo di 300lt accoppiato a sistema di ricircolo.

##### Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (rif. UNI 8065)

**Si**

**Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 100 kW** *0,0 gradi francesi*

**Filtro di sicurezza** *Sì*

**b) Specifiche dei generatori**

**Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria** *Sì*

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

<b>Tipologia di generatore</b>	<b>Pompa di calore</b>
Descrizione	<b>Pompa di calore BHP2/A 2030</b>
Uso	<b>Riscaldamento</b>
Tipologia	<b>Elettrica</b>
Combustibile utilizzato	<b>Elettricità</b>
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	<b>Aria esterna/Acqua impianto</b>
Potenza termica utile	<b>99,2</b>
Potenza elettrica assorbita	<b>20,3</b>
Coefficiente di prestazione (COP)	<b>4,9</b>
Valore minimo prescritto dal regolamento	<b>3,3</b>
Verifica requisiti minimi	<b>VERIFICATO</b>

<b>Tipologia di generatore</b>	<b>Pompa di calore</b>
Descrizione	<b>HP 300S (Modello: HP 300S)</b>
Uso	<b>ACS</b>
Tipologia	<b>Elettrica</b>
Combustibile utilizzato	<b>Elettricità</b>
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	<b>Aria esterna/Acqua impianto</b>
Potenza termica utile	<b>1,9</b>
Potenza elettrica assorbita	<b>0,5</b>
Coefficiente di prestazione (COP)	<b>3,7</b>

<b>Tipologia di generatore</b>	<b>Pompa di calore</b>
Descrizione	<b>Pompa di calore BHP2/A 2030</b>
Uso	<b>Raffrescamento</b>
Tipologia	<b>Elettrica</b>

Combustibile utilizzato	<b>Elettricità</b>
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	<b>Aria_Acqua</b>
Potenza termica utile	<b>108,6</b>
Indice di efficienza energetica (EER)	<b>3,6</b>
Valore minimo prescritto dal regolamento	<b>2,9</b>
Verifica requisiti minimi	<b>VERIFICATO</b>

<b>Tipologia di generatore</b>	<b>Pompa di calore</b>
Descrizione	<b>Pompa di calore Aria-Aria</b>
Uso	<b>Riscaldamento</b>
Tipologia	<b>Elettrica</b>
Combustibile utilizzato	<b>Elettricità</b>
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	<b>Aria esterna/Aria interna</b>
Potenza termica utile	<b>8,2</b>
Potenza elettrica assorbita	<b>1,8</b>
Coefficiente di prestazione (COP)	<b>4,5</b>
Valore minimo prescritto dal regolamento	<b>3,3</b>
Verifica requisiti minimi	<b>VERIFICATO</b>

<b>Tipologia di generatore</b>	<b>Pompa di calore</b>
Descrizione	<b>Pompa di calore Aria-Aria</b>
Uso	<b>Raffrescamento</b>
Tipologia	<b>Elettrica</b>
Combustibile utilizzato	<b>Elettricità</b>
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	<b>Aria_Aria</b>
Potenza termica utile	<b>7,2</b>
Indice di efficienza energetica (EER)	<b>3,0</b>
Valore minimo prescritto dal regolamento	<b>2,9</b>
Verifica requisiti minimi	<b>VERIFICATO</b>

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

#### **Tipo di conduzione invernale prevista**

continua

#### **Tipo di conduzione estiva prevista**

continua

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

Regolatori di zona

**Regolatori climatici delle singole zone o unità immobiliari**

Nessuna descrizione.

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

Cronotermostato ambiente.

Le zone termiche sono dotate dei seguenti sistemi di regolazione:

<b>Zona Termica</b>	<b>Tipo di regolazione</b>	<b>Caratteristiche della regolazione</b>
Zona Climatizzata 1 - Zona Termica 1	Zona + climatica	PI o PID

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

Presenti

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

Ventilconvettori idronici.

Dettaglio dei sottosistemi di emissione delle singole zone termiche con UTA in funzione:

<b>Zona Termica</b>	<b>Tipologia locali</b>	<b>Terminali di erogazione</b>	<b>Potenza termica nominale [W]</b>
Zona Termica 1	Fino a 4 metri	Ventilconvettori	11538,590

In assenza di Ventilazione da UTA (presenza di ventilazione naturale) i fabbisogni termici sono i seguenti:

Nelle seguenti tabelle sono riportate le potenze di picco disperse per trasmissione ( $P_t$ ) e per ventilazione ( $P_v$ ).

$$P_t = A \cdot U \cdot \Delta t + \psi \cdot l \cdot \Delta t \cdot c$$

$$P_v = 0,34 \cdot V \cdot \Delta t \cdot n$$

con  $\Delta t = T_p - T_i$

dove:

$T_p$	Temperatura di progetto [°C]	$V$	Volume netto [m <sup>3</sup> ]	$l$	Lunghezza del ponte termico [m]
$T_i$	Temperatura interna [°C]	$A$	Superficie dell'elemento [m <sup>2</sup> ]	$\psi$	Trasmittanza termica lineica del ponte termico [W/mK]
$n$	Ricambi orari [h <sup>-1</sup> ]	$U$	Trasmittanza termica dell'elemento [W/m <sup>2</sup> K]	$c$	Coefficiente di attribuzione del ponte termico

Classe

**E.2 - Edifici adibiti a uffici e assimilabili**

Superficie esterna disperdente (S)	<b>1001,5030</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	Superficie netta riscaldata	<b>306,0700</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Volume lordo riscaldato (V)	<b>2033,2700</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	Volume netto riscaldato	<b>1117,1510</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
Rapporto di forma (S/V)	<b>0,49</b>	<b>m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup></b>			

Locale	T <sub>i</sub> [°C]	P <sub>t</sub> [W]	P <sub>v</sub> [W]	P [W]
PUNTO VERDE	20,000	1634,744	706,301	2341,045
ARCHIVIO	20,000	271,600	172,602	444,202

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

SALA RISTORO	20,000	257,706	3391,950	3649,656
SPOGLIATOIO 2	20,000	215,345	2593,374	2808,719
DOCCIA	20,000	19,483	623,011	642,494
WC DISAB.	20,000	91,959	867,732	959,690
DOCCIA	20,000	19,483	623,011	642,494
WC DISAB.	20,000	91,959	867,732	959,690
SPOGLIATOIO 1	20,000	359,134	3668,844	4027,978
DISIMPEGNO 2	20,000	172,722	5629,317	5802,039
SALETTA ESATTORI	20,000	528,101	519,617	1047,718
INGRESSO	20,000	333,386	178,436	511,822
UFFICIO CAPO STAZIONE	20,000	313,103	292,297	605,400
DISIMPEGNO 1	20,000	162,454	446,995	609,449
SCALE	20,000	240,380	213,238	453,618
UFFICIO MANUTENZIONE	20,000	266,082	270,571	536,653
SALA SERVER	20,000	491,267	520,019	1011,286
SALA CONTROLLO	20,000	898,608	910,486	1809,094
SALE EMERGENZE	20,000	397,998	440,357	838,355
<b>TOTALE ZONA:</b>		<b>6765,512</b>	<b>22935,890</b>	<b>29701,403</b>

*Simboli*

$T_i$  Temperatura interna

$P_t$  Potenza dispersa per trasmissione

$P_v$  Potenza dispersa per ventilazione

$P$  Potenza dispersa totale

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

assente

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

- Filtro a calza-Addolcitore volumetrico-Stazione di dosaggio antincrostante / anticorrosivo

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

**Zona Termica "Zona Termica 1":**

*Nessun tratto definito.*

**SPECIFICHE DELLA POMPA DI CIRCOLAZIONE**

<b>Zona Termica “Zona Termica 1”:</b>	
Tipo di funzionamento:	Funzionamento intermittente
Potenza (W):	Circolatori come da Relazione di calcolo impianti

**i) Schemi funzionali degli impianti termici**

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

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

**5.2 IMPIANTI FOTOVOLTAICI**

Descrizione:	FTV 57,60 kWp
Orientamento rispetto al SUD (Y) - Azimut:	0,000 °
Inclinazione orizzontale dei pannelli (β):	30,000 °
Tipo riflessione ambientale:	Coefficiente di riflessione standard (albedo)
Coefficiente di riflessione:	0,200
Anno di installazione:	

**Ostruzioni:** Assente

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

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E	55,16	75,24	114,79	136,84	165,97	156,90	198,21	187,00	136,28	88,70	63,67	39,10

**Totale Irradiazione: 1417,861 kWh/m<sup>2</sup>**

**Caratteristiche dei pannelli fotovoltaici**

Tipo di modulo fotovoltaico:	Silicio mono cristallino
Grado di ventilazione dei moduli:	Moduli molto ventilati o con ventilazione forzata
Superficie di captazione:	254,000 m <sup>2</sup>
Kpv:	0,150



Fpv: 0,800  
 Potenza di picco Wpv: 57,600 kW

### Energia elettrica prodotta ( $E_{el,pv,out}$ ) [kWh]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$E_{el,pv}$	2541,80	3467,03	5289,67	6305,46	7648,01	7229,79	9133,63	8617,07	6279,56	4087,40	2934,08	1801,55

**Totale Energia prodotta: 65335,039 kWh**

## 5.3 IMPIANTI SOLARI TERMICI

*Nessun impianto solare termico presente*

## 6. PARAPRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

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

- tutti i requisiti previsti dalla lettera b) del punto 6.13 dell'Allegato 1 del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili nel rispetto dei principi minimi del Decreto Legislativo 199/2021, ovvero delle disposizioni previste al paragrafo 4 dell'Allegato 2 dello stesso.

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

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

Tipologia: Componenti opachi di separazione tra edifici o unità confinanti				
Confine	Dettaglio	U,pond [W/m <sup>2</sup> K]	U,lim [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
Altri ambienti climatizzati	Involucro edilizio (Sup,tot:3,65)	0,233	0,800	Verificato
Dettaglio componenti interessati				
Descrizione			Superficie [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

P_caveau	P_caveau	3,65	0,233
----------	----------	------	-------

Di seguito è riportato il dettaglio dei componenti:

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

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,269
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	2,493
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,150
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,236
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,517
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,670
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,267
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,258
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,300
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,185
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,226
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,331
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,351
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,252
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,839
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,245
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,355
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,350
P_caveau	PareteEsterna	P_caveau	0,233
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,213
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,220
P_caveau	PareteEsterna	P_caveau	0,279
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,239
P_E_M1	PareteEsterna	P_E_M1	0,150
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,276
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,263
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,336
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,272
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,192
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,227
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,222
P_E_K1	PareteEsterna	P_E_K1	0,225

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

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
COP_UFF	SolaioEsterno	COP_UFF	0,193

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

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
PAV_S2_flottante	PavimentoEsterno	PAV_S2_flottante	0,206
PAV_S1_Bagni	PavimentoEsterno	PAV_S1_Bagni	0,233
PAV_S3_solaio	PavimentoEsterno	PAV_S3_solaio	0,223

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

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
P_caveau	Partizione	P_caveau	0,233

**STRUTTURE TECNICHE TRASPARENTI E OPACHE**

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m <sup>2</sup> K]
F4_120x210	Infisso singolo	F4_120x210	1,317
F3_310x350	Infisso singolo	F3_310x350	1,355
F7_270x350	Infisso singolo	F7_270x350	1,374
F2_245x350	Infisso singolo	F2_245x350	1,298
F11_250x120	Infisso singolo	F11_250x120	1,108
F6_250x50	Infisso singolo	F6_250x50	1,243
F6_250x50	Infisso singolo	F6_250x50	1,202
F5_180x240	Infisso singolo	F5_180x240	1,253

F5_180x240	Infisso singolo	F5_180x240	1,241
F6_250x50	Infisso singolo	F6_250x50	1,200

## **RICAMBI D'ARIA**

### **Zona Termica “Zona Termica 1”**

#### **PUNTO VERDE**

##### **Ventilazione Riscaldamento**

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,018</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>

##### **Ventilazione Raffrescamento**

Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

#### **ARCHIVIO**

##### **Ventilazione Riscaldamento**

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,005</b>

##### **Ventilazione Raffrescamento**

Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

#### **SALA RISTORO**

##### **Ventilazione Riscaldamento**

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
---------------------------	--	---------------

---

Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,007</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>
<u>Ventilazione Raffrescamento</u>		
Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

## **SPOGLIATOIO 2**

### Ventilazione Riscaldamento

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,005</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>
<u>Ventilazione Raffrescamento</u>		
Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

## **DOCCIA**

### Ventilazione Riscaldamento

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,001</b>
<u>Ventilazione Raffrescamento</u>		
Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

## **WC DISAB.**

### Ventilazione Riscaldamento

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
---------------------------	--	---------------

---

Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,002</b>
<u>Ventilazione Raffrescamento</u>		
Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

### **DOCCIA**

#### Ventilazione Riscaldamento

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,001</b>

#### Ventilazione Raffrescamento

Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

### **WC DISAB.**

#### Ventilazione Riscaldamento

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,002</b>

#### Ventilazione Raffrescamento

Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

### **SPOGLIATOIO 1**

#### Ventilazione Riscaldamento

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
---------------------------	--	---------------

Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,009</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>
<u>Ventilazione Raffrescamento</u>		
Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

## **DISIMPEGNO 2**

### Ventilazione Riscaldamento

Tipologia di ventilazione		<b>Meccanica</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,185</b>

### Ventilazione Raffrescamento

Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

## **SALETTA ESATTORI**

### Ventilazione Riscaldamento

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,013</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>

### Ventilazione Raffrescamento

Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

## **INGRESSO**

Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

### **UFFICIO CAPO STAZIONE**

#### Ventilazione Riscaldamento

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,007</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>

#### Ventilazione Raffrescamento

Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

### **DISIMPEGNO 1**

#### Ventilazione Riscaldamento

Tipologia di ventilazione		<b>Meccanica</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,180</b>

#### Ventilazione Raffrescamento

Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

### **SCALE**

Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

### **UFFICIO MANUTENZIONE**

#### Ventilazione Riscaldamento

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,007</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>



Ventilazione Raffrescamento

Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

**SALA SERVER**

Ventilazione Riscaldamento

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,013</b>

Ventilazione Raffrescamento

Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

**SALA CONTROLLO**

Ventilazione Riscaldamento

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,023</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>

Ventilazione Raffrescamento

Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	<i>1/h</i>	<b>0,651</b>

**SALE EMERGENZE**

Ventilazione Riscaldamento

Tipologia di ventilazione		<b>Ibrida</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,011</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<b>0,000</b>

Ventilazione Raffrescamento

Tipologia di ventilazione		<b>Naturale</b>
Tasso di ricambio d'aria	1/h	<b>0,651</b>

**b) Indici di prestazione energetica**

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

$H'T$	0,262	<i>coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie</i>
$H'T,L$	0,550	<i>coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie</i>
<u>Verifica</u>	$H'T < H'T,L$	<b>VERIFICATO</b>

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

$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	0,027	<i>area solare equivalente estiva per unità di superficie</i>
$(A_{sol,est}/A_{sup,utile})_{limite}$	0,040	<i>area solare equivalente estiva limite per unità di superficie</i>
<u>Verifica</u>	$A_{sol,est}/A_{sup,utile} < (A_{sol,est}/A_{sup,utile})_{limite}$	<b>VERIFICATO</b>

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

$EP_{H,nd}$	13,5	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio</i>
$EP_{H,nd,limite}$	24,4	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$Q_{H,nd} < Q_{H,nd,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

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

$EP_{C,nd}$	40,1	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio</i>
$EP_{C,nd,limite}$	44,0	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$Q_{C,nd} < Q_{C,nd,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

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

$EP_{gl,tot}$	76,6	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio</i>
$EP_{gl,tot,limite}$	186,4	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

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

$EP_{gl,nr}$	2,3	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio</i>
$EP_{gl,nr,limite}$	108,8	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$EP_{gl,nr} < EP_{gl,nr,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

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

$\eta_H$	1,433	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento</i>
$\eta_{H,limite}$	0,708	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<b>Verifica</b>	<b><math>\eta_H &gt; \eta_{H,limite}</math></b>	<b>VERIFICATO</b>

Fabbisogno di combustibile:

- Elettricità (PCI: 1,000 kWh/Nm <sup>3</sup> )	kWh/anno	<b>3789,8</b>
Fabbisogno di energia elettrica da rete	<i>kWh<sub>e</sub></i>	<b>132</b>
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	<i>kWh<sub>e</sub></i>	<b>1811</b>
Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale	<i>kJ/m<sup>3</sup>GG</i>	<b>0</b>

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

$\eta_w$	1,087	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria</i>
$\eta_{w,limite}$	0,668	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acs calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<b>Verifica</b>	<b><math>\eta_w &gt; \eta_{w,limite}</math></b>	<b>VERIFICATO</b>

Fabbisogno di combustibile:

- Elettricità (PCI: 1,000 kWh/Nm <sup>3</sup> )	kWh/anno	<b>409,4</b>
Fabbisogno di energia elettrica da rete	<i>kWh<sub>e</sub></i>	<b>4</b>
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	<i>kWh<sub>e</sub></i>	<b>206</b>

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

$\eta_c$	3,117	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento</i>
$\eta_{c,limite}$	2,025	<i>efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<b>Verifica</b>	<b><math>\eta_c &gt; \eta_{c,limite}</math></b>	<b>VERIFICATO</b>

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

*Nessun impianto solare termico presente*

**d) Impianti fotovoltaici**

Energia prodotta		
- FTV 57,60 kWp	<i>kWh anno</i>	<b>65335,0</b>
Energia prodotta totale	<i>kWh anno</i>	<b>65335,0</b>
Fabbisogno energia elettrica	<i>kWh anno</i>	<b>21774,4</b>
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	%	<b>98,4</b>

#### e) Consuntivo energia

Energia consegnata o fornita ( $E_{del}$ )	<i>kWh anno</i>	<b>355,6</b>
Energia rinnovabile ( $EP_{gl, ren}$ )	<i>kWh/m<sup>2</sup> anno</i>	<b>74,3</b>
Energia esportata ( $E_{esp}$ )	<i>kWh anno</i>	<b>43916,3</b>
Energia rinnovabile in situ	<i>kWh anno</i>	<b>65335,0</b>
Fabbisogno globale di energia primaria ( $EP_{gl, tot}$ )	<i>kWh/m<sup>2</sup> anno</i>	<b>76,6</b>

#### f) Rendimenti medi sottosistemi

##### ZONA TERMICA Zona Termica 1

Sottosistema	H	W	C
Sottosistema di emissione/erogazione	96,00	100,00	98,00
Sottosistema di regolazione	99,50	-	98,00
Sottosistema di distribuzione acqua	97,00	92,60	98,00

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

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

## 8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- [X] Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazioni d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi;

- Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi;
- Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari;
- Schemi funzionali dell'impianto termico contenenti gli elementi di cui all'analogha voce del paragrafo "Dati relativi agli impianti termici";
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensa interstiziale;
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria;
- Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza.

## **9. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA**

Il sottoscritto ( \_\_\_\_\_ ) , iscritto a ( \_\_\_\_\_ ), numero ( \_\_\_\_\_ ), essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 27 della Legge regionale 11 dicembre 2006 - n. 24 e s.m.i. dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- il progetto relativo alle opere di cui sopra rispetta gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili nel rispetto dei principi minimi del Decreto Legislativo 199/2021, ovvero delle disposizioni previste al paragrafo 4 dell'Allegato 2 dello stesso.
- il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

VIMERCATE, 09/06/2023

IL TECNICO

---

## 10. ALLEGATI

### 10.1 ALLEGATO 1: CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

#### Componenti opachi verticali

Tipologia: Parete Esterna      Confine: Esterno  
 Codice: P E K1                      Descrizione: P E K1

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Malta di calce o di calce e cemento	0,015	0,900	1800,00	840,00	27	0,017
2	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm)	0,300	0,075	325,00	1000,00	7	4,000
3	Klima Air (80 mm)	0,080	0,036	16,00	1450,00	40	2,222
4	Aria debolmente ventilata 25 mm (fl. asc.)	0,025	-	1,30	1000,00	1	0,080
5	Aria debolmente ventilata 25 mm (fl. asc.)	0,025	-	1,30	1000,00	1	0,080
6	Aria debolmente ventilata 25 mm (fl. asc.)	0,025	-	1,30	1000,00	1	0,080
7	Alucobond	0,000	1,770	1900,00	1200,00	10	0,000
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,470</b>					<b>6,649</b>

#### Legenda

s Spessore dello strato

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale

c Calore specifico del materiale

$\rho$  Massa volumica

$\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

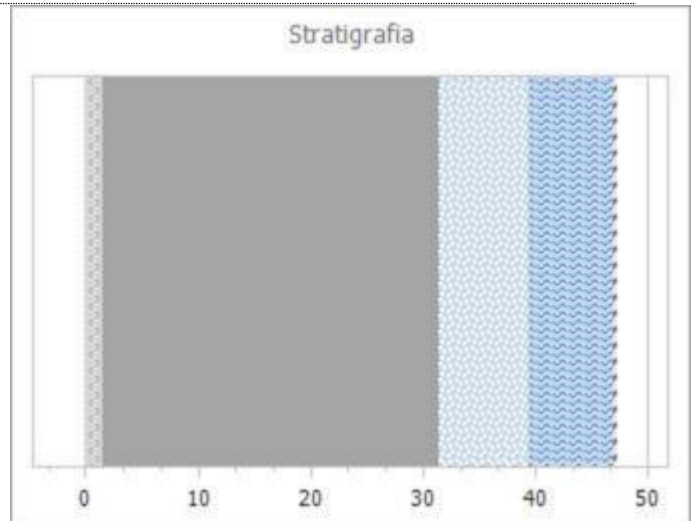
R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	<b>47,04</b>	cm
Trasmittanza termica	U	<b>0,150</b>	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	<b>6,649</b>	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	<b>126,64</b>	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	<b>123,05</b>	kJ/m <sup>2</sup> K

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

Trasmittanza termica periodica	$Y_{IE}$	<b>0,012</b>	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica areica interna	$k_1$	<b>31,79</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica areica esterna	$k_2$	<b>5,15</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	$f_d$	<b>0,082</b>	-
Sfasamento	$\varphi$	<b>15,26</b>	h
Ammetenza termica interna	$Y_{ii}$	<b>2,314</b>	W/m <sup>2</sup> K
Ammetenza termica esterna	$Y_{ee}$	<b>0,371</b>	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	$M_S$	<b>99,64</b>	kg/m <sup>2</sup>



### Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:

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

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

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 2 - Uffici, negozi, alloggi con ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

### Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	2,60	91,27	672	736	20,00	49,41	1155	2337
Febbraio	4,50	73,55	619	842	20,00	45,37	1060	2337
Marzo	7,70	69,61	731	1050	20,00	47,15	1102	2337
Aprile	12,80	66,47	982	1477	20,00	53,08	1240	2337
Maggio	17,70	68,24	1381	2024	18,00	74,27	1532	2063
Giugno	22,60	68,25	1871	2741	22,60	71,90	1971	2741
Luglio	24,60	60,59	1873	3091	24,60	63,83	1973	3091
Agosto	23,60	55,35	1611	2911	23,60	58,79	1711	2911
Settembre	18,80	74,79	1622	2169	18,80	80,62	1749	2169
Ottobre	13,50	89,51	1384	1547	20,00	69,64	1627	2337
Novembre	9,00	90,92	1043	1147	20,00	59,28	1385	2337
Dicembre	2,50	86,96	636	731	20,00	47,95	1121	2337

Legenda simboli

Legenda pedici

Legenda unità di misura

$\theta$  - Temperatura

*i* - Interna

°C - Gradi centigradi

$\varphi$  - Umidità relativa

*e* - Esterna

% - Percentuale

*P* - Pressione

*vap* - Vapore

*Pa* - Pascal

*sat* - Saturazione

### Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1443	1325	1377	1551	1915	2463	2466	2139	2186	2034	1732	1401
$\theta_{si,min}$	°C	12,44	11,15	11,73	13,54	16,82	20,85	20,87	18,58	18,92	17,78	15,25	11,99
$f_{R,si,min}$	[-]	0,566	0,429	0,328	0,103	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,658	0,568	0,542

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie

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

$f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico:

Ottobre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,658

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,980

Verifica muffa:

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

**Verificato**

### Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1155	1060	1102	1240	1532	1971	1973	1711	1749	1627	1385	1121
$\theta_{si,min}$	°C	9,09	7,83	8,40	10,16	13,35	17,27	17,29	15,06	15,40	14,28	11,82	8,65
$f_{R,si,min}$	[-]	0,373	0,215	0,057	-0,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,121	0,256	0,351

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie

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

$f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico:

Gennaio

TRATTA D

Relazione Tecnica "ex L.10"



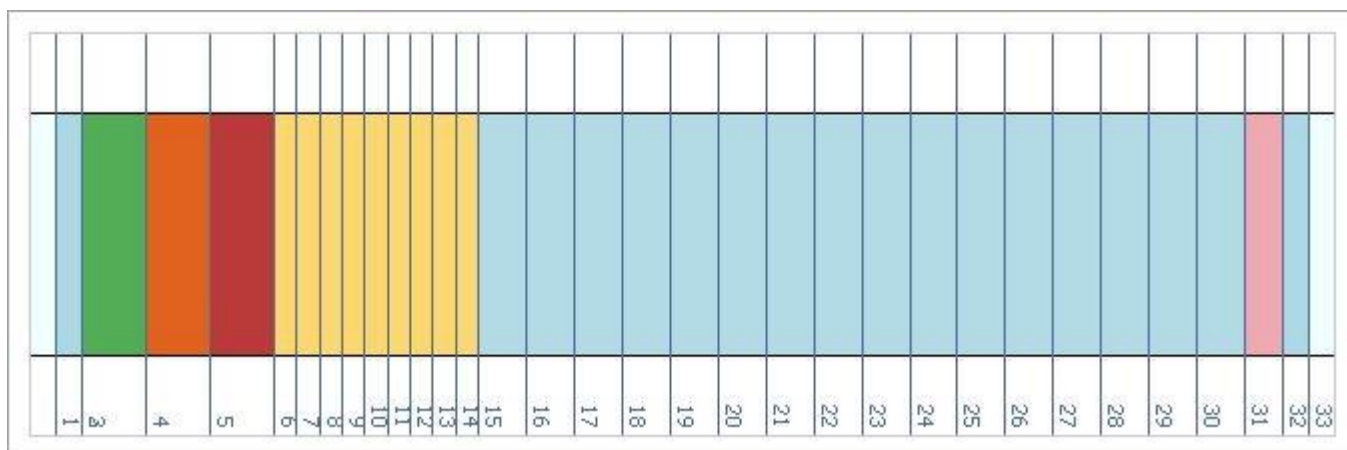
Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

---

Fattore di temperatura del mese critico:	$f_{R,si,max}$	0,373
Fattore di temperatura del componente:	$f_{R,si}$	0,980
Verifica condensa superficiale:	$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$	<b>Verificato</b>

## Verifica Condensa Interstiziale

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



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [m <sup>2</sup> K/W]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato liminare esterno	-	-	-
2	Strato liminare esterno - Alucobond	-	0,040	-
3	Alucobond - Aria debolmente ventilata 25 mm (fl. asc.)	0,0	0,000	0,00
4	Aria debolmente ventilata 25 mm (fl. asc.) - Aria debolmente ventilata 25 mm (fl. asc.)	2,5	0,080	0,03
5	Aria debolmente ventilata 25 mm (fl. asc.) - Aria debolmente ventilata 25 mm (fl. asc.)	2,5	0,080	0,03
6	Aria debolmente ventilata 25 mm (fl. asc.) - Klima Air (80 mm) [0]	2,5	0,080	0,03
7	Klima Air (80 mm) [0] - Klima Air (80 mm) [1]	0,9	0,247	0,36
8	Klima Air (80 mm) [1] - Klima Air (80 mm) [2]	0,9	0,247	0,36
9	Klima Air (80 mm) [2] - Klima Air (80 mm) [3]	0,9	0,247	0,36
10	Klima Air (80 mm) [3] - Klima Air (80 mm) [4]	0,9	0,247	0,36
11	Klima Air (80 mm) [4] - Klima Air (80 mm) [5]	0,9	0,247	0,36
12	Klima Air (80 mm) [5] - Klima Air (80 mm) [6]	0,9	0,247	0,36
13	Klima Air (80 mm) [6] - Klima Air (80 mm) [7]	0,9	0,247	0,36
14	Klima Air (80 mm) [7] - Klima Air (80 mm) [8]	0,9	0,247	0,36
15	Klima Air (80 mm) [8] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [0]	0,9	0,247	0,36
16	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [0] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [1]	1,9	0,250	0,13
17	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [1] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [2]	1,9	0,250	0,13
18	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [2] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [3]	1,9	0,250	0,13
19	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [3] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [4]	1,9	0,250	0,13
20	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [4] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [5]	1,9	0,250	0,13
21	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [5] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [6]	1,9	0,250	0,13
22	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [6] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [7]	1,9	0,250	0,13
23	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [7] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [8]	1,9	0,250	0,13
24	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [8] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [9]	1,9	0,250	0,13
25	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [9] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [10]	1,9	0,250	0,13
26	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [10] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [11]	1,9	0,250	0,13
27	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [11] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [12]	1,9	0,250	0,13
28	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [12] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [13]	1,9	0,250	0,13
29	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [13] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [14]	1,9	0,250	0,13
30	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [14] - Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [15]	1,9	0,250	0,13
31	Blocco XELLA Ytong (sp 30cm) [15] - Malta di calce o di calce e cemento	1,9	0,250	0,13
32	Malta di calce o di calce e cemento - Strato liminare interno	1,5	0,017	0,41
33	Strato liminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

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

<b>Interf.</b>		<b>Gen</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Apr</b>	<b>Mag</b>	<b>Giu</b>	<b>Lug</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Ott</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>1</b>	Pv	672	619	731	982	1381	1871	1873	1611	1622	1384	1043	636
	Ps	736	842	1050	1477	2024	2741	3091	2911	2169	1547	1147	731
	θ	2,60	4,50	7,70	12,80	17,70	22,60	24,60	23,60	18,80	13,50	9,00	2,50
	φ	91,27	73,55	69,61	66,47	68,24	68,25	60,59	55,35	74,79	89,51	90,92	86,96
<b>2</b>	Pv	672	619	731	982	1381	1871	1873	1611	1622	1384	1043	636
	Ps	742	847	1056	1482	2024	2741	3091	2911	2169	1551	1153	736
	θ	2,70	4,59	7,77	12,84	17,70	22,60	24,60	23,60	18,80	13,54	9,07	2,61
	φ	90,59	73,07	69,26	66,28	68,23	68,25	60,59	55,35	74,79	89,29	90,51	86,31
<b>3</b>	Pv	672	620	732	982	1381	1871	1873	1612	1622	1385	1043	636
	Ps	742	847	1056	1482	2024	2741	3091	2911	2169	1551	1153	736
	θ	2,71	4,59	7,77	12,84	17,70	22,60	24,60	23,60	18,80	13,54	9,07	2,61
	φ	90,64	73,10	69,29	66,29	68,24	68,26	60,59	55,35	74,80	89,29	90,53	86,36
<b>4</b>	Pv	674	621	733	983	1382	1871	1874	1612	1623	1386	1045	638
	Ps	753	859	1067	1490	2025	2741	3091	2911	2169	1559	1163	748
	θ	2,91	4,78	7,92	12,93	17,71	22,60	24,60	23,60	18,80	13,62	9,20	2,82
	φ	89,57	72,38	68,74	65,99	68,26	68,27	60,61	55,37	74,82	88,91	89,85	85,35
<b>5</b>	Pv	676	623	735	984	1383	1872	1874	1612	1623	1387	1046	640
	Ps	764	870	1077	1499	2025	2741	3091	2911	2169	1566	1173	759
	θ	3,12	4,97	8,07	13,02	17,71	22,60	24,60	23,60	18,80	13,70	9,33	3,03
	φ	88,53	71,66	68,20	65,69	68,27	68,29	60,62	55,38	74,85	88,52	89,18	84,36
<b>6</b>	Pv	678	625	736	986	1383	1872	1874	1613	1624	1388	1048	642
	Ps	775	881	1088	1507	2026	2741	3091	2911	2169	1574	1184	770
	θ	3,33	5,15	8,22	13,10	17,71	22,60	24,60	23,60	18,80	13,77	9,46	3,24
	φ	87,49	70,95	67,66	65,39	68,29	68,30	60,64	55,40	74,87	88,14	88,51	83,38
<b>7</b>	Pv	708	652	759	1001	1393	1878	1881	1619	1632	1403	1069	672
	Ps	812	917	1123	1534	2027	2741	3091	2911	2169	1599	1217	806
	θ	3,98	5,73	8,68	13,37	17,72	22,60	24,60	23,60	18,80	14,02	9,87	3,89
	φ	87,25	71,12	67,63	65,30	68,70	68,53	60,83	55,61	75,23	87,71	87,85	83,34
<b>8</b>	Pv	738	679	782	1017	1402	1884	1887	1625	1639	1418	1090	702
	Ps	849	955	1158	1561	2029	2741	3091	2911	2169	1625	1251	844
	θ	4,63	6,30	9,13	13,64	17,73	22,60	24,60	23,60	18,80	14,26	10,28	4,54
	φ	86,87	71,18	67,54	65,19	69,11	68,75	61,03	55,82	75,59	87,26	87,16	83,15

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>9</b>	Pv	768	707	805	1033	1411	1890	1893	1631	1647	1433	1111	732
	Ps	889	993	1194	1588	2030	2741	3091	2911	2169	1650	1285	883
	θ	5,27	6,88	9,59	13,91	17,75	22,60	24,60	23,60	18,80	14,50	10,69	5,19
	φ	86,38	71,15	67,40	65,07	69,51	68,98	61,23	56,03	75,95	86,82	86,45	82,84
<b>10</b>	Pv	797	734	827	1049	1420	1897	1899	1637	1655	1448	1132	762
	Ps	929	1033	1231	1616	2032	2741	3091	2911	2169	1676	1321	924
	θ	5,92	7,46	10,05	14,17	17,76	22,60	24,60	23,60	18,80	14,74	11,10	5,84
	φ	85,78	71,02	67,22	64,93	69,92	69,20	61,43	56,24	76,30	86,37	85,72	82,40
<b>11</b>	Pv	827	761	850	1065	1430	1903	1905	1644	1663	1462	1153	791
	Ps	972	1074	1269	1644	2033	2741	3091	2911	2169	1702	1357	967
	θ	6,56	8,03	10,50	14,44	17,77	22,60	24,60	23,60	18,80	14,98	11,51	6,49
	φ	85,09	70,80	66,99	64,78	70,33	69,43	61,63	56,45	76,66	85,91	84,98	81,87
<b>12</b>	Pv	857	788	873	1081	1439	1909	1911	1650	1671	1477	1174	821
	Ps	1016	1117	1308	1673	2034	2741	3091	2911	2169	1729	1394	1011
	θ	7,21	8,61	10,96	14,71	17,78	22,60	24,60	23,60	18,80	15,22	11,91	7,14
	φ	84,32	70,52	66,72	64,62	70,73	69,65	61,83	56,66	77,02	85,45	84,23	81,24
<b>13</b>	Pv	886	815	896	1097	1448	1915	1917	1656	1678	1492	1195	851
	Ps	1062	1162	1349	1702	2036	2741	3091	2911	2169	1756	1432	1057
	θ	7,86	9,18	11,42	14,98	17,79	22,60	24,60	23,60	18,80	15,46	12,32	7,79
	φ	83,47	70,16	66,42	64,45	71,14	69,87	62,03	56,88	77,38	84,99	83,46	80,53
<b>14</b>	Pv	916	842	919	1113	1457	1921	1924	1662	1686	1507	1216	881
	Ps	1109	1208	1390	1731	2037	2741	3091	2911	2169	1783	1471	1104
	θ	8,50	9,76	11,87	15,24	17,80	22,60	24,60	23,60	18,80	15,70	12,73	8,44
	φ	82,56	69,74	66,08	64,27	71,54	70,10	62,23	57,09	77,74	84,52	82,68	79,75
<b>15</b>	Pv	946	869	941	1129	1467	1927	1930	1668	1694	1522	1237	911
	Ps	1159	1255	1433	1761	2039	2741	3091	2911	2169	1811	1511	1154
	θ	9,15	10,33	12,33	15,51	17,81	22,60	24,60	23,60	18,80	15,95	13,14	9,09
	φ	81,59	69,26	65,71	64,08	71,95	70,32	62,43	57,30	78,10	84,05	81,89	78,90
<b>16</b>	Pv	957	879	950	1134	1470	1930	1932	1670	1697	1528	1245	922
	Ps	1211	1305	1477	1792	2040	2741	3091	2911	2169	1840	1552	1206
	θ	9,80	10,92	12,79	15,78	17,82	22,60	24,60	23,60	18,80	16,19	13,55	9,74
	φ	78,98	67,39	64,32	63,31	72,06	70,41	62,50	57,38	78,23	83,05	80,21	76,39
	Pv	968	889	958	1140	1474	1932	1934	1673	1700	1533	1253	933

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>17</b>	Ps	1265	1356	1522	1823	2042	2741	3091	2911	2169	1868	1594	1261
	θ	10,46	11,50	13,25	16,05	17,84	22,60	24,60	23,60	18,80	16,44	13,97	10,40
	φ	76,46	65,57	62,96	62,54	72,18	70,49	62,57	57,45	78,36	82,06	78,57	73,97
<b>18</b>	Pv	978	899	967	1146	1477	1934	1937	1675	1702	1539	1260	944
	Ps	1322	1409	1569	1855	2043	2741	3091	2911	2169	1898	1638	1317
	θ	11,11	12,08	13,72	16,32	17,85	22,60	24,60	23,60	18,80	16,68	14,38	11,06
	φ	74,03	63,80	61,62	61,79	72,29	70,57	62,65	57,53	78,49	81,09	76,96	71,63
<b>19</b>	Pv	989	909	975	1152	1480	1936	1939	1677	1705	1544	1268	955
	Ps	1380	1464	1616	1887	2044	2741	3091	2911	2169	1927	1682	1376
	θ	11,77	12,66	14,18	16,59	17,86	22,60	24,60	23,60	18,80	16,92	14,79	11,72
	φ	71,68	62,09	60,32	61,04	72,41	70,65	62,72	57,61	78,62	80,12	75,40	69,38
<b>20</b>	Pv	1000	919	983	1158	1484	1939	1941	1679	1708	1550	1276	966
	Ps	1441	1521	1665	1920	2046	2741	3091	2911	2169	1957	1727	1437
	θ	12,42	13,25	14,64	16,86	17,87	22,60	24,60	23,60	18,80	17,17	15,21	12,38
	φ	69,42	60,42	59,05	60,31	72,53	70,74	62,79	57,69	78,76	79,17	73,87	67,20
<b>21</b>	Pv	1011	929	992	1164	1487	1941	1943	1682	1711	1555	1284	977
	Ps	1504	1580	1716	1953	2047	2741	3091	2911	2169	1988	1774	1500
	θ	13,07	13,83	15,10	17,13	17,88	22,60	24,60	23,60	18,80	17,41	15,62	13,03
	φ	67,23	58,81	57,80	59,58	72,64	70,82	62,87	57,77	78,89	78,24	72,37	65,10
<b>22</b>	Pv	1022	939	1000	1170	1491	1943	1946	1684	1714	1561	1291	988
	Ps	1570	1641	1768	1987	2049	2741	3091	2911	2169	2019	1821	1566
	θ	13,73	14,41	15,57	17,40	17,89	22,60	24,60	23,60	18,80	17,66	16,04	13,69
	φ	65,12	57,24	56,59	58,87	72,76	70,90	62,94	57,84	79,02	77,31	70,91	63,06
<b>23</b>	Pv	1033	949	1009	1175	1494	1945	1948	1686	1717	1566	1299	999
	Ps	1638	1704	1821	2021	2050	2741	3091	2911	2169	2050	1870	1634
	θ	14,38	15,00	16,03	17,68	17,90	22,60	24,60	23,60	18,80	17,90	16,45	14,35
	φ	63,09	55,71	55,40	58,16	72,87	70,99	63,01	57,92	79,15	76,40	69,48	61,10
<b>24</b>	Pv	1044	959	1017	1181	1497	1948	1950	1689	1720	1572	1307	1010
	Ps	1708	1769	1875	2056	2052	2741	3091	2911	2169	2082	1920	1705
	θ	15,04	15,58	16,49	17,95	17,91	22,60	24,60	23,60	18,80	18,15	16,86	15,01
	φ	61,12	54,23	54,24	57,46	72,99	71,07	63,09	58,00	79,29	75,50	68,08	59,21
<b>25</b>	Pv	1055	969	1025	1187	1501	1950	1952	1691	1722	1577	1315	1021
	Ps	1782	1836	1931	2091	2053	2741	3091	2911	2169	2114	1971	1779
	θ	15,69	16,16	16,95	18,22	17,93	22,60	24,60	23,60	18,80	18,39	17,28	15,67

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

	φ	59,22	52,79	53,11	56,77	73,10	71,15	63,16	58,08	79,42	74,61	66,71	57,38
<b>26</b>	Pv	1066	979	1034	1193	1504	1952	1955	1693	1725	1583	1322	1032
	Ps	1858	1905	1988	2127	2055	2741	3091	2911	2169	2147	2023	1855
	θ	16,35	16,74	17,42	18,49	17,94	22,60	24,60	23,60	18,80	18,63	17,69	16,32
	φ	57,39	51,39	52,00	56,09	73,22	71,23	63,23	58,16	79,55	73,74	65,38	55,61
<b>27</b>	Pv	1077	989	1042	1199	1508	1955	1957	1695	1728	1588	1330	1043
	Ps	1937	1977	2047	2163	2056	2741	3091	2911	2169	2180	2076	1934
	θ	17,00	17,33	17,88	18,76	17,95	22,60	24,60	23,60	18,80	18,88	18,10	16,98
	φ	55,62	50,04	50,91	55,42	73,33	71,32	63,31	58,23	79,68	72,87	64,07	53,90
<b>28</b>	Pv	1088	999	1051	1205	1511	1957	1959	1698	1731	1594	1338	1054
	Ps	2018	2051	2108	2200	2058	2741	3091	2911	2169	2213	2131	2017
	θ	17,65	17,91	18,34	19,03	17,96	22,60	24,60	23,60	18,80	19,12	18,52	17,64
	φ	53,91	48,72	49,86	54,76	73,44	71,40	63,38	58,31	79,81	72,02	62,79	52,25
<b>29</b>	Pv	1099	1009	1059	1211	1515	1959	1962	1700	1734	1599	1346	1065
	Ps	2103	2128	2169	2238	2059	2741	3091	2911	2169	2247	2187	2102
	θ	18,31	18,49	18,80	19,30	17,97	22,60	24,60	23,60	18,80	19,37	18,93	18,30
	φ	52,26	47,44	48,82	54,10	73,56	71,48	63,45	58,39	79,95	71,18	61,55	50,66
<b>30</b>	Pv	1110	1019	1068	1216	1518	1961	1964	1702	1737	1605	1354	1076
	Ps	2191	2206	2233	2276	2061	2741	3091	2911	2169	2281	2244	2190
	θ	18,96	19,08	19,27	19,57	17,98	22,60	24,60	23,60	18,80	19,61	19,34	18,96
	φ	50,66	46,20	47,81	53,46	73,67	71,57	63,53	58,47	80,08	70,35	60,33	49,11
<b>31</b>	Pv	1121	1029	1076	1222	1521	1964	1966	1704	1740	1610	1361	1087
	Ps	2282	2288	2298	2314	2062	2741	3091	2911	2169	2316	2302	2282
	θ	19,62	19,66	19,73	19,84	17,99	22,60	24,60	23,60	18,80	19,86	19,76	19,61
	φ	49,12	44,99	46,82	52,82	73,78	71,65	63,60	58,55	80,21	69,53	59,13	47,63
<b>32</b>	Pv	1155	1060	1102	1240	1532	1971	1973	1711	1749	1627	1385	1121
	Ps	2288	2293	2302	2317	2062	2741	3091	2911	2169	2319	2306	2288
	θ	19,66	19,70	19,76	19,86	17,99	22,60	24,60	23,60	18,80	19,87	19,78	19,66
	φ	50,46	46,23	47,86	53,54	74,29	71,90	63,83	58,79	80,62	70,19	60,07	48,98
<b>33</b>	Pv	1155	1060	1102	1240	1532	1971	1973	1711	1749	1627	1385	1121
	Ps	2337	2337	2337	2337	2063	2741	3091	2911	2169	2337	2337	2337
	θ	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	22,60	24,60	23,60	18,80	20,00	20,00	20,00
	φ	49,41	45,37	47,15	53,08	74,27	71,90	63,83	58,79	80,62	69,64	59,28	47,95

*Legenda*

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

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

ESITO VERIFICA: **Verificato**

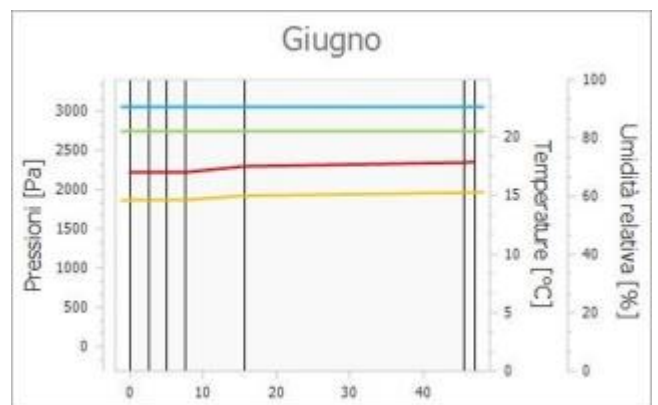
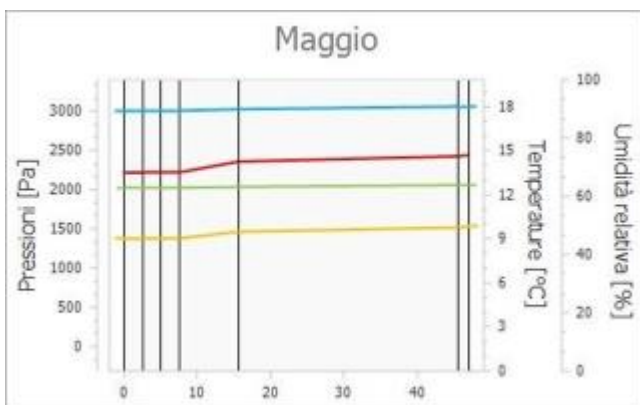
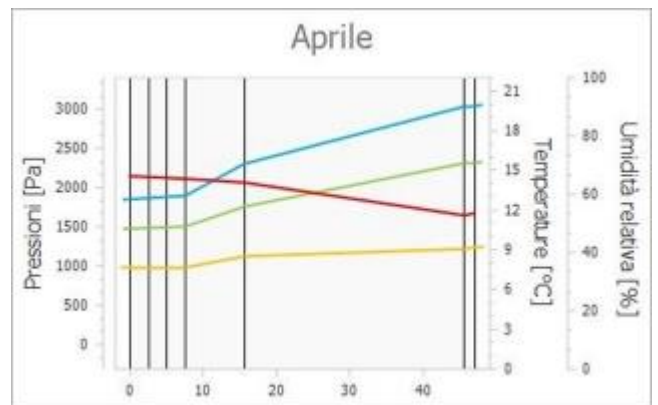
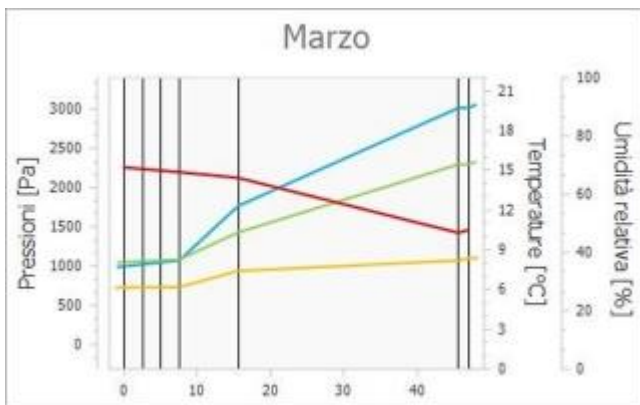
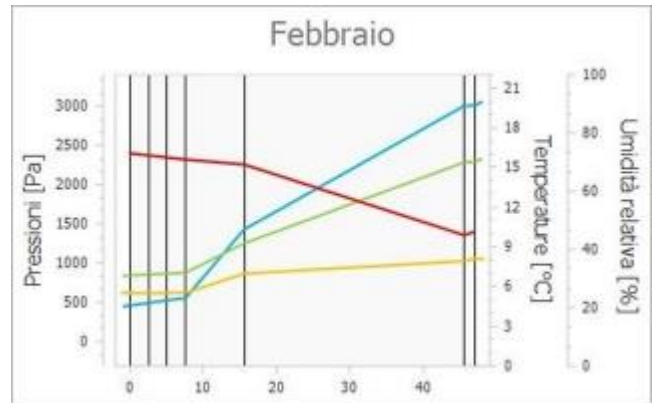
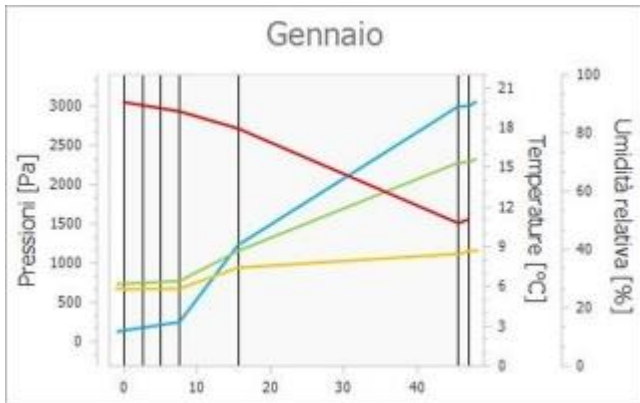
**La struttura non presenta condensa interstiziale**

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

**Diagrammi delle pressioni e delle temperature**

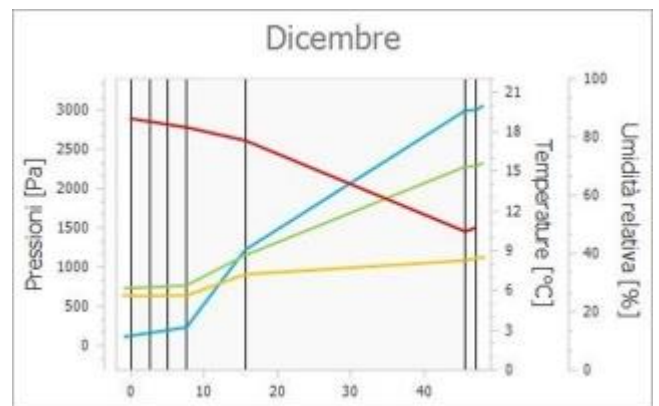
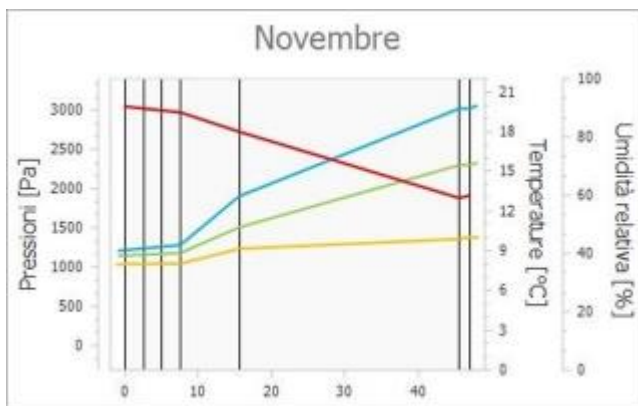
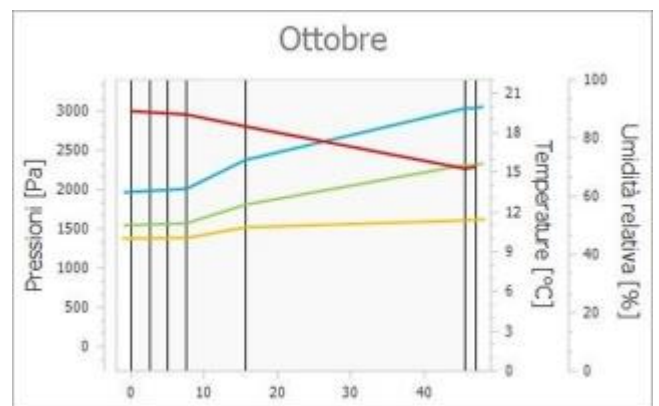
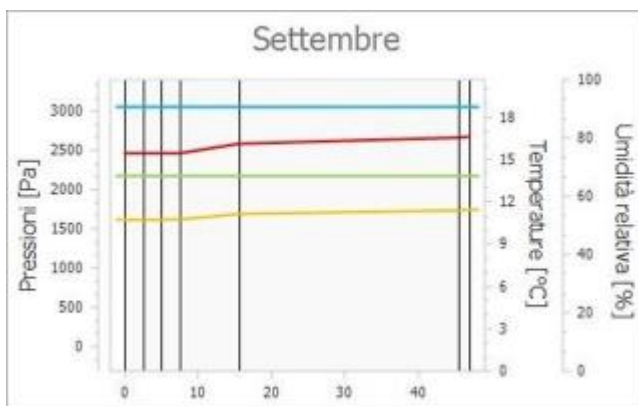
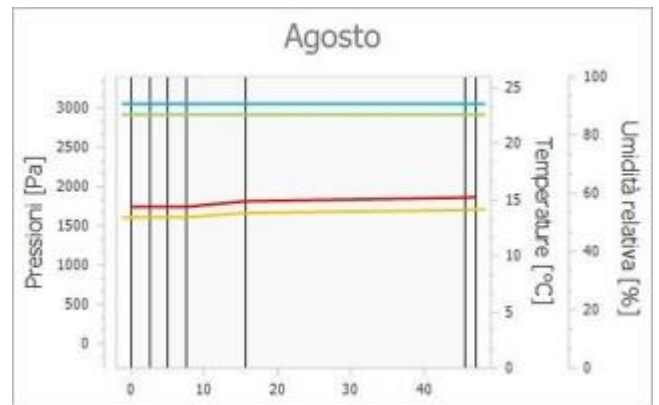
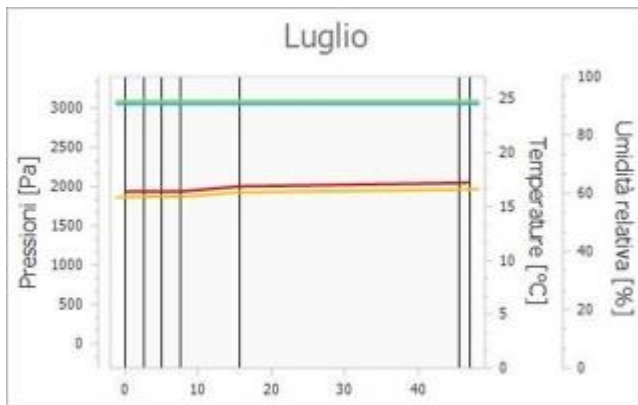
Legenda

- Temperatura
- Pressione di vapore
- Pressione di saturazione
- Umidità





Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**



**Tipologia:** Parete Esterna

**Confine:** Ambiente senza serramenti esterni e con almeno due pareti esterne (Btr,x: 0,5)

**Codice:** P\_caveau

**Descrizione:** P\_caveau

### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Malta di calce o di calce e cemento	0,015	0,900	1800,00	840,00	27	0,017
2	Calcestruzzo armato generico	0,250	2,300	2400,00	1000,00	130	0,109
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,015	0,900	1800,00	840,00	27	0,017
4	Klima Air (140 mm)	0,140	0,036	16,00	1450,00	40	3,889
	Resistenza superficiale esterna						0,130
	<b>TOTALE</b>	<b>0,420</b>					<b>4,291</b>

#### Legenda

s Spessore dello strato

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale

c Calore specifico del materiale

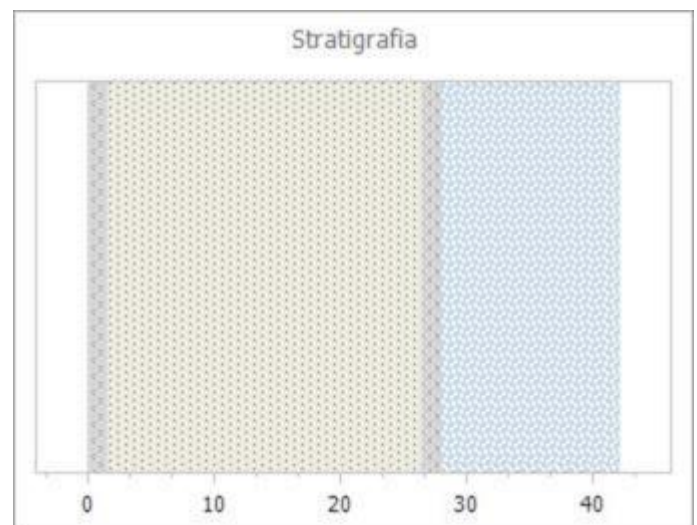
$\rho$  Massa volumica

$\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

R Resistenza termica degli strati

### Parametri termici

Spessore	s	<b>42</b>	cm
Trasmittanza termica	U	<b>0,233</b>	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	<b>4,291</b>	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	<b>656,24</b>	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	<b>648,61</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	$Y_{IE}$	<b>0,025</b>	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica areica interna	$k_1$	<b>77,44</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica areica esterna	$k_2$	<b>3,94</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	$f_d$	<b>0,108</b>	-
Sfasamento	$\varphi$	<b>9,27</b>	h
Ammettenza termica interna	$Y_{ii}$	<b>5,610</b>	W/m <sup>2</sup> K
Ammettenza termica esterna	$Y_{ee}$	<b>0,263</b>	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	$M_S$	<b>602,24</b>	kg/m <sup>2</sup>



## Parametri di verifica

<b>Metodo di calcolo</b>	Classe di concentrazione del vapore all'interno
<b>Classe di concentrazione:</b>	Classe 2 - Uffici, negozi, alloggi con ventilazione meccanica controllata
<b>Umidità critica (<math>\varphi_{cr}</math>) muffa:</b>	0,80 [-]
<b>Umidità critica (<math>\varphi_{cr}</math>) condensa:</b>	1,00 [-]

### Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	11,30	50,20	672	1338	20,00	41,22	963	2337
Febbraio	12,25	43,45	619	1425	20,00	38,07	890	2337
Marzo	13,85	46,22	731	1582	20,00	41,36	967	2337
Aprile	16,40	52,68	982	1864	20,00	49,69	1161	2337
Maggio	18,85	63,49	1381	2176	18,85	69,25	1507	2176
Giugno	21,30	73,89	1871	2532	21,30	77,84	1971	2532
Luglio	22,30	69,60	1873	2691	22,30	73,32	1973	2691
Agosto	21,80	61,73	1611	2610	21,80	65,56	1711	2610
Settembre	19,40	72,05	1622	2252	19,40	77,07	1735	2252
Ottobre	16,75	72,63	1384	1906	20,00	66,58	1556	2337
Novembre	14,50	63,21	1043	1650	20,00	54,10	1264	2337
Dicembre	11,25	47,65	636	1334	20,00	39,72	928	2337

Legenda simboli

Legenda pedici

Legenda unità di misura

$\theta$  - Temperatura

*i* - Interna

°C - Gradi centigradi

$\varphi$  - Umidità relativa

*e* - Esterna

% - Percentuale

*P* - Pressione

*vap* - Vapore

*Pa* - Pascal

*sat* - Saturazione

### Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1204	1112	1208	1452	1883	2463	2466	2139	2169	1945	1580	1160
$\theta_{si,min}$	°C	9,72	8,54	9,77	12,53	16,56	20,85	20,87	18,58	18,80	17,07	13,83	9,16
$f_{R,si,min}$	[-]	-0,182	-0,479	-0,664	-1,075	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,098	-0,122	-0,238

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie

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

$f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico:

Ottobre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,098

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,970

Verifica muffa:

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

**Verificato**

### Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	963	890	967	1161	1507	1971	1973	1711	1735	1556	1264	928
$\theta_{si,min}$	°C	6,44	5,29	6,49	9,18	13,10	17,27	17,29	15,06	15,28	13,59	10,44	5,90
$f_{R,si,min}$	[-]	-0,559	-0,898	-1,197	-2,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,972	-0,738	-0,611

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie

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

$f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico:

Maggio

TRATTA D

Relazione Tecnica "ex L.10"

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

---

Fattore di temperatura del mese critico:	$f_{R,si,max}$	0,000
Fattore di temperatura del componente:	$f_{R,si}$	0,970
Verifica condensa superficiale:	$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$	<b>Verificato</b>

## Verifica Condensa Interstiziale

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



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [m <sup>2</sup> K/W]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato liminare esterno	-	-	-
2	Strato liminare esterno - Klima Air (140 mm) [0]	-	0,130	-
3	Klima Air (140 mm) [0] - Klima Air (140 mm) [1]	0,9	0,243	0,35
4	Klima Air (140 mm) [1] - Klima Air (140 mm) [2]	0,9	0,243	0,35
5	Klima Air (140 mm) [2] - Klima Air (140 mm) [3]	0,9	0,243	0,35
6	Klima Air (140 mm) [3] - Klima Air (140 mm) [4]	0,9	0,243	0,35
7	Klima Air (140 mm) [4] - Klima Air (140 mm) [5]	0,9	0,243	0,35
8	Klima Air (140 mm) [5] - Klima Air (140 mm) [6]	0,9	0,243	0,35
9	Klima Air (140 mm) [6] - Klima Air (140 mm) [7]	0,9	0,243	0,35
10	Klima Air (140 mm) [7] - Klima Air (140 mm) [8]	0,9	0,243	0,35
11	Klima Air (140 mm) [8] - Klima Air (140 mm) [9]	0,9	0,243	0,35
12	Klima Air (140 mm) [9] - Klima Air (140 mm) [10]	0,9	0,243	0,35
13	Klima Air (140 mm) [10] - Klima Air (140 mm) [11]	0,9	0,243	0,35
14	Klima Air (140 mm) [11] - Klima Air (140 mm) [12]	0,9	0,243	0,35
15	Klima Air (140 mm) [12] - Klima Air (140 mm) [13]	0,9	0,243	0,35
16	Klima Air (140 mm) [13] - Klima Air (140 mm) [14]	0,9	0,243	0,35
17	Klima Air (140 mm) [14] - Klima Air (140 mm) [15]	0,9	0,243	0,35
18	Klima Air (140 mm) [15] - Malta di calce o di calce e cemento	0,9	0,243	0,35
19	Malta di calce o di calce e cemento - Calcestruzzo armato generico	1,5	0,017	0,41
20	Calcestruzzo armato generico - Malta di calce o di calce e cemento	25,0	0,109	32,50
21	Malta di calce o di calce e cemento - Strato liminare interno	1,5	0,017	0,41
22	Strato liminare interno - Aria interna	-	0,130	-

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

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	672	619	731	982	1381	1871	1873	1611	1622	1384	1043	636
	Ps	1338	1425	1582	1864	2176	2532	2691	2610	2252	1906	1650	1334
	θ	11,30	12,25	13,85	16,40	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	16,75	14,50	11,25
	φ	50,20	43,45	46,22	52,68	63,49	73,89	69,60	61,73	72,05	72,63	63,21	47,65
	Pv	672	619	731	982	1381	1871	1873	1611	1622	1384	1043	636

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>2</b>	Ps	1362	1447	1602	1877	2176	2532	2691	2610	2252	1918	1668	1358
	θ	11,56	12,48	14,04	16,51	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	16,85	14,67	11,52
	φ	49,33	42,79	45,66	52,31	63,49	73,89	69,60	61,73	72,05	72,18	62,54	46,82
<b>3</b>	Pv	675	622	733	984	1382	1871	1874	1612	1623	1386	1045	638
	Ps	1407	1490	1638	1902	2176	2532	2691	2610	2252	1941	1702	1403
	θ	12,06	12,92	14,38	16,71	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	17,03	14,98	12,01
	φ	47,94	41,73	44,77	51,73	63,54	73,92	69,64	61,77	72,09	71,42	61,41	45,50
<b>4</b>	Pv	677	624	736	985	1384	1872	1875	1613	1624	1388	1047	641
	Ps	1453	1533	1675	1926	2176	2532	2691	2610	2252	1963	1736	1449
	θ	12,55	13,36	14,73	16,92	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	17,22	15,29	12,51
	φ	46,59	40,71	43,90	51,14	63,59	73,96	69,67	61,80	72,14	70,67	60,31	44,22
<b>5</b>	Pv	680	627	738	987	1385	1873	1876	1614	1625	1389	1049	644
	Ps	1501	1577	1713	1952	2176	2532	2691	2610	2252	1986	1772	1497
	θ	13,04	13,80	15,08	17,12	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	17,40	15,60	13,00
	φ	45,28	39,72	43,05	50,57	63,65	73,99	69,70	61,84	72,18	69,93	59,23	42,98
<b>6</b>	Pv	682	629	740	988	1386	1874	1877	1615	1626	1391	1051	646
	Ps	1550	1623	1752	1977	2176	2532	2691	2610	2252	2010	1807	1546
	θ	13,53	14,24	15,43	17,32	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	17,58	15,91	13,50
	φ	44,02	38,75	42,22	50,00	63,70	74,03	69,74	61,87	72,23	69,20	58,17	41,79
<b>7</b>	Pv	685	631	742	990	1387	1875	1878	1616	1627	1392	1053	649
	Ps	1601	1670	1792	2002	2176	2532	2691	2610	2252	2033	1843	1597
	θ	14,03	14,68	15,78	17,53	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	17,77	16,22	13,99
	φ	42,80	37,82	41,41	49,44	63,75	74,06	69,77	61,90	72,27	68,48	57,13	40,63
<b>8</b>	Pv	688	634	744	992	1388	1876	1878	1617	1628	1394	1055	651
	Ps	1652	1717	1832	2028	2176	2532	2691	2610	2252	2057	1880	1649
	θ	14,52	15,12	16,13	17,73	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	17,95	16,54	14,49
	φ	41,61	36,90	40,61	48,89	63,80	74,10	69,80	61,94	72,32	67,76	56,11	39,50
<b>9</b>	Pv	690	636	746	993	1389	1877	1879	1618	1629	1395	1057	654
	Ps	1706	1767	1873	2055	2176	2532	2691	2610	2252	2081	1918	1703
	θ	15,01	15,56	16,47	17,94	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	18,14	16,85	14,98
	φ	40,46	36,02	39,83	48,35	63,85	74,13	69,84	61,97	72,36	67,06	55,12	38,41
<b>10</b>	Pv	693	639	748	995	1390	1878	1880	1619	1630	1397	1059	657
	Ps	1761	1817	1915	2081	2176	2532	2691	2610	2252	2105	1956	1758
	θ	15,51	16,00	16,82	18,14	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	18,32	17,16	15,48

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

	φ	39,35	35,15	39,07	47,81	63,91	74,17	69,87	62,01	72,41	66,36	54,14	37,36
<b>11</b>	Pv	695	641	750	997	1392	1879	1881	1620	1631	1398	1061	659
	Ps	1817	1868	1958	2108	2176	2532	2691	2610	2252	2129	1995	1814
	θ	16,00	16,44	17,17	18,34	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	18,51	17,47	15,98
	φ	38,27	34,31	38,33	47,28	63,96	74,21	69,90	62,04	72,45	65,67	53,19	36,34
<b>12</b>	Pv	698	644	752	998	1393	1880	1882	1620	1632	1400	1063	662
	Ps	1875	1921	2001	2135	2176	2532	2691	2610	2252	2154	2035	1873
	θ	16,49	16,87	17,52	18,55	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	18,69	17,78	16,47
	φ	37,23	33,49	37,60	46,75	64,01	74,24	69,94	62,08	72,50	64,99	52,25	35,35
<b>13</b>	Pv	701	646	755	1000	1394	1880	1883	1621	1633	1401	1065	665
	Ps	1935	1975	2046	2162	2176	2532	2691	2610	2252	2179	2075	1933
	θ	16,98	17,31	17,87	18,75	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	18,87	18,09	16,97
	φ	36,22	32,70	36,88	46,23	64,06	74,28	69,97	62,11	72,54	64,32	51,33	34,39
<b>14</b>	Pv	703	648	757	1001	1395	1881	1884	1622	1634	1403	1067	667
	Ps	1996	2031	2091	2190	2176	2532	2691	2610	2252	2204	2116	1994
	θ	17,48	17,75	18,22	18,96	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,06	18,41	17,46
	φ	35,24	31,93	36,19	45,72	64,11	74,31	70,00	62,15	72,59	63,65	50,43	33,46
<b>15</b>	Pv	706	651	759	1003	1396	1882	1885	1623	1635	1404	1069	670
	Ps	2059	2088	2137	2218	2176	2532	2691	2610	2252	2229	2158	2057
	θ	17,97	18,19	18,57	19,16	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,24	18,72	17,96
	φ	34,29	31,17	35,50	45,22	64,16	74,35	70,04	62,18	72,63	63,00	49,55	32,56
<b>16</b>	Pv	709	653	761	1005	1397	1883	1886	1624	1636	1406	1071	672
	Ps	2124	2146	2184	2247	2176	2532	2691	2610	2252	2255	2200	2122
	θ	18,46	18,63	18,91	19,36	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,43	19,03	18,45
	φ	33,37	30,44	34,84	44,72	64,22	74,38	70,07	62,21	72,68	62,35	48,68	31,68
<b>17</b>	Pv	711	656	763	1006	1398	1884	1887	1625	1637	1408	1073	675
	Ps	2190	2206	2232	2275	2176	2532	2691	2610	2252	2281	2243	2189
	θ	18,96	19,07	19,26	19,57	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,61	19,34	18,95
	φ	32,47	29,73	34,18	44,23	64,27	74,42	70,10	62,25	72,72	61,71	47,84	30,84
<b>18</b>	Pv	714	658	765	1008	1399	1885	1887	1626	1638	1409	1075	678
	Ps	2258	2267	2281	2304	2176	2532	2691	2610	2252	2307	2287	2258
	θ	19,45	19,51	19,61	19,77	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,79	19,65	19,45
	φ	31,61	29,03	33,54	43,74	64,32	74,45	70,14	62,28	72,77	61,07	47,01	30,02



Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>19</b>	Pv	717	661	768	1010	1401	1886	1888	1627	1640	1411	1077	681
	Ps	2263	2271	2285	2306	2176	2532	2691	2610	2252	2309	2290	2263
	$\theta$	19,48	19,54	19,63	19,79	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,81	19,67	19,48
	$\varphi$	31,68	29,10	33,60	43,78	64,38	74,49	70,18	62,32	72,82	61,10	47,05	30,09
<b>20</b>	Pv	960	887	964	1159	1505	1970	1972	1710	1734	1554	1262	925
	Ps	2294	2299	2307	2319	2176	2532	2691	2610	2252	2321	2310	2294
	$\theta$	19,70	19,74	19,79	19,88	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,89	19,81	19,70
	$\varphi$	41,85	38,58	41,80	49,99	69,19	77,79	73,28	65,52	77,02	66,96	54,63	40,33
<b>21</b>	Pv	963	890	967	1161	1507	1971	1973	1711	1735	1556	1264	928
	Ps	2299	2303	2310	2321	2176	2532	2691	2610	2252	2323	2313	2299
	$\theta$	19,74	19,77	19,81	19,89	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,90	19,83	19,73
	$\varphi$	41,90	38,63	41,84	50,03	69,25	77,84	73,32	65,56	77,07	66,99	54,66	40,37
<b>22</b>	Pv	963	890	967	1161	1507	1971	1973	1711	1735	1556	1264	928
	Ps	2337	2337	2337	2337	2176	2532	2691	2610	2252	2337	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	20,00	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	20,00	20,00	20,00
	$\varphi$	41,22	38,07	41,36	49,69	69,25	77,84	73,32	65,56	77,07	66,58	54,10	39,72

**Legenda**

*Int.* Numero interfaccia

$P_v$  Pressione di vapore [Pa]

$\varphi$  Umidità relativa [%]

$\theta$  Temperatura [°C]

$P_s$  Pressione di saturazione [Pa]

ESITO VERIFICA: **Verificato**

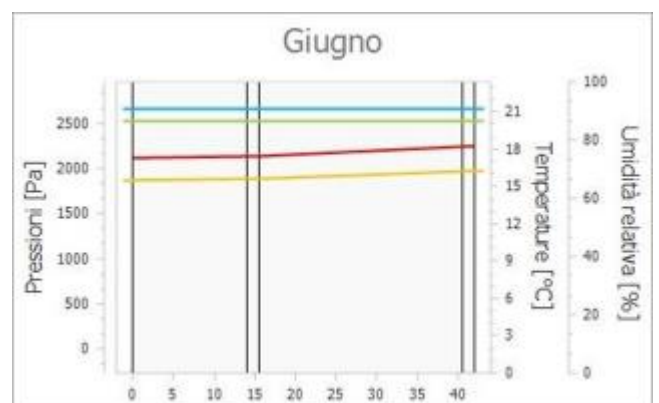
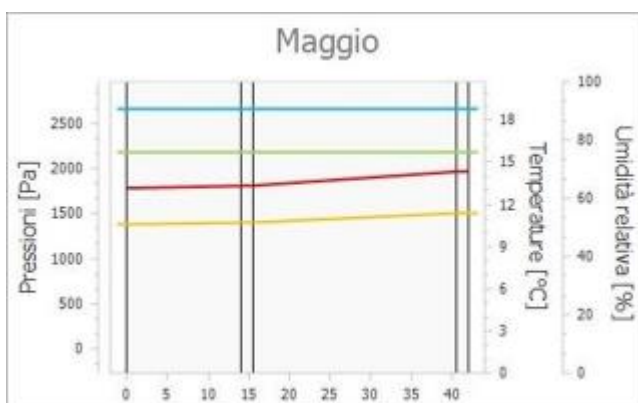
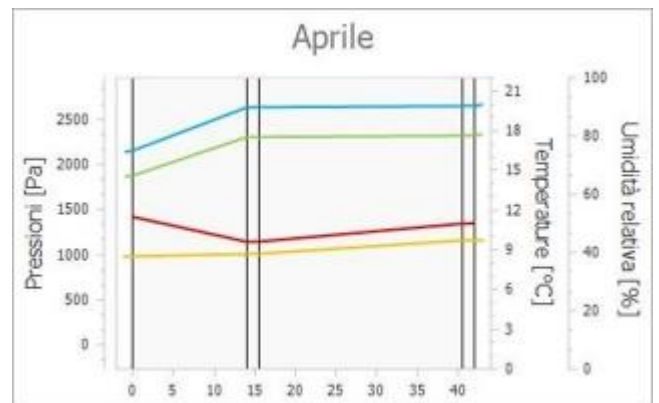
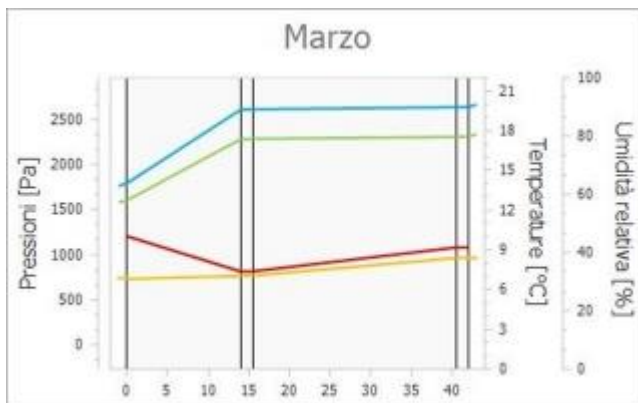
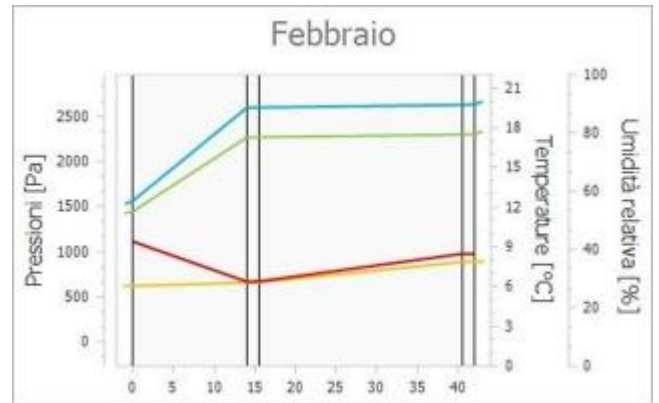
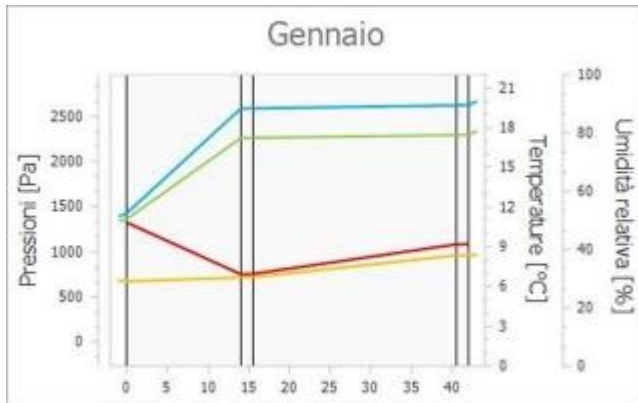
La struttura non presenta condensa interstiziale

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

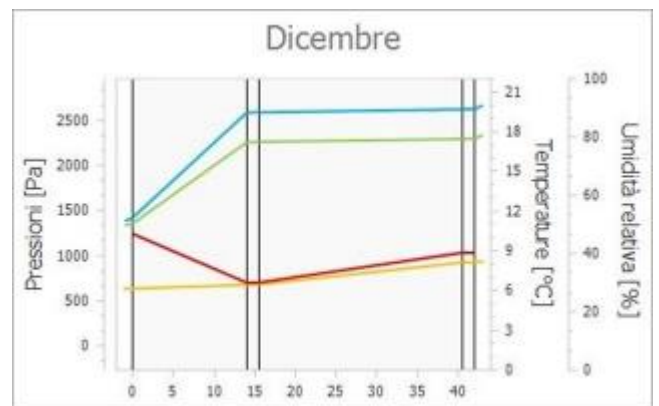
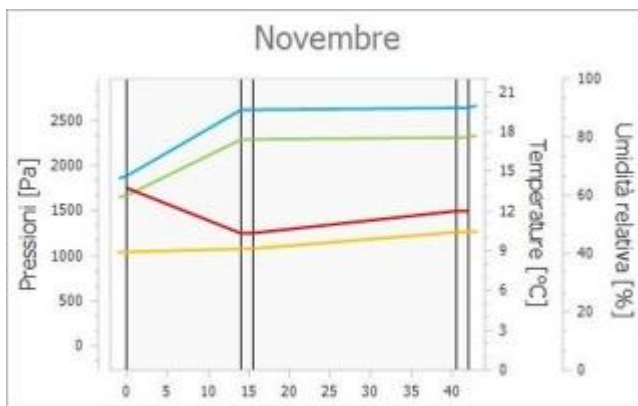
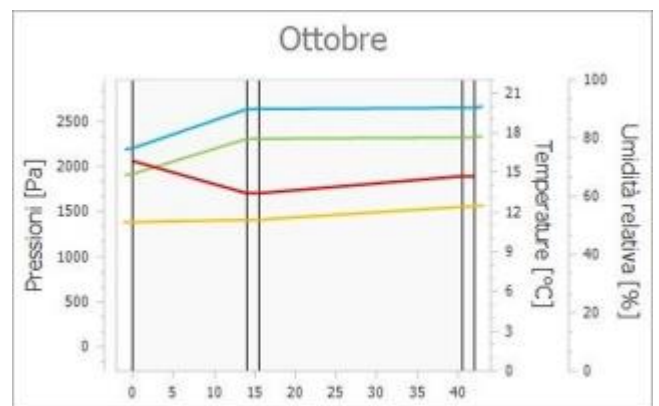
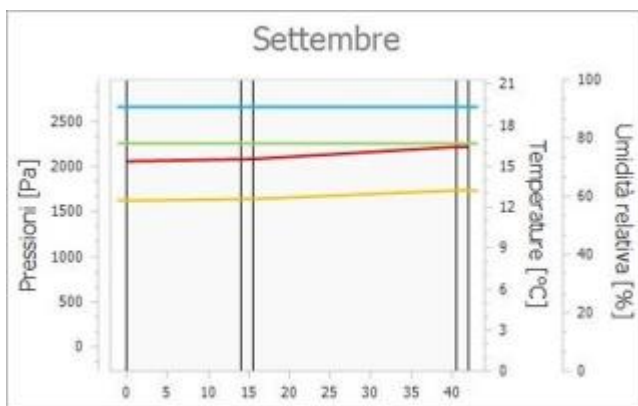
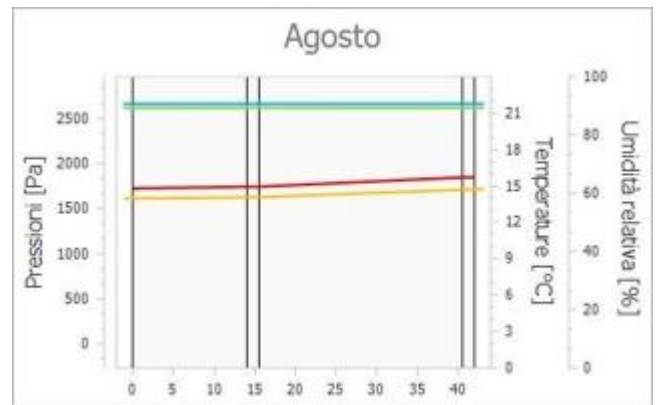
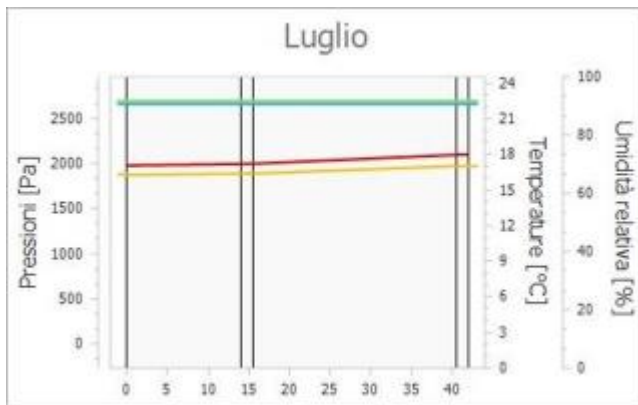
**Diagrammi delle pressioni e delle temperature**

Legenda

- Temperatura
- Pressione di vapore
- Pressione di saturazione
- Umidità



Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**



## Componenti opachi orizzontali

**Tipologia:** Pavimento Esterno    **Confine:** Controtterra (Btr,x: 0,45)  
**Codice:** PAV S2 flottante    **Descrizione:** PAV S2 flottante

### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,170
1	Pavimento sopraelevato Knauf GIF Afloor	0,040	0,440	1500,00	1000000,00	40	0,091
2	Aria non ventilata 100 mm (flusso orizzontale)	0,100	-	1,30	1000,00	1	0,180
3	Aria non ventilata 50 mm (flusso orizzontale)	0,050	-	1,30	1000,00	1	0,180
4	Sottofondo in cls - malta di cemento	0,050	1,400	2000,00	1000,00	60	0,036
5	Poliuretano in lastre ricavate da blocchi	0,004	0,032	50,00	1250,00	140	0,125
6	Barriera vapore in fogli di polietilene	0,001	0,350	950,00	2100,00	50000	0,001
7	Polistirene espanso, estruso con pelle	0,100	0,036	30,00	1250,00	200	2,778
8	Calcestruzzo armato generico	0,050	2,300	2400,00	1000,00	130	0,022
9	Intercapedine d'aria debolmente ventilata	0,500	0,550	1,30	1000,00	1	0,909
10	Calcestruzzo armato generico	0,450	2,300	2400,00	1000,00	130	0,196
11	Guaina cementizia	0,003	0,150	1400,00	1000,00	50000	0,020
12	Sottofondo in cls - malta di cemento	0,150	1,400	2000,00	1000,00	60	0,107
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>1,498</b>					<b>4,854</b>

#### Legenda

s Spessore dello strato

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale

c Calore specifico del materiale

$\rho$  Massa volumica

$\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

R Resistenza termica degli strati

### Parametri termici

Spessore	s	<b>149,75</b>	cm
Trasmittanza termica	U	<b>0,206</b>	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	<b>4,854</b>	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	<b>1668,72</b>	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	<b>61610,04</b>	kJ/m <sup>2</sup> K

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

Trasmittanza termica periodica	$Y_{IE}$	<b>0,000</b>	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica areica interna	$k_1$	<b>79,37</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica areica esterna	$k_2$	<b>132,34</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	$f_d$	<b>0,000</b>	-
Sfasamento	$\varphi$	<b>35,53</b>	h
Ammetenza termica interna	$Y_{ii}$	<b>5,772</b>	W/m <sup>2</sup> K
Ammetenza termica esterna	$Y_{ee}$	<b>9,624</b>	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	$M_S$	<b>1668,72</b>	kg/m <sup>2</sup>



### Parametri di verifica

**Metodo di calcolo**

Classe di concentrazione:

$\varphi$  muffa:

$\varphi$  condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 2 - Uffici, negozi, alloggi con ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

### Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	12,17	100,00	1418	1418	20,00	49,41	1155	2337
Febbraio	13,03	100,00	1499	1499	20,00	45,37	1060	2337
Marzo	14,47	100,00	1647	1647	20,00	47,15	1102	2337
Aprile	16,76	100,00	1907	1907	20,00	53,08	1240	2337
Maggio	18,97	100,00	2191	2191	18,97	69,91	1532	2191
Giugno	21,17	100,00	2512	2512	21,17	78,46	1971	2512
Luglio	22,07	100,00	2654	2654	22,07	74,35	1973	2654
Agosto	21,62	100,00	2582	2582	21,62	66,29	1711	2582
Settembre	19,46	100,00	2260	2260	19,46	77,37	1749	2260
Ottobre	17,08	100,00	1946	1946	20,00	69,64	1627	2337
Novembre	15,05	100,00	1710	1710	20,00	59,28	1385	2337
Dicembre	12,13	100,00	1413	1413	20,00	47,95	1121	2337

Legenda simboli

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

Legenda pedici

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

Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

### Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1443	1325	1377	1551	1915	2463	2466	2139	2186	2034	1732	1401
$\theta_{si,min}$	°C	12,44	11,15	11,73	13,54	16,82	20,85	20,87	18,58	18,92	17,78	15,25	11,99
$f_{R,si,min}$	[-]	0,035	-0,269	-0,494	-0,994	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,241	0,040	-0,017

Legenda

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

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

Mese critico:

Ottobre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,241

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,965

Verifica muffa:

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

**Verificato**

### Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1155	1060	1102	1240	1532	1971	1973	1711	1749	1627	1385	1121
$\theta_{si,min}$	°C	9,09	7,83	8,40	10,16	13,35	17,27	17,29	15,06	15,40	14,28	11,82	8,65
$f_{R,si,min}$	[-]	-0,393	-0,744	-1,095	-2,037	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,954	-0,653	-0,441

Legenda

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

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

Mese critico:

Maggio

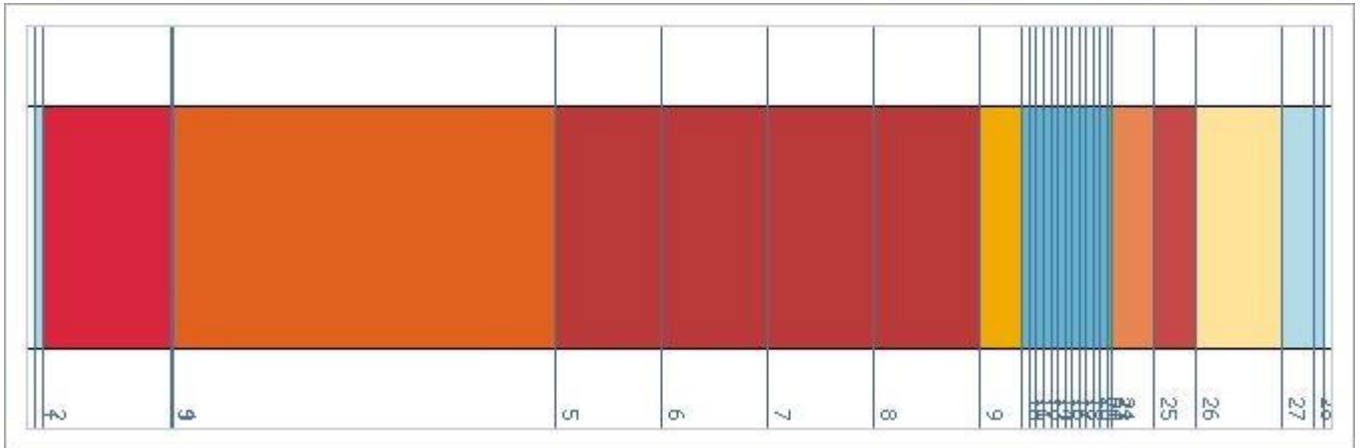
Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

---

Fattore di temperatura del mese critico:	$f_{R,si,max}$	0,000
Fattore di temperatura del componente:	$f_{R,si}$	0,965
Verifica condensa superficiale:	$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$	<b>Verificato</b>

## Verifica Condensa Interstiziale

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



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato liminare esterno	-	-	-
2	Strato liminare esterno - Sottofondo in cls - malta di cemento	-	0,040	-
3	Sottofondo in cls - malta di cemento - Guaina cementizia	15,0	0,107	9,00
4	Guaina cementizia - Calcestruzzo armato generico	0,3	0,020	150,00
5	Calcestruzzo armato generico - Intercapedine d'aria debolmente ventilata [0]	45,0	0,196	58,50
6	Intercapedine d'aria debolmente ventilata [0] - Intercapedine d'aria debolmente ventilata [1]	12,5	0,227	0,13
7	Intercapedine d'aria debolmente ventilata [1] - Intercapedine d'aria debolmente ventilata [2]	12,5	0,227	0,13
8	Intercapedine d'aria debolmente ventilata [2] - Intercapedine d'aria debolmente ventilata [3]	12,5	0,227	0,13
9	Intercapedine d'aria debolmente ventilata [3] - Calcestruzzo armato generico	12,5	0,227	0,13
10	Calcestruzzo armato generico - Polistirene espanso, estruso con pelle [0]	5,0	0,022	6,50
11	Polistirene espanso, estruso con pelle [0] - Polistirene espanso, estruso con pelle [1]	0,8	0,231	1,67
12	Polistirene espanso, estruso con pelle [1] - Polistirene espanso, estruso con pelle [2]	0,8	0,231	1,67
13	Polistirene espanso, estruso con pelle [2] - Polistirene espanso, estruso con pelle [3]	0,8	0,231	1,67
14	Polistirene espanso, estruso con pelle [3] - Polistirene espanso, estruso con pelle [4]	0,8	0,231	1,67
15	Polistirene espanso, estruso con pelle [4] - Polistirene espanso, estruso con pelle [5]	0,8	0,231	1,67
16	Polistirene espanso, estruso con pelle [5] - Polistirene espanso, estruso con pelle [6]	0,8	0,231	1,67
17	Polistirene espanso, estruso con pelle [6] - Polistirene espanso, estruso con pelle [7]	0,8	0,231	1,67
18	Polistirene espanso, estruso con pelle [7] - Polistirene espanso, estruso con pelle [8]	0,8	0,231	1,67
19	Polistirene espanso, estruso con pelle [8] - Polistirene espanso, estruso con pelle [9]	0,8	0,231	1,67
20	Polistirene espanso, estruso con pelle [9] - Polistirene espanso, estruso con pelle [10]	0,8	0,231	1,67
21	Polistirene espanso, estruso con pelle [10] - Polistirene espanso, estruso con	0,8	0,231	1,67



Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

	pelle [11]			
22	Polistirene espanso, estruso con pelle [11] - Barriera vapore in fogli di polietilene	0,8	0,231	1,67
23	Barriera vapore in fogli di polietilene - Poliuretano in lastre ricavate da blocchi	0,1	0,001	25,00
24	Poliuretano in lastre ricavate da blocchi - Sottofondo in cls - malta di cemento	0,4	0,125	0,56
25	Sottofondo in cls - malta di cemento - Aria non ventilata 50 mm (flusso orizzontale)	5,0	0,036	3,00
26	Aria non ventilata 50 mm (flusso orizzontale) - Aria non ventilata 100 mm (flusso orizzontale)	5,0	0,180	0,05
27	Aria non ventilata 100 mm (flusso orizzontale) - Pavimento sopraelevato Knauf GIF Afloor	10,0	0,180	0,10
28	Pavimento sopraelevato Knauf GIF Afloor - Strato liminare interno	4,0	0,091	1,60
29	Strato liminare interno - Aria interna	-	0,170	-

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

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	1418	1499	1647	1907	2191	2512	2654	2582	2260	1946	1710	1413
	Ps	1418	1499	1647	1907	2191	2512	2654	2582	2260	1946	1710	1413
	θ	12,17	13,03	14,47	16,76	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,08	15,05	12,13
	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2	Pv	1418	1499	1647	1907	2191	2512	2654	2582	2260	1946	1710	1413
	Ps	1424	1505	1651	1911	2191	2512	2654	2582	2260	1949	1714	1419
	θ	12,23	13,08	14,51	16,79	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,10	15,09	12,19
	φ	99,58	99,62	99,71	99,83	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,85	99,74	99,57
3	Pv	1409	1485	1629	1886	2170	2494	2631	2553	2243	1935	1699	1404
	Ps	1440	1520	1665	1919	2191	2512	2654	2582	2260	1957	1726	1436
	θ	12,41	13,24	14,63	16,86	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,16	15,20	12,36
	φ	97,85	97,68	97,85	98,24	99,01	99,29	99,16	98,90	99,26	98,91	98,42	97,77
4	Pv	1265	1245	1331	1522	1810	2199	2260	2078	1964	1762	1522	1244
	Ps	1443	1523	1667	1921	2191	2512	2654	2582	2260	1958	1729	1439
	θ	12,44	13,27	14,66	16,87	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,18	15,22	12,40
	φ	87,70	81,76	79,87	79,21	82,59	87,54	85,16	80,49	86,91	89,96	88,04	86,46
5	Pv	1210	1152	1215	1380	1669	2083	2115	1893	1855	1694	1453	1182
	Ps	1473	1551	1691	1937	2191	2512	2654	2582	2260	1973	1751	1469
	θ	12,76	13,55	14,88	17,00	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,29	15,42	12,71
	φ	82,10	74,25	71,87	71,22	76,18	82,95	79,70	73,32	82,09	85,85	82,98	80,43
6	Pv	1209	1152	1215	1379	1669	2083	2115	1893	1855	1694	1453	1182
	Ps	1509	1585	1720	1956	2191	2512	2654	2582	2260	1990	1777	1505
	θ	13,12	13,87	15,14	17,15	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,43	15,65	13,08
	φ	80,15	72,67	70,67	70,53	76,17	82,94	79,69	73,30	82,08	85,11	81,74	78,51

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>7</b>	Pv	1209	1151	1215	1379	1669	2083	2114	1892	1855	1694	1453	1181
	Ps	1545	1619	1748	1974	2191	2512	2654	2582	2260	2007	1804	1542
	θ	13,49	14,20	15,40	17,31	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,57	15,88	13,45
	φ	78,25	71,14	69,49	69,84	76,16	82,93	79,68	73,29	82,07	84,37	80,53	76,63
<b>8</b>	Pv	1209	1151	1215	1379	1669	2083	2114	1892	1855	1693	1452	1181
	Ps	1583	1653	1778	1993	2191	2512	2654	2582	2260	2025	1831	1579
	θ	13,85	14,53	15,66	17,46	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,70	16,12	13,82
	φ	76,40	69,64	68,33	69,16	76,14	82,92	79,67	73,27	82,06	83,63	79,34	74,81
<b>9</b>	Pv	1209	1151	1214	1378	1668	2082	2114	1891	1854	1693	1452	1181
	Ps	1621	1688	1807	2013	2191	2512	2654	2582	2260	2042	1858	1617
	θ	14,22	14,85	15,92	17,61	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,84	16,35	14,19
	φ	74,59	68,18	67,19	68,48	76,13	82,91	79,65	73,26	82,05	82,91	78,17	73,03
<b>10</b>	Pv	1203	1141	1202	1363	1653	2070	2098	1871	1842	1686	1445	1174
	Ps	1625	1692	1810	2014	2191	2512	2654	2582	2260	2044	1861	1621
	θ	14,26	14,88	15,94	17,62	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,85	16,37	14,22
	φ	74,04	67,42	66,38	67,64	75,42	82,40	79,05	72,46	81,51	82,47	77,65	72,44
<b>11</b>	Pv	1201	1138	1198	1359	1649	2066	2094	1866	1839	1684	1443	1172
	Ps	1664	1728	1841	2034	2191	2512	2654	2582	2260	2062	1889	1661
	θ	14,63	15,22	16,20	17,78	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,99	16,61	14,60
	φ	72,18	65,84	65,09	66,78	75,24	82,27	78,89	72,26	81,38	81,66	76,39	70,59
<b>12</b>	Pv	1200	1135	1195	1354	1645	2063	2089	1860	1836	1682	1441	1171
	Ps	1705	1766	1872	2054	2191	2512	2654	2582	2260	2080	1917	1702
	θ	15,00	15,55	16,47	17,93	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	18,13	16,84	14,97
	φ	70,37	64,30	63,83	65,94	75,05	82,14	78,74	72,05	81,24	80,85	75,15	68,80
<b>13</b>	Pv	1198	1133	1192	1350	1641	2060	2085	1855	1833	1680	1439	1169
	Ps	1746	1804	1904	2074	2191	2512	2654	2582	2260	2098	1946	1743
	θ	15,38	15,88	16,73	18,09	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	18,27	17,08	15,35
	φ	68,61	62,80	62,59	65,11	74,87	82,01	78,58	71,85	81,10	80,05	73,93	67,06
<b>14</b>	Pv	1196	1130	1188	1346	1637	2057	2081	1850	1830	1678	1437	1167
	Ps	1788	1842	1936	2094	2191	2512	2654	2582	2260	2117	1975	1786
	θ	15,75	16,21	17,00	18,24	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	18,41	17,31	15,73
	φ	66,90	61,33	61,38	64,29	74,69	81,88	78,42	71,64	80,96	79,27	72,73	65,36
	Pv	1195	1127	1185	1342	1633	2053	2077	1844	1827	1676	1435	1165

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>15</b>	Ps	1832	1882	1969	2115	2191	2512	2654	2582	2260	2135	2005	1829
	θ	16,12	16,55	17,26	18,40	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	18,55	17,55	16,10
	φ	65,23	59,91	60,20	63,47	74,51	81,75	78,27	71,44	80,83	78,49	71,56	63,71
	Pv	1193	1125	1182	1338	1629	2050	2073	1839	1824	1674	1433	1164
<b>16</b>	Ps	1876	1922	2002	2135	2191	2512	2654	2582	2260	2154	2035	1873
	θ	16,50	16,88	17,52	18,55	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	18,69	17,79	16,48
	φ	63,62	58,52	59,03	62,67	74,32	81,62	78,11	71,23	80,69	77,71	70,41	62,11
	Pv	1192	1122	1178	1334	1625	2047	2069	1834	1820	1672	1431	1162
<b>17</b>	Ps	1921	1963	2035	2156	2191	2512	2654	2582	2260	2173	2066	1919
	θ	16,87	17,21	17,79	18,70	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	18,83	18,02	16,85
	φ	62,04	57,16	57,90	61,88	74,14	81,49	77,96	71,03	80,55	76,95	69,27	60,56
	Pv	1190	1119	1175	1330	1621	2043	2065	1829	1817	1670	1429	1160
<b>18</b>	Ps	1967	2004	2070	2177	2191	2512	2654	2582	2260	2192	2096	1965
	θ	17,24	17,54	18,05	18,86	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	18,97	18,26	17,23
	φ	60,51	55,84	56,79	61,10	73,96	81,36	77,80	70,82	80,42	76,20	68,16	59,04
	Pv	1188	1117	1172	1326	1617	2040	2061	1823	1814	1668	1427	1158
<b>19</b>	Ps	2014	2047	2104	2198	2191	2512	2654	2582	2260	2211	2128	2012
	θ	17,62	17,88	18,32	19,01	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,11	18,49	17,60
	φ	59,02	54,55	55,70	60,33	73,78	81,23	77,65	70,62	80,28	75,45	67,07	57,57
	Pv	1187	1114	1169	1322	1613	2037	2056	1818	1811	1666	1425	1156
<b>20</b>	Ps	2062	2090	2139	2219	2191	2512	2654	2582	2260	2231	2159	2060
	θ	17,99	18,21	18,58	19,17	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,25	18,73	17,98
	φ	57,57	53,30	54,63	59,57	73,59	81,10	77,49	70,42	80,14	74,71	65,99	56,14
	Pv	1185	1111	1165	1318	1609	2034	2052	1813	1808	1664	1423	1155
<b>21</b>	Ps	2110	2134	2175	2241	2191	2512	2654	2582	2260	2250	2191	2109
	θ	18,36	18,54	18,84	19,32	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,39	18,97	18,35
	φ	56,16	52,07	53,58	58,82	73,41	80,96	77,34	70,21	80,00	73,98	64,94	54,75
	Pv	1184	1109	1162	1314	1605	2030	2048	1807	1805	1663	1421	1153
<b>22</b>	Ps	2160	2179	2211	2262	2191	2512	2654	2582	2260	2270	2224	2159
	θ	18,74	18,87	19,11	19,48	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,53	19,20	18,73
	φ	54,79	50,88	52,56	58,08	73,23	80,83	77,18	70,01	79,87	73,25	63,90	53,39
	Pv	1160	1069	1112	1253	1545	1981	1986	1728	1758	1634	1392	1126
<b>23</b>	Ps	2161	2179	2211	2263	2191	2512	2654	2582	2260	2270	2224	2160
	θ	18,74	18,88	19,11	19,48	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,53	19,20	18,73

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

	$\varphi$	53,68	49,04	50,31	55,39	70,49	78,87	74,85	66,94	77,81	71,97	62,56	52,15
<b>24</b>	P <sub>v</sub>	1159	1068	1111	1252	1543	1980	1985	1726	1757	1633	1391	1126
	P <sub>s</sub>	2188	2204	2231	2274	2191	2512	2654	2582	2260	2280	2242	2187
	$\theta$	18,94	19,06	19,25	19,56	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,60	19,33	18,93
	$\varphi$	52,98	48,45	49,82	55,05	70,43	78,83	74,79	66,87	77,76	71,61	62,04	51,47
<b>25</b>	P <sub>v</sub>	1156	1063	1105	1245	1536	1974	1977	1717	1752	1629	1387	1123
	P <sub>s</sub>	2196	2211	2236	2278	2191	2512	2654	2582	2260	2283	2247	2195
	$\theta$	19,00	19,11	19,29	19,59	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,63	19,37	18,99
	$\varphi$	52,66	48,08	49,42	54,65	70,10	78,60	74,51	66,50	77,51	71,36	61,74	51,14
<b>26</b>	P <sub>v</sub>	1156	1063	1105	1245	1536	1974	1977	1717	1752	1629	1387	1122
	P <sub>s</sub>	2236	2247	2265	2295	2191	2512	2654	2582	2260	2299	2273	2235
	$\theta$	19,29	19,37	19,50	19,71	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,73	19,55	19,28
	$\varphi$	51,71	47,31	48,79	54,24	70,10	78,59	74,51	66,50	77,51	70,88	61,04	50,21
<b>27</b>	P <sub>v</sub>	1156	1063	1105	1244	1536	1974	1977	1717	1752	1629	1387	1122
	P <sub>s</sub>	2277	2283	2294	2312	2191	2512	2654	2582	2260	2314	2299	2276
	$\theta$	19,58	19,63	19,70	19,83	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,84	19,73	19,58
	$\varphi$	50,78	46,55	48,17	53,82	70,08	78,58	74,50	66,48	77,50	70,40	60,34	49,30
<b>28</b>	P <sub>v</sub>	1155	1060	1102	1240	1532	1971	1973	1711	1749	1627	1385	1121
	P <sub>s</sub>	2298	2302	2309	2321	2191	2512	2654	2582	2260	2322	2312	2297
	$\theta$	19,73	19,76	19,81	19,89	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,90	19,83	19,72
	$\varphi$	50,26	46,06	47,72	53,45	69,91	78,46	74,35	66,29	77,37	70,08	59,92	48,78
<b>29</b>	P <sub>v</sub>	1155	1060	1102	1240	1532	1971	1973	1711	1749	1627	1385	1121
	P <sub>s</sub>	2337	2337	2337	2337	2191	2512	2654	2582	2260	2337	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	20,00	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	20,00	20,00	20,00
	$\varphi$	49,41	45,37	47,15	53,08	69,91	78,46	74,35	66,29	77,37	69,64	59,28	47,95

**Legenda**

*Int.* Numero interfaccia

*P<sub>v</sub>* Pressione di vapore [Pa]

*$\varphi$*  Umidità relativa [%]

*$\theta$*  Temperatura [°C]

*P<sub>s</sub>* Pressione di saturazione [Pa]

ESITO VERIFICA: **Verificato**

La struttura non presenta condensa interstiziale

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

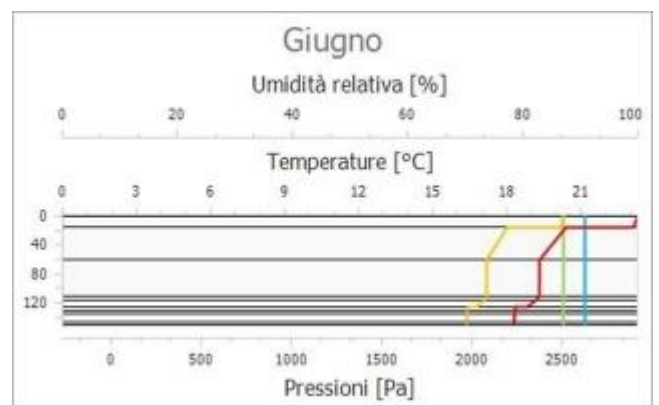
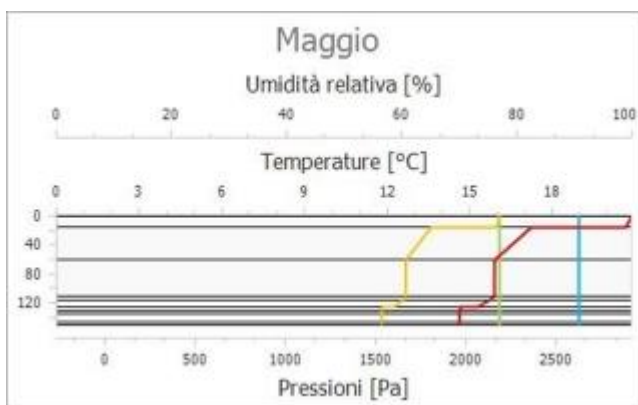
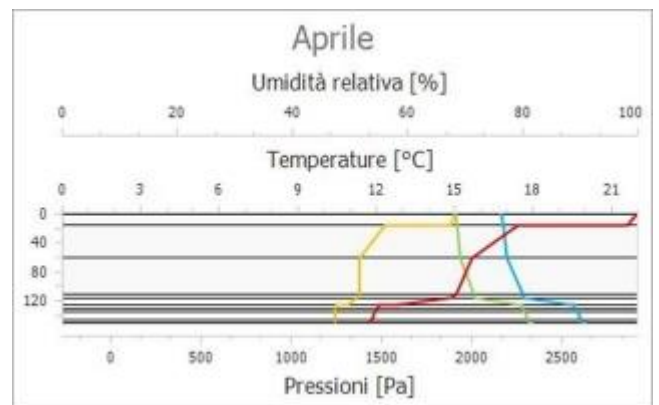
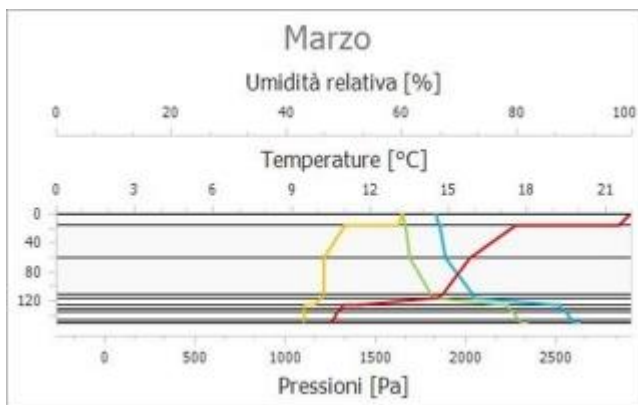
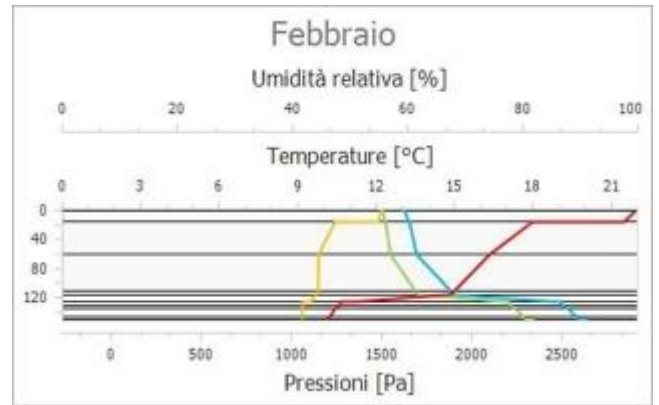
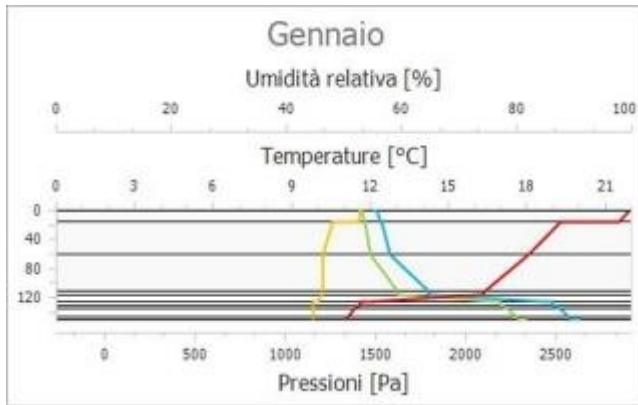
TRATTA D

Relazione Tecnica "ex L.10"

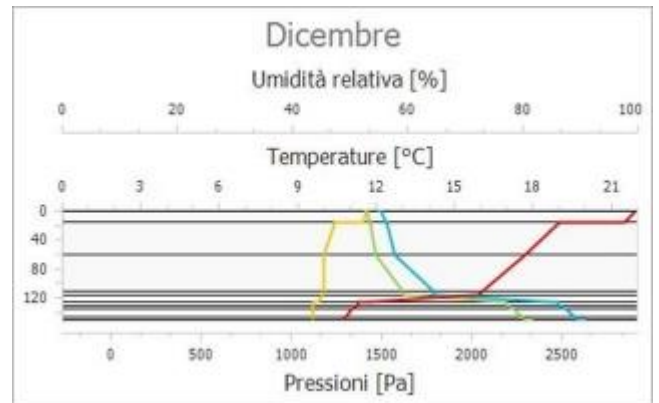
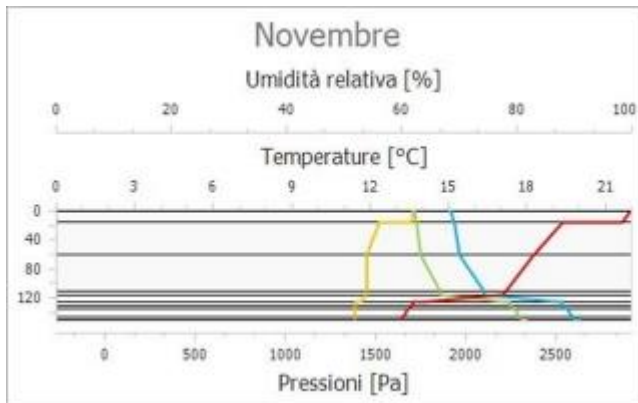
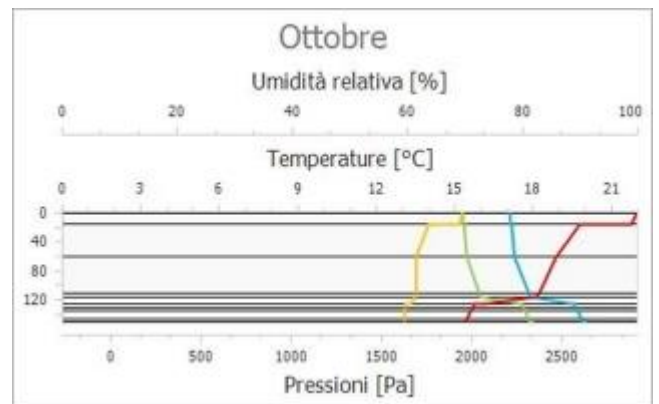
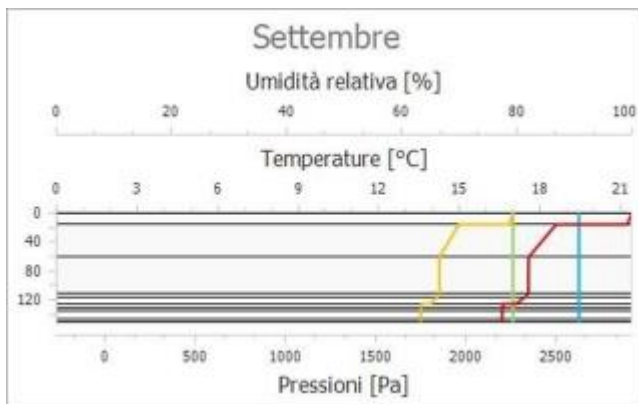
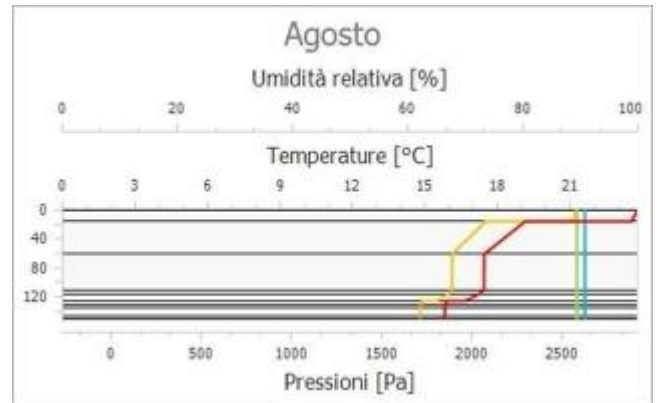
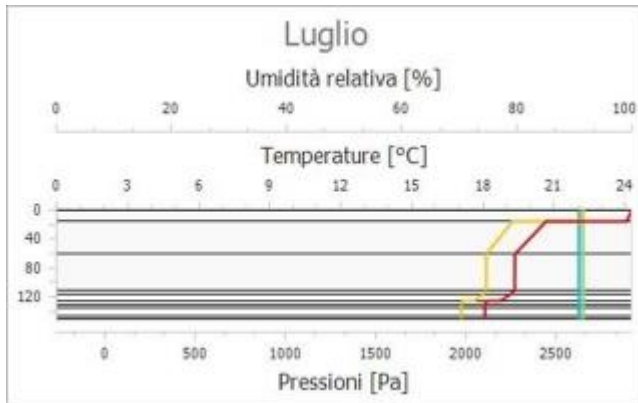
**Diagrammi delle pressioni e delle temperature**

Legenda

- / Temperatura
- / Pressione di vapore
- / Pressione di saturazione
- / Umidità



Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**



**Tipologia:** Solaio Esterno

**Confine:** Esterno

**Codice:** COP\_UFF

**Descrizione:** COP\_UFF

### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,100
1	Intonaco standard	0,020	0,570	1300,00	1000,00	6	0,035
2	Cartongesso in lastre	0,040	0,250	900,00	1000,00	4	0,160
3	Aria non ventilata 100 mm (flusso orizzontale)	0,100	-	1,30	1000,00	1	0,180
4	Aria non ventilata 300 mm (flusso orizzontale)	0,300	-	1,30	1000,00	1	0,180
5	Pignatta in laterizio	0,200	0,240	630,00	840,00	10	0,833
6	Calcestruzzo armato generico	0,050	2,300	2400,00	1000,00	130	0,022
7	Barriera vapore in fogli di polietilene	0,003	0,350	950,00	2100,00	50000	0,009
8	Polistirene espanso, estruso senza pelle	0,120	0,034	50,00	1250,00	200	3,529
	Resistenza superficiale esterna						0,130
	<b>TOTALE</b>	<b>0,833</b>					<b>5,178</b>

#### Legenda

s Spessore dello strato

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale

c Calore specifico del materiale

$\rho$  Massa volumica

$\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

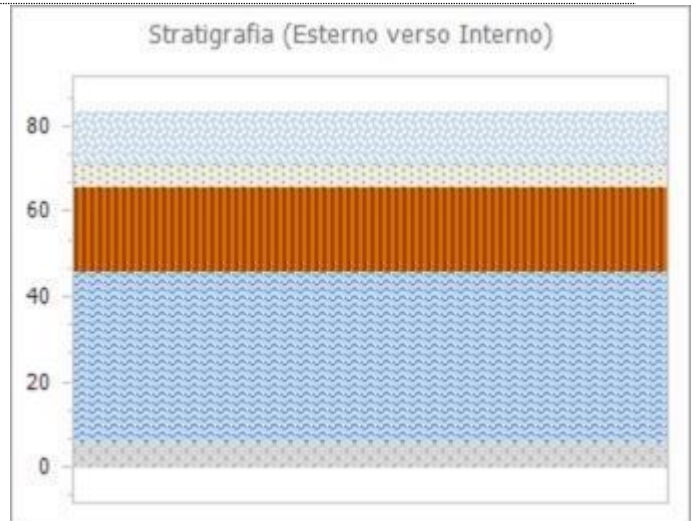
R Resistenza termica degli strati

### Parametri termici

Spessore	s	<b>83,3</b>	cm
Trasmittanza termica	U	<b>0,193</b>	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	<b>5,178</b>	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	<b>317,37</b>	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	<b>301,85</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	$Y_{IE}$	<b>0,007</b>	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica areica interna	$k_1$	<b>48,16</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica areica esterna	$k_2$	<b>4,77</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	$f_d$	<b>0,037</b>	-
Sfasamento	$\varphi$	<b>14,73</b>	h

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

Ammetenza termica interna	Y <sub>ii</sub>	<b>3,502</b>	W/m <sup>2</sup> K
Ammetenza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	<b>0,345</b>	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	<b>255,37</b>	kg/m <sup>2</sup>



### Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:

φ muffa:

φ condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 2 - Uffici, negozi, alloggi con ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]



### Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	0,60	91,22	582	638	20,00	47,43	1108	2337
Febbraio	2,50	73,51	537	731	20,00	43,75	1022	2337
Marzo	5,70	69,58	637	915	20,00	45,00	1052	2337
Aprile	10,80	66,43	860	1295	20,00	49,74	1162	2337
Maggio	15,70	68,21	1216	1783	18,00	68,38	1411	2063
Giugno	20,60	68,22	1654	2425	20,60	72,34	1754	2425
Luglio	22,60	60,56	1660	2741	22,60	64,21	1760	2741
Agosto	21,60	55,32	1427	2579	21,60	59,20	1527	2579
Settembre	16,80	74,75	1429	1912	18,00	77,55	1600	2063
Ottobre	11,50	89,47	1213	1356	20,00	64,21	1500	2337
Novembre	7,00	90,87	910	1001	20,00	55,45	1296	2337
Dicembre	0,50	86,92	550	633	20,00	46,18	1079	2337

Legenda simboli

Legenda pedici

Legenda unità di misura

$\theta$  - Temperatura

*i* - Interna

°C - Gradi centigradi

$\varphi$  - Umidità relativa

*e* - Esterna

% - Percentuale

*P* - Pressione

*vap* - Vapore

*Pa* - Pascal

*sat* - Saturazione

### Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1386	1278	1314	1453	1763	2193	2200	1908	2000	1876	1620	1349
$\theta_{si,min}$	°C	11,82	10,60	11,03	12,55	15,53	18,98	19,03	16,77	17,51	16,50	14,21	11,42
$f_{R,si,min}$	[-]	0,579	0,463	0,373	0,190	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,588	0,555	0,560

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie

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

$f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico:

Ottobre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,588

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,981

Verifica muffa:

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

**Verificato**

### Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1108	1022	1052	1162	1411	1754	1760	1527	1600	1500	1296	1079
$\theta_{si,min}$	°C	8,49	7,30	7,71	9,19	12,10	15,45	15,50	13,30	14,02	13,04	10,81	8,10
$f_{R,si,min}$	[-]	0,407	0,274	0,141	-0,175	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,181	0,293	0,390

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie

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

$f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico:

Gennaio

TRATTA D

Relazione Tecnica "ex L.10"

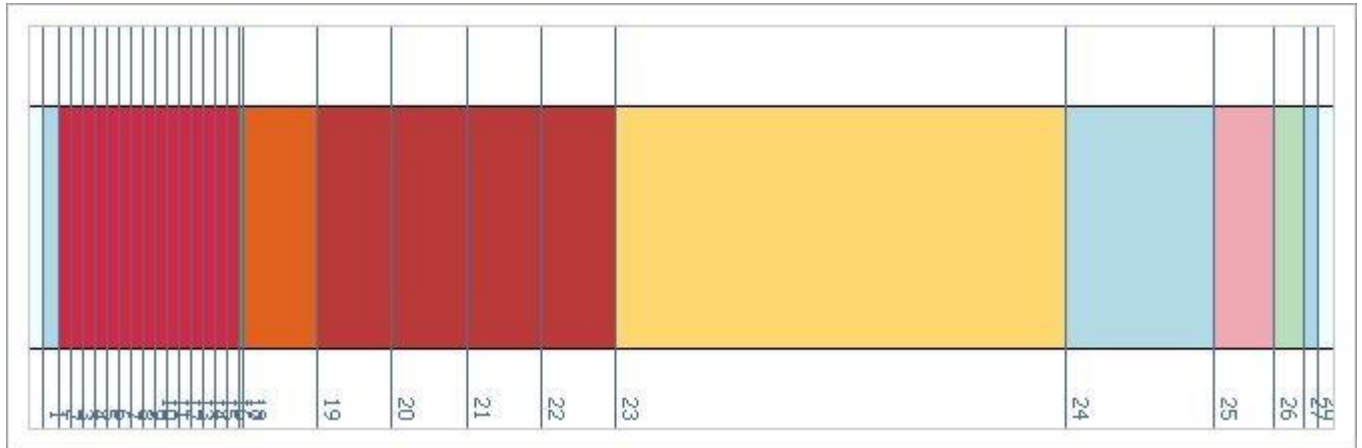
Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

---

Fattore di temperatura del mese critico:	$f_{R,si,max}$	0,407
Fattore di temperatura del componente:	$f_{R,si}$	0,981
Verifica condensa superficiale:	$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$	<b>Verificato</b>

### Verifica Condensa Interstiziale

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



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [m <sup>2</sup> K/W]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato liminare esterno	-	-	-
2	Strato liminare esterno - Polistirene espanso, estruso senza pelle [0]	-	0,130	-
3	Polistirene espanso, estruso senza pelle [0] - Polistirene espanso, estruso senza pelle [1]	0,8	0,235	1,60
4	Polistirene espanso, estruso senza pelle [1] - Polistirene espanso, estruso senza pelle [2]	0,8	0,235	1,60
5	Polistirene espanso, estruso senza pelle [2] - Polistirene espanso, estruso senza pelle [3]	0,8	0,235	1,60
6	Polistirene espanso, estruso senza pelle [3] - Polistirene espanso, estruso senza pelle [4]	0,8	0,235	1,60
7	Polistirene espanso, estruso senza pelle [4] - Polistirene espanso, estruso senza pelle [5]	0,8	0,235	1,60
8	Polistirene espanso, estruso senza pelle [5] - Polistirene espanso, estruso senza pelle [6]	0,8	0,235	1,60
9	Polistirene espanso, estruso senza pelle [6] - Polistirene espanso, estruso senza pelle [7]	0,8	0,235	1,60
10	Polistirene espanso, estruso senza pelle [7] - Polistirene espanso, estruso senza pelle [8]	0,8	0,235	1,60
11	Polistirene espanso, estruso senza pelle [8] - Polistirene espanso, estruso senza pelle [9]	0,8	0,235	1,60
12	Polistirene espanso, estruso senza pelle [9] - Polistirene espanso, estruso senza pelle [10]	0,8	0,235	1,60
13	Polistirene espanso, estruso senza pelle [10] - Polistirene espanso, estruso senza pelle [11]	0,8	0,235	1,60
14	Polistirene espanso, estruso senza pelle [11] - Polistirene espanso, estruso senza pelle [12]	0,8	0,235	1,60
15	Polistirene espanso, estruso senza pelle [12] - Polistirene espanso, estruso senza pelle [13]	0,8	0,235	1,60
16	Polistirene espanso, estruso senza pelle [13] - Polistirene espanso, estruso senza pelle [14]	0,8	0,235	1,60
17	Polistirene espanso, estruso senza pelle [14] - Barriera vapore in fogli di polietilene	0,8	0,235	1,60
18	Barriera vapore in fogli di polietilene - Calcestruzzo armato generico	0,3	0,009	150,00
19	Calcestruzzo armato generico - Pignatta in laterizio [0]	5,0	0,022	6,50
20	Pignatta in laterizio [0] - Pignatta in laterizio [1]	5,0	0,208	0,50
21	Pignatta in laterizio [1] - Pignatta in laterizio [2]	5,0	0,208	0,50

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

22	Pignatta in laterizio [2] - Pignatta in laterizio [3]	5,0	0,208	0,50
23	Pignatta in laterizio [3] - Aria non ventilata 300 mm (flusso orizzontale)	5,0	0,208	0,50
24	Aria non ventilata 300 mm (flusso orizzontale) - Aria non ventilata 100 mm (flusso orizzontale)	30,0	0,180	0,30
25	Aria non ventilata 100 mm (flusso orizzontale) - Cartongesso in lastre	10,0	0,180	0,10
26	Cartongesso in lastre - Intonaco standard	4,0	0,160	0,16
27	Intonaco standard - Strato liminare interno	2,0	0,035	0,12
28	Strato liminare interno - Aria interna	-	0,100	-

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

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	582	537	637	860	1216	1654	1660	1427	1429	1213	910	550
	Ps	638	731	915	1295	1783	2425	2741	2579	1912	1356	1001	633
	θ	0,60	2,50	5,70	10,80	15,70	20,60	22,60	21,60	16,80	11,50	7,00	0,50
	φ	91,22	73,51	69,58	66,43	68,21	68,22	60,56	55,32	74,75	89,47	90,87	86,92
2	Pv	582	537	637	860	1216	1654	1660	1427	1429	1213	910	550
	Ps	661	754	938	1315	1789	2425	2741	2579	1916	1376	1024	656
	θ	1,09	2,94	6,06	11,03	15,76	20,60	22,60	21,60	16,83	11,71	7,33	0,99
	φ	88,07	71,25	67,87	65,42	67,96	68,22	60,56	55,32	74,61	88,22	88,86	83,90
3	Pv	586	542	641	863	1218	1655	1661	1427	1431	1216	913	555
	Ps	704	798	981	1352	1801	2425	2741	2579	1923	1411	1066	699
	θ	1,97	3,73	6,71	11,45	15,86	20,60	22,60	21,60	16,88	12,10	7,92	1,88
	φ	83,31	67,88	65,26	63,82	67,60	68,26	60,59	55,35	74,43	86,17	85,66	79,38
4	Pv	591	546	644	865	1219	1656	1661	1428	1432	1218	917	560
	Ps	749	844	1026	1390	1813	2425	2741	2579	1929	1447	1110	745
	θ	2,85	4,53	7,36	11,87	15,97	20,60	22,60	21,60	16,94	12,49	8,51	2,76
	φ	78,85	64,69	62,77	62,27	67,24	68,29	60,62	55,39	74,25	84,19	82,59	75,14
5	Pv	595	550	648	868	1221	1657	1662	1429	1434	1221	920	564
	Ps	798	892	1073	1428	1826	2425	2741	2579	1936	1484	1155	793
	θ	3,73	5,32	8,01	12,29	16,07	20,60	22,60	21,60	16,99	12,87	9,10	3,65
	φ	74,66	61,67	60,38	60,77	66,89	68,33	60,66	55,42	74,07	82,25	79,65	71,15
6	Pv	600	554	651	871	1223	1658	1663	1430	1435	1223	923	569
	Ps	849	942	1121	1468	1838	2425	2741	2579	1943	1522	1202	844
	θ	4,61	6,12	8,66	12,70	16,18	20,60	22,60	21,60	17,05	13,26	9,69	4,53
	φ	70,72	58,81	58,10	59,30	66,54	68,36	60,69	55,46	73,89	80,36	76,82	67,40
7	Pv	605	558	655	873	1225	1659	1664	1431	1437	1226	927	573
	Ps	902	996	1172	1509	1850	2425	2741	2579	1949	1561	1251	898
	θ	5,49	6,92	9,31	13,12	16,28	20,60	22,60	21,60	17,10	13,64	10,28	5,42
	φ	67,01	56,10	55,91	57,88	66,19	68,40	60,72	55,49	73,71	78,53	74,11	63,87

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>8</b>	Pv	609	563	659	876	1226	1660	1665	1432	1438	1228	930	578
	Ps	959	1051	1224	1551	1862	2425	2741	2579	1956	1601	1301	955
	θ	6,38	7,71	9,96	13,54	16,38	20,60	22,60	21,60	17,16	14,03	10,87	6,31
	φ	63,52	53,53	53,82	56,49	65,84	68,44	60,75	55,52	73,53	76,74	71,51	60,55
<b>9</b>	Pv	614	567	662	879	1228	1661	1666	1433	1440	1231	934	583
	Ps	1019	1110	1278	1593	1875	2425	2741	2579	1963	1641	1353	1015
	θ	7,26	8,51	10,61	13,96	16,49	20,60	22,60	21,60	17,21	14,42	11,46	7,19
	φ	60,23	51,09	51,81	55,14	65,49	68,47	60,78	55,56	73,36	74,99	69,01	57,42
<b>10</b>	Pv	618	571	666	881	1230	1661	1667	1434	1441	1233	937	587
	Ps	1082	1171	1335	1637	1887	2425	2741	2579	1970	1683	1407	1078
	θ	8,14	9,30	11,26	14,38	16,59	20,60	22,60	21,60	17,27	14,80	12,05	8,08
	φ	57,14	48,78	49,89	53,83	65,15	68,51	60,81	55,59	73,18	73,29	66,61	54,48
<b>11</b>	Pv	623	575	670	884	1231	1662	1668	1434	1443	1236	940	592
	Ps	1149	1235	1393	1682	1900	2425	2741	2579	1976	1725	1462	1145
	θ	9,02	10,10	11,91	14,79	16,70	20,60	22,60	21,60	17,32	15,19	12,64	8,96
	φ	54,23	46,58	48,05	52,55	64,81	68,54	60,85	55,62	73,00	71,64	64,30	51,70
<b>12</b>	Pv	628	580	673	886	1233	1663	1668	1435	1444	1239	944	596
	Ps	1219	1303	1454	1728	1913	2425	2741	2579	1983	1769	1520	1215
	θ	9,90	10,89	12,56	15,21	16,80	20,60	22,60	21,60	17,38	15,58	13,23	9,85
	φ	51,48	44,50	46,29	51,31	64,47	68,58	60,88	55,66	72,83	70,03	62,08	49,09
<b>13</b>	Pv	632	584	677	889	1235	1664	1669	1436	1446	1241	947	601
	Ps	1293	1373	1517	1775	1925	2425	2741	2579	1990	1813	1580	1289
	θ	10,78	11,69	13,21	15,63	16,91	20,60	22,60	21,60	17,43	15,96	13,82	10,74
	φ	48,89	42,52	44,60	50,10	64,13	68,62	60,91	55,69	72,65	68,46	59,95	46,63
<b>14</b>	Pv	637	588	680	892	1236	1665	1670	1437	1447	1244	950	606
	Ps	1371	1447	1583	1823	1938	2425	2741	2579	1997	1858	1641	1367
	θ	11,67	12,48	13,86	16,05	17,01	20,60	22,60	21,60	17,48	16,35	14,41	11,62
	φ	46,45	40,65	42,98	48,92	63,79	68,65	60,94	55,73	72,48	66,92	57,90	44,30
<b>15</b>	Pv	642	592	684	894	1238	1666	1671	1438	1449	1246	954	610
	Ps	1453	1524	1651	1872	1951	2425	2741	2579	2004	1904	1705	1450
	θ	12,55	13,28	14,51	16,47	17,12	20,60	22,60	21,60	17,54	16,73	15,01	12,51
	φ	44,15	38,86	41,43	47,78	63,46	68,69	60,97	55,76	72,30	65,43	55,94	42,11
	Pv	646	597	688	897	1240	1667	1672	1439	1450	1249	957	615

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>16</b>	Ps	1539	1605	1722	1922	1964	2425	2741	2579	2011	1952	1771	1536
	θ	13,43	14,07	15,16	16,88	17,22	20,60	22,60	21,60	17,59	17,12	15,60	13,39
	φ	41,97	37,17	39,94	46,66	63,13	68,72	61,01	55,79	72,13	63,98	54,05	40,04
<b>17</b>	Pv	651	601	691	900	1242	1668	1673	1440	1452	1251	960	620
	Ps	1630	1690	1795	1974	1977	2425	2741	2579	2018	2000	1839	1627
	θ	14,31	14,87	15,81	17,30	17,33	20,60	22,60	21,60	17,65	17,51	16,19	14,28
	φ	39,92	35,56	38,51	45,58	62,80	68,76	61,04	55,83	71,95	62,56	52,23	38,08
<b>18</b>	Pv	1082	998	1031	1147	1401	1749	1755	1522	1591	1486	1277	1053
	Ps	1634	1693	1798	1976	1977	2425	2741	2579	2018	2002	1842	1630
	θ	14,34	14,90	15,83	17,32	17,33	20,60	22,60	21,60	17,65	17,52	16,21	14,31
	φ	66,24	58,95	57,34	58,06	70,84	72,14	64,03	59,00	78,86	74,25	69,32	64,57
<b>19</b>	Pv	1101	1015	1045	1158	1408	1753	1758	1525	1597	1496	1290	1072
	Ps	1642	1701	1805	1981	1979	2425	2741	2579	2019	2006	1848	1639
	θ	14,42	14,97	15,89	17,36	17,34	20,60	22,60	21,60	17,66	17,56	16,26	14,39
	φ	67,03	59,68	57,94	58,47	71,15	72,28	64,16	59,14	79,13	74,59	69,82	65,37
<b>20</b>	Pv	1102	1017	1047	1159	1408	1753	1759	1525	1598	1497	1291	1073
	Ps	1727	1780	1872	2028	1990	2425	2741	2579	2025	2050	1911	1724
	θ	15,20	15,67	16,46	17,73	17,43	20,60	22,60	21,60	17,70	17,90	16,79	15,18
	φ	63,83	57,12	55,91	57,16	70,76	72,29	64,17	59,15	78,92	73,04	67,59	62,23
<b>21</b>	Pv	1104	1018	1048	1160	1409	1754	1759	1526	1598	1498	1292	1074
	Ps	1815	1862	1942	2075	2002	2425	2741	2579	2031	2094	1975	1813
	θ	15,98	16,38	17,04	18,10	17,52	20,60	22,60	21,60	17,75	18,24	17,31	15,96
	φ	60,79	54,68	53,96	55,88	70,37	72,31	64,18	59,16	78,70	71,52	65,44	59,26
<b>22</b>	Pv	1105	1019	1049	1161	1409	1754	1759	1526	1599	1499	1293	1076
	Ps	1908	1947	2013	2124	2014	2425	2741	2579	2037	2140	2041	1906
	θ	16,77	17,08	17,62	18,47	17,62	20,60	22,60	21,60	17,80	18,58	17,83	16,75
	φ	57,92	52,35	52,09	54,64	69,99	72,32	64,19	59,17	78,48	70,04	63,37	56,45
<b>23</b>	Pv	1107	1021	1050	1161	1410	1754	1759	1526	1599	1499	1294	1077
	Ps	2005	2035	2088	2174	2025	2425	2741	2579	2043	2186	2109	2003
	θ	17,55	17,79	18,19	18,84	17,71	20,60	22,60	21,60	17,85	18,92	18,36	17,53
	φ	55,20	50,14	50,29	53,42	69,61	72,33	64,20	59,18	78,27	68,59	61,37	53,78
<b>24</b>	Pv	1107	1021	1051	1162	1410	1754	1759	1526	1599	1500	1295	1078
	Ps	2092	2115	2154	2218	2036	2425	2741	2579	2049	2226	2170	2090
	θ	18,22	18,39	18,69	19,16	17,79	20,60	22,60	21,60	17,89	19,22	18,81	18,21

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

	$\varphi$	52,95	48,30	48,78	52,39	69,28	72,33	64,20	59,19	78,08	67,36	59,69	51,58
<b>25</b>	P <sub>v</sub>	1108	1022	1051	1162	1410	1754	1760	1526	1600	1500	1295	1078
	P <sub>s</sub>	2182	2197	2222	2262	2046	2425	2741	2579	2054	2268	2232	2181
	$\theta$	18,89	19,00	19,19	19,48	17,87	20,60	22,60	21,60	17,93	19,52	19,26	18,89
	$\varphi$	50,77	46,51	47,30	51,37	68,93	72,34	64,20	59,19	77,88	66,14	58,04	49,45
<b>26</b>	P <sub>v</sub>	1108	1022	1051	1162	1410	1754	1760	1526	1600	1500	1296	1079
	P <sub>s</sub>	2265	2272	2284	2302	2055	2425	2741	2579	2059	2305	2288	2264
	$\theta$	19,49	19,54	19,63	19,76	17,94	20,60	22,60	21,60	17,97	19,78	19,66	19,49
	$\varphi$	48,93	44,99	46,04	50,48	68,63	72,34	64,21	59,20	77,70	65,09	56,62	47,65
<b>27</b>	P <sub>v</sub>	1108	1022	1052	1162	1411	1754	1760	1527	1600	1500	1296	1079
	P <sub>s</sub>	2283	2289	2297	2311	2057	2425	2741	2579	2060	2313	2301	2283
	$\theta$	19,63	19,66	19,72	19,82	17,96	20,60	22,60	21,60	17,98	19,84	19,75	19,62
	$\varphi$	48,55	44,67	45,77	50,29	68,57	72,34	64,21	59,20	77,67	64,86	56,32	47,27
<b>28</b>	P <sub>v</sub>	1108	1022	1052	1162	1411	1754	1760	1527	1600	1500	1296	1079
	P <sub>s</sub>	2337	2337	2337	2337	2063	2425	2741	2579	2063	2337	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,60	22,60	21,60	18,00	20,00	20,00	20,00
	$\varphi$	47,43	43,75	45,00	49,74	68,38	72,34	64,21	59,20	77,55	64,21	55,45	46,18

**Legenda**

*Int.* Numero interfaccia

*P<sub>v</sub>* Pressione di vapore [Pa]

*$\varphi$*  Umidità relativa [%]

*$\theta$*  Temperatura [°C]

*P<sub>s</sub>* Pressione di saturazione [Pa]

ESITO VERIFICA: **Verificato**

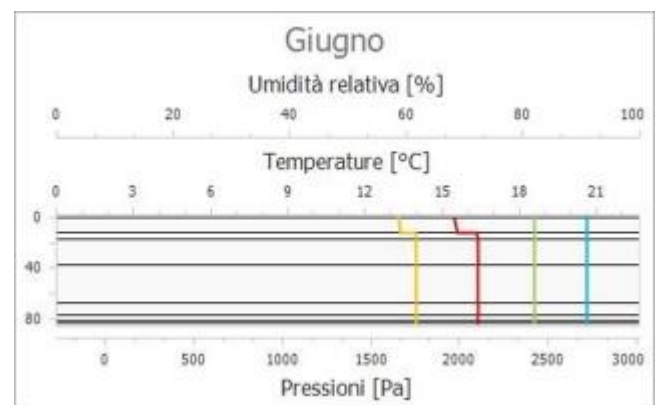
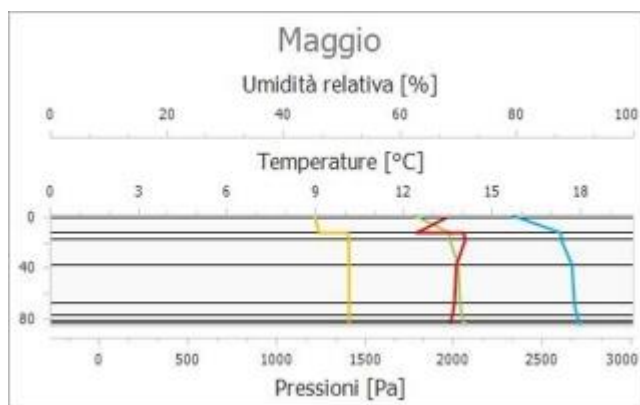
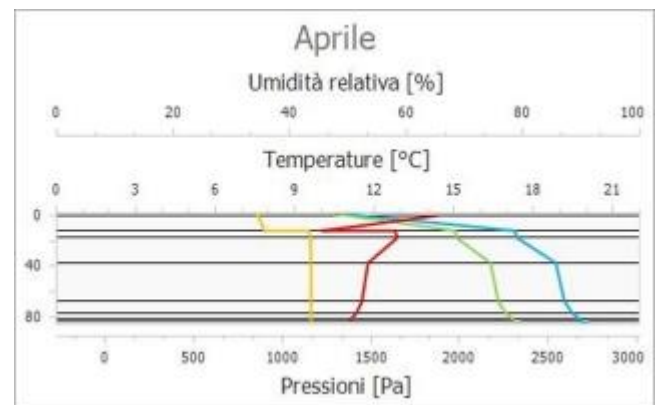
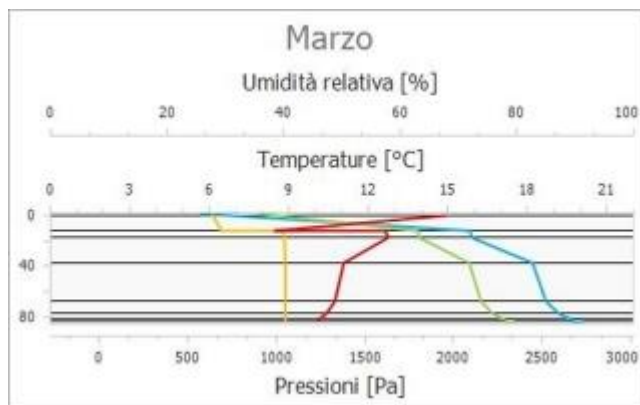
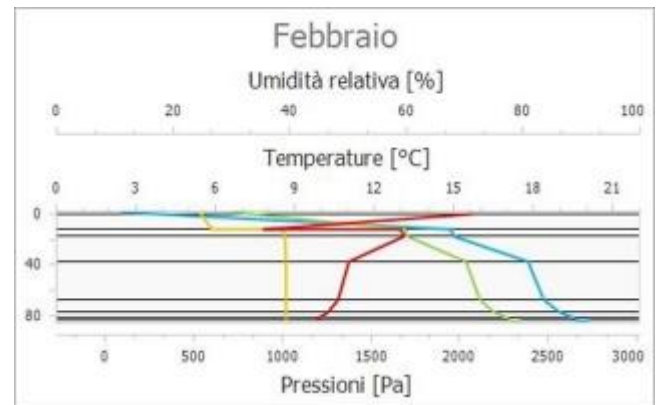
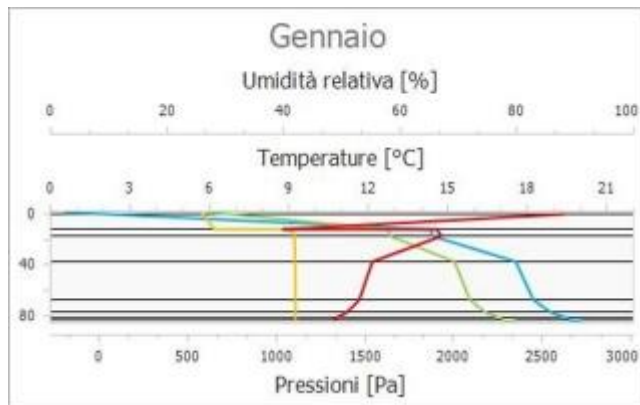
**La struttura non presenta condensa interstiziale**

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

**Diagrammi delle pressioni e delle temperature**

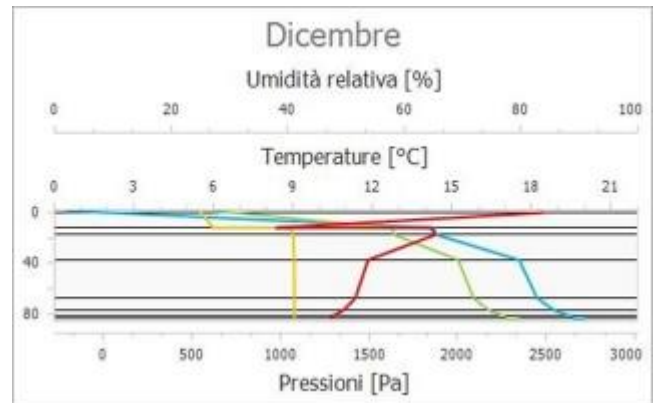
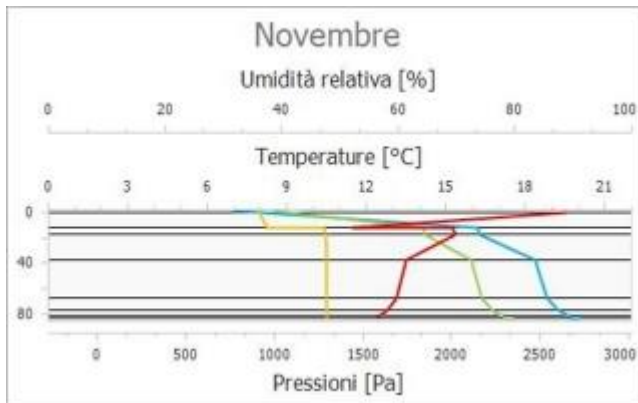
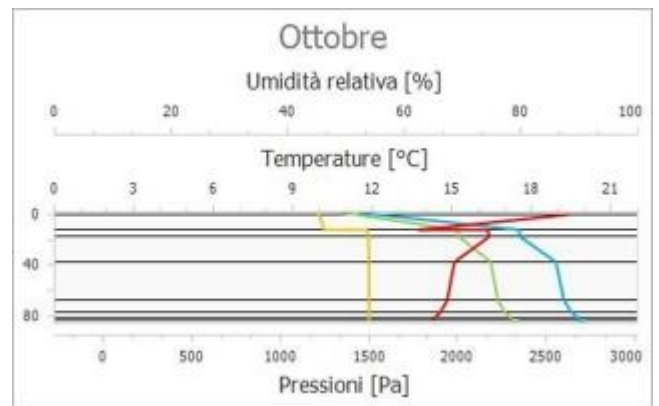
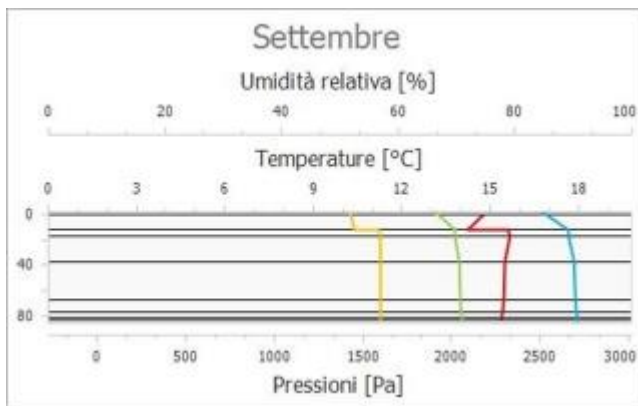
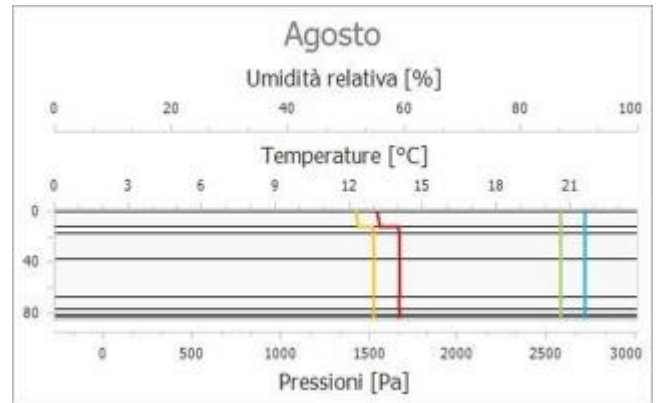
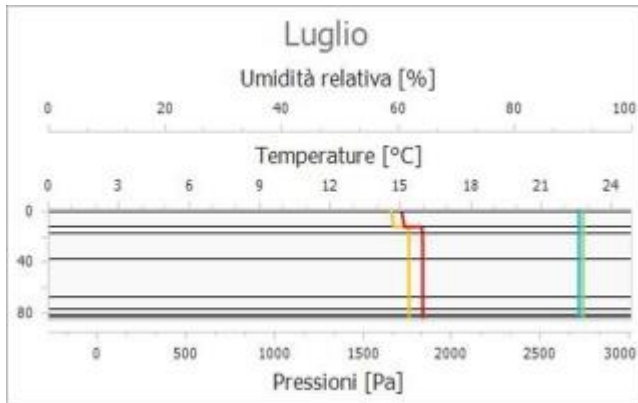
Legenda

/ Temperatura      / Pressione di vapore      / Pressione di saturazione      / Umidità





Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**



**Tipologia:** Pavimento Esterno **Confine:** Controtterra (Btr,x: 0,45)  
**Codice:** PAV S1 Bagni **Descrizione:** PAV S1 Bagni

### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,170
1	Pavimentazione interna - gres	0,020	1,470	1700,00	1000,00	200	0,014
2	Sottofondo in cls - malta di cemento	0,080	1,400	2000,00	1000,00	60	0,057
3	Poliuretano in lastre ricavate da blocchi	0,004	0,032	50,00	1250,00	140	0,125
4	Barriera vapore in fogli di polietilene	0,001	0,350	950,00	2100,00	50000	0,001
5	Polistirene espanso, estruso con pelle	0,120	0,036	30,00	1250,00	200	3,333
6	Massetto in calcestruzzo alleggerito	0,130	1,080	1600,00	1000,00	60	0,120
7	Calcestruzzo armato generico	0,050	2,300	2400,00	1000,00	130	0,022
8	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.)	0,500	-	1,30	1000,00	1	0,090
9	Calcestruzzo armato generico	0,450	2,300	2400,00	1000,00	130	0,196
10	Guaina cementizia	0,003	0,150	1400,00	1000,00	50000	0,020
11	Sottofondo in cls - malta di cemento	0,150	1,400	2000,00	1000,00	60	0,107
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>1,508</b>					<b>4,295</b>

#### Legenda

s Spessore dello strato

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale

c Calore specifico del materiale

$\rho$  Massa volumica

$\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

R Resistenza termica degli strati

### Parametri termici

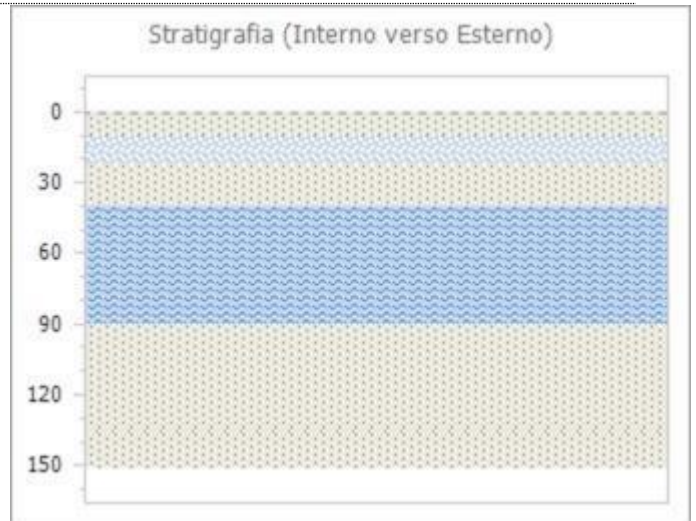
Spessore	s	<b>150,75</b>	cm
Trasmittanza termica	U	<b>0,233</b>	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	<b>4,295</b>	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	<b>1911,13</b>	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	<b>1912,60</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>IE</sub>	<b>0,000</b>	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica areica interna	k <sub>1</sub>	<b>65,90</b>	kJ/m <sup>2</sup> K

TRATTA D

Relazione Tecnica "ex L.10"

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

Capacità termica areica esterna	$k_2$	<b>132,32</b>	$\text{kJ/m}^2\text{K}$
Fattore di attenuazione	$f_d$	<b>0,002</b>	-
Sfasamento	$\varphi$	<b>28,44</b>	h
Ammettenza termica interna	$Y_{ii}$	<b>4,793</b>	$\text{W/m}^2\text{K}$
Ammettenza termica esterna	$Y_{ee}$	<b>9,623</b>	$\text{W/m}^2\text{K}$
Massa superficiale (esclusi intonaci)	$M_s$	<b>1911,13</b>	$\text{kg/m}^2$



### Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:

$\varphi$  muffa:

$\varphi$  condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 2 - Uffici, negozi, alloggi con ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

### Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	12,17	100,00	1418	1418	20,00	49,41	1155	2337
Febbraio	13,03	100,00	1499	1499	20,00	45,37	1060	2337
Marzo	14,47	100,00	1647	1647	20,00	47,15	1102	2337
Aprile	16,76	100,00	1907	1907	20,00	53,08	1240	2337
Maggio	18,97	100,00	2191	2191	18,97	69,91	1532	2191
Giugno	21,17	100,00	2512	2512	21,17	78,46	1971	2512
Luglio	22,07	100,00	2654	2654	22,07	74,35	1973	2654
Agosto	21,62	100,00	2582	2582	21,62	66,29	1711	2582
Settembre	19,46	100,00	2260	2260	19,46	77,37	1749	2260
Ottobre	17,08	100,00	1946	1946	20,00	69,64	1627	2337
Novembre	15,05	100,00	1710	1710	20,00	59,28	1385	2337
Dicembre	12,13	100,00	1413	1413	20,00	47,95	1121	2337

Legenda simboli

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

Legenda pedici

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

Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
 % - Percentuale  
 Pa - Pascal

### Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1443	1325	1377	1551	1915	2463	2466	2139	2186	2034	1732	1401
$\theta_{si,min}$	°C	12,44	11,15	11,73	13,54	16,82	20,85	20,87	18,58	18,92	17,78	15,25	11,99
$f_{R,si,min}$	[-]	0,035	-0,269	-0,494	-0,994	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,241	0,040	-0,017

Legenda

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

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

Mese critico:

Ottobre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,241

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,960

Verifica muffa:

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

**Verificato**

### Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1155	1060	1102	1240	1532	1971	1973	1711	1749	1627	1385	1121
$\theta_{si,min}$	°C	9,09	7,83	8,40	10,16	13,35	17,27	17,29	15,06	15,40	14,28	11,82	8,65
$f_{R,si,min}$	[-]	-0,393	-0,744	-1,095	-2,037	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,954	-0,653	-0,441

Legenda

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

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

Mese critico:

Maggio

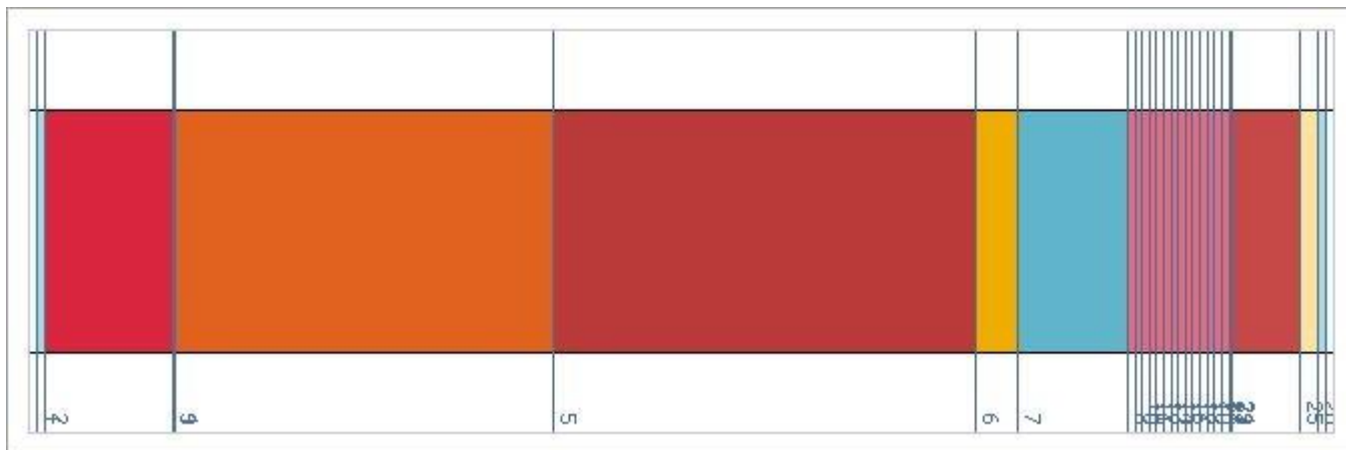
Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

---

Fattore di temperatura del mese critico:	$f_{R,si,max}$	0,000
Fattore di temperatura del componente:	$f_{R,si}$	0,960
Verifica condensa superficiale:	$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$	<b>Verificato</b>

## Verifica Condensa Interstiziale

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



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [m <sup>2</sup> K/W]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato liminare esterno	-	-	-
2	Strato liminare esterno - Sottofondo in cls - malta di cemento	-	0,040	-
3	Sottofondo in cls - malta di cemento - Guaina cementizia	15,0	0,107	9,00
4	Guaina cementizia - Calcestruzzo armato generico	0,3	0,020	150,00
5	Calcestruzzo armato generico - Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.)	45,0	0,196	58,50
6	Aria debolmente ventilata 300 mm (fl. orizz.) - Calcestruzzo armato generico	50,0	0,090	0,50
7	Calcestruzzo armato generico - Massetto in calcestruzzo alleggerito	5,0	0,022	6,50
8	Massetto in calcestruzzo alleggerito - Polistirene espanso, estruso con pelle [0]	13,0	0,120	7,80
9	Polistirene espanso, estruso con pelle [0] - Polistirene espanso, estruso con pelle [1]	0,9	0,238	1,71
10	Polistirene espanso, estruso con pelle [1] - Polistirene espanso, estruso con pelle [2]	0,9	0,238	1,71
11	Polistirene espanso, estruso con pelle [2] - Polistirene espanso, estruso con pelle [3]	0,9	0,238	1,71
12	Polistirene espanso, estruso con pelle [3] - Polistirene espanso, estruso con pelle [4]	0,9	0,238	1,71
13	Polistirene espanso, estruso con pelle [4] - Polistirene espanso, estruso con pelle [5]	0,9	0,238	1,71
14	Polistirene espanso, estruso con pelle [5] - Polistirene espanso, estruso con pelle [6]	0,9	0,238	1,71
15	Polistirene espanso, estruso con pelle [6] - Polistirene espanso, estruso con pelle [7]	0,9	0,238	1,71
16	Polistirene espanso, estruso con pelle [7] - Polistirene espanso, estruso con pelle [8]	0,9	0,238	1,71
17	Polistirene espanso, estruso con pelle [8] - Polistirene espanso, estruso con pelle [9]	0,9	0,238	1,71
18	Polistirene espanso, estruso con pelle [9] - Polistirene espanso, estruso con pelle [10]	0,9	0,238	1,71
19	Polistirene espanso, estruso con pelle [10] - Polistirene espanso, estruso con pelle [11]	0,9	0,238	1,71
20	Polistirene espanso, estruso con pelle [11] - Polistirene espanso, estruso con pelle [12]	0,9	0,238	1,71
21	Polistirene espanso, estruso con pelle [12] - Polistirene espanso, estruso con	0,9	0,238	1,71

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

	pelle [13]			
22	Polistirene espanso, estruso con pelle [13] - Barriera vapore in fogli di polietilene	0,9	0,238	1,71
23	Barriera vapore in fogli di polietilene - Poliuretano in lastre ricavate da blocchi	0,1	0,001	25,00
24	Poliuretano in lastre ricavate da blocchi - Sottofondo in cls - malta di cemento	0,4	0,125	0,56
25	Sottofondo in cls - malta di cemento - Pavimentazione interna - gres	8,0	0,057	4,80
26	Pavimentazione interna - gres - Strato liminare interno	2,0	0,014	4,00
27	Strato liminare interno - Aria interna	-	0,170	-

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

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	1418	1499	1647	1907	2191	2512	2654	2582	2260	1946	1710	1413
	Ps	1418	1499	1647	1907	2191	2512	2654	2582	2260	1946	1710	1413
	θ	12,17	13,03	14,47	16,76	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,08	15,05	12,13
	φ	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2	Pv	1418	1499	1647	1907	2191	2512	2654	2582	2260	1946	1710	1413
	Ps	1424	1506	1652	1911	2191	2512	2654	2582	2260	1949	1715	1420
	θ	12,24	13,09	14,52	16,79	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,10	15,10	12,20
	φ	99,52	99,58	99,67	99,81	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,83	99,70	99,52
3	Pv	1409	1486	1630	1887	2171	2495	2633	2555	2244	1936	1700	1404
	Ps	1443	1523	1667	1921	2191	2512	2654	2582	2260	1958	1729	1439
	θ	12,44	13,26	14,65	16,87	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,18	15,22	12,39
	φ	97,69	97,56	97,77	98,22	99,07	99,33	99,21	98,96	99,30	98,86	98,33	97,61
4	Pv	1274	1259	1349	1543	1831	2216	2281	2106	1980	1772	1532	1253
	Ps	1446	1526	1670	1923	2191	2512	2654	2582	2260	1960	1731	1442
	θ	12,47	13,30	14,68	16,89	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,19	15,24	12,43
	φ	88,07	82,50	80,77	80,23	83,54	88,22	85,97	81,56	87,62	90,39	88,51	86,90
5	Pv	1221	1171	1239	1408	1698	2107	2144	1931	1877	1708	1467	1194
	Ps	1481	1558	1697	1941	2191	2512	2654	2582	2260	1977	1756	1477
	θ	12,83	13,61	14,93	17,03	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,32	15,47	12,79
	φ	82,46	75,14	73,01	72,56	77,48	83,88	80,81	74,77	83,07	86,39	83,52	80,89
6	Pv	1220	1170	1238	1407	1697	2106	2143	1929	1876	1707	1466	1194
	Ps	1497	1573	1710	1949	2191	2512	2654	2582	2260	1984	1768	1493
	θ	13,00	13,76	15,05	17,10	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,38	15,57	12,96
	φ	81,55	74,38	72,41	72,19	77,43	83,84	80,76	74,72	83,03	86,03	82,93	79,98
	Pv	1215	1160	1226	1392	1682	2094	2128	1910	1865	1700	1459	1187
	Ps	1500	1577	1713	1951	2191	2512	2654	2582	2260	1986	1771	1496

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>7</b>	θ	13,04	13,80	15,08	17,12	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,40	15,60	12,99
	φ	80,95	73,58	71,57	71,35	76,76	83,36	80,19	73,96	82,52	85,59	82,39	79,34
<b>8</b>	Pv	1207	1148	1211	1374	1664	2079	2110	1886	1851	1691	1450	1179
	Ps	1522	1597	1730	1962	2191	2512	2654	2582	2260	1996	1787	1518
	θ	13,25	13,99	15,23	17,21	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,48	15,74	13,22
	φ	79,33	71,92	70,02	70,03	75,95	82,78	79,50	73,06	81,91	84,72	81,17	77,69
<b>9</b>	Pv	1206	1146	1208	1370	1660	2076	2106	1881	1848	1689	1449	1178
	Ps	1566	1637	1764	1985	2191	2512	2654	2582	2260	2017	1818	1562
	θ	13,69	14,38	15,54	17,39	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,64	16,01	13,65
	φ	77,02	69,98	68,47	69,05	75,77	82,66	79,35	72,86	81,78	83,77	79,66	75,40
<b>10</b>	Pv	1204	1143	1205	1366	1657	2073	2102	1876	1845	1688	1447	1176
	Ps	1610	1679	1799	2007	2191	2512	2654	2582	2260	2038	1851	1607
	θ	14,12	14,76	15,85	17,57	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,80	16,28	14,09
	φ	74,78	68,10	66,96	68,07	75,60	82,53	79,20	72,66	81,65	82,82	78,17	73,18
<b>11</b>	Pv	1203	1141	1202	1363	1653	2070	2098	1871	1842	1686	1445	1174
	Ps	1656	1721	1835	2030	2191	2512	2654	2582	2260	2058	1883	1653
	θ	14,56	15,15	16,15	17,75	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	17,97	16,56	14,53
	φ	72,62	66,28	65,48	67,11	75,42	82,40	79,05	72,46	81,51	81,89	76,72	71,04
<b>12</b>	Pv	1201	1138	1198	1359	1649	2066	2094	1866	1839	1684	1443	1173
	Ps	1703	1764	1871	2053	2191	2512	2654	2582	2260	2080	1916	1700
	θ	14,99	15,54	16,46	17,93	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	18,13	16,83	14,96
	φ	70,52	64,50	64,04	66,16	75,24	82,28	78,90	72,26	81,38	80,97	75,29	68,96
<b>13</b>	Pv	1200	1135	1195	1355	1645	2063	2090	1861	1836	1682	1441	1171
	Ps	1752	1808	1908	2077	2191	2512	2654	2582	2260	2101	1950	1749
	θ	15,42	15,92	16,77	18,11	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	18,29	17,11	15,40
	φ	68,50	62,78	62,64	65,23	75,06	82,15	78,74	72,06	81,25	80,06	73,89	66,96
<b>14</b>	Pv	1198	1133	1192	1351	1641	2060	2086	1855	1833	1680	1439	1169
	Ps	1801	1854	1946	2100	2191	2512	2654	2582	2260	2122	1984	1798
	θ	15,86	16,31	17,07	18,29	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	18,45	17,38	15,83
	φ	66,53	61,11	61,27	64,31	74,89	82,02	78,59	71,86	81,11	79,16	72,53	65,01
<b>15</b>	Pv	1197	1130	1189	1347	1637	2057	2082	1850	1830	1678	1437	1167
	Ps	1852	1900	1984	2124	2191	2512	2654	2582	2260	2144	2019	1849
	θ	16,29	16,70	17,38	18,47	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	18,62	17,66	16,27
	φ	64,63	59,49	59,93	63,41	74,71	81,89	78,44	71,67	80,98	78,28	71,19	63,13



Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>16</b>	Pv	1195	1128	1186	1343	1633	2054	2078	1845	1827	1676	1435	1166
	Ps	1903	1947	2022	2148	2191	2512	2654	2582	2260	2166	2054	1901
	θ	16,73	17,08	17,69	18,65	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	18,78	17,93	16,71
	φ	62,79	57,92	58,62	62,52	74,53	81,77	78,29	71,47	80,85	77,40	69,87	61,31
<b>17</b>	Pv	1194	1125	1182	1339	1629	2051	2074	1840	1824	1674	1433	1164
	Ps	1956	1995	2062	2172	2191	2512	2654	2582	2260	2188	2090	1954
	θ	17,16	17,47	17,99	18,83	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	18,94	18,20	17,14
	φ	61,00	56,39	57,34	61,64	74,35	81,64	78,14	71,27	80,71	76,53	68,59	59,55
<b>18</b>	Pv	1192	1122	1179	1335	1625	2047	2070	1835	1821	1673	1431	1162
	Ps	2011	2044	2102	2197	2191	2512	2654	2582	2260	2210	2126	2009
	θ	17,59	17,86	18,30	19,00	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,10	18,48	17,58
	φ	59,28	54,91	56,10	60,77	74,18	81,51	77,99	71,07	80,58	75,68	67,33	57,85
<b>19</b>	Pv	1190	1120	1176	1331	1622	2044	2066	1830	1818	1671	1429	1160
	Ps	2067	2095	2143	2222	2191	2512	2654	2582	2260	2233	2163	2065
	θ	18,03	18,24	18,61	19,18	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,26	18,75	18,02
	φ	57,60	53,46	54,88	59,92	74,00	81,39	77,84	70,87	80,45	74,84	66,09	56,19
<b>20</b>	Pv	1189	1117	1173	1327	1618	2041	2062	1825	1815	1669	1427	1159
	Ps	2124	2146	2184	2246	2191	2512	2654	2582	2260	2255	2200	2122
	θ	18,46	18,63	18,91	19,36	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,43	19,03	18,45
	φ	55,98	52,06	53,69	59,08	73,82	81,26	77,69	70,67	80,31	74,00	64,88	54,59
<b>21</b>	Pv	1187	1115	1169	1323	1614	2038	2058	1819	1812	1667	1426	1157
	Ps	2182	2199	2226	2272	2191	2512	2654	2582	2260	2278	2238	2181
	θ	18,90	19,02	19,22	19,54	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,59	19,30	18,89
	φ	54,41	50,70	52,53	58,25	73,64	81,13	77,53	70,47	80,18	73,18	63,70	53,04
<b>22</b>	Pv	1186	1112	1166	1319	1610	2035	2054	1814	1809	1665	1424	1155
	Ps	2242	2252	2269	2297	2191	2512	2654	2582	2260	2301	2276	2241
	θ	19,33	19,40	19,53	19,72	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,75	19,58	19,33
	φ	52,89	49,38	51,39	57,43	73,47	81,00	77,38	70,27	80,05	72,36	62,54	51,54
<b>23</b>	Pv	1163	1074	1119	1262	1553	1988	1995	1739	1765	1638	1396	1130
	Ps	2242	2252	2270	2297	2191	2512	2654	2582	2260	2301	2277	2242
	θ	19,33	19,41	19,53	19,72	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,75	19,58	19,33
	φ	51,88	47,70	49,32	54,93	70,88	79,15	75,18	67,37	78,10	71,17	61,30	50,41
	Pv	1163	1074	1118	1261	1552	1987	1994	1738	1764	1637	1395	1130

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>24</b>	Ps	2274	2281	2292	2311	2191	2512	2654	2582	2260	2313	2297	2274
	$\theta$	19,56	19,61	19,69	19,82	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,84	19,72	19,56
	$\varphi$	51,12	47,06	48,79	54,55	70,82	79,11	75,13	67,31	78,06	70,77	60,73	49,67
	Pv	1158	1066	1109	1250	1541	1978	1982	1723	1756	1632	1390	1125
<b>25</b>	Ps	2289	2294	2303	2317	2191	2512	2654	2582	2260	2319	2307	2289
	$\theta$	19,67	19,70	19,76	19,86	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,87	19,79	19,66
	$\varphi$	50,60	46,48	48,17	53,93	70,32	78,75	74,70	66,75	77,68	70,37	60,25	49,14
	Pv	1155	1060	1102	1240	1532	1971	1973	1711	1749	1627	1385	1121
<b>26</b>	Ps	2292	2297	2305	2318	2191	2512	2654	2582	2260	2320	2309	2292
	$\theta$	19,69	19,72	19,78	19,87	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	19,88	19,80	19,69
	$\varphi$	50,37	46,15	47,79	53,50	69,91	78,46	74,35	66,29	77,37	70,14	60,00	48,89
	Pv	1155	1060	1102	1240	1532	1971	1973	1711	1749	1627	1385	1121
<b>27</b>	Ps	2337	2337	2337	2337	2191	2512	2654	2582	2260	2337	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	20,00	18,97	21,17	22,07	21,62	19,46	20,00	20,00	20,00
	$\varphi$	49,41	45,37	47,15	53,08	69,91	78,46	74,35	66,29	77,37	69,64	59,28	47,95
	Pv	1155	1060	1102	1240	1532	1971	1973	1711	1749	1627	1385	1121

**Legenda**

*Int.* Numero interfaccia

$P_v$  Pressione di vapore [Pa]

$\varphi$  Umidità relativa [%]

$\theta$  Temperatura [°C]

$P_s$  Pressione di saturazione [Pa]

ESITO VERIFICA: **Verificato**

**La struttura non presenta condensa interstiziale**

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

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

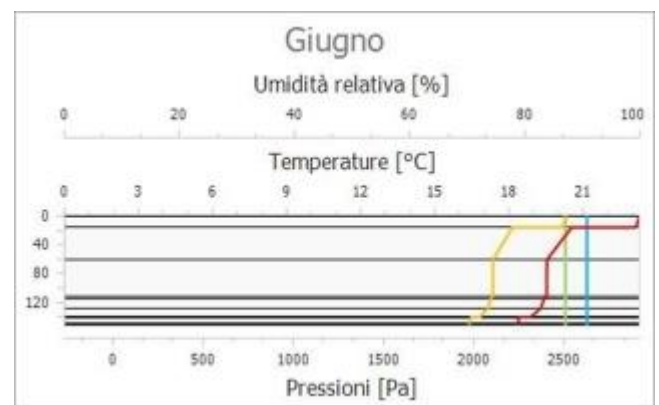
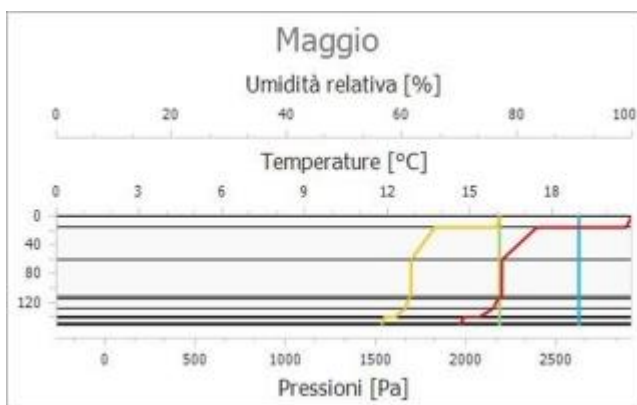
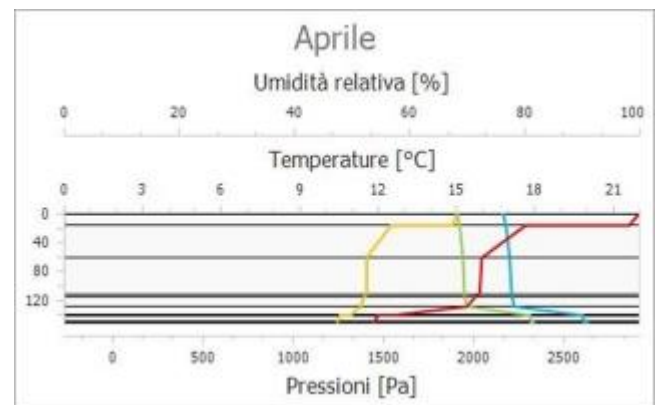
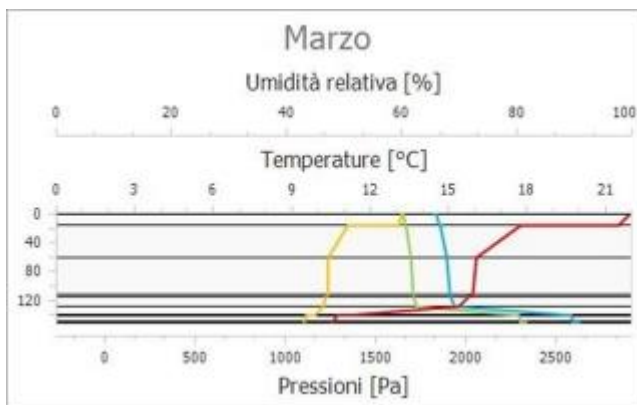
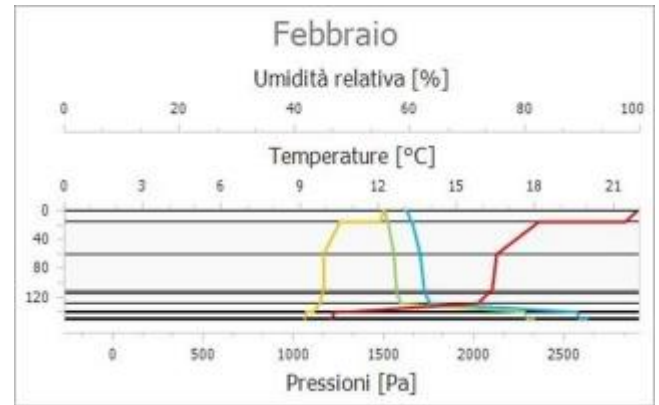
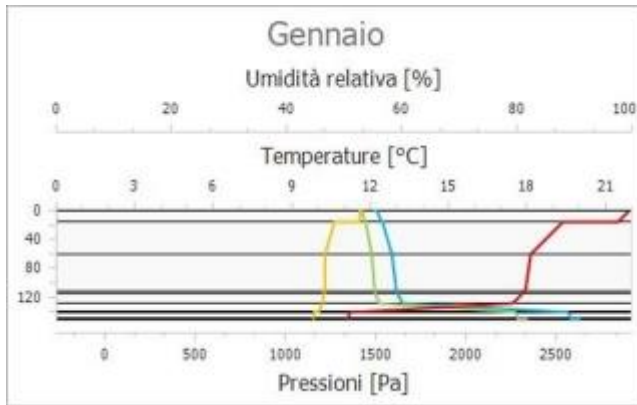
Legenda

/ Temperatura

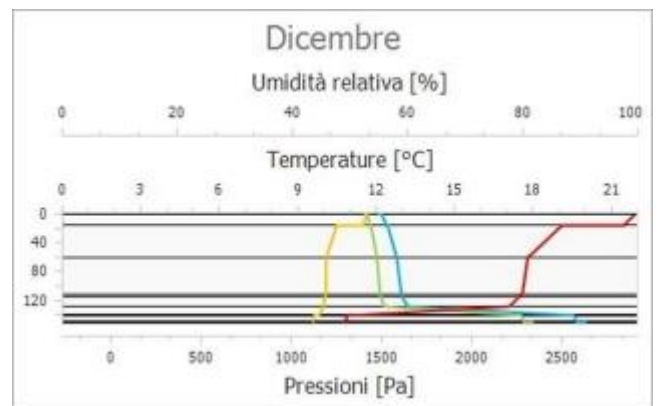
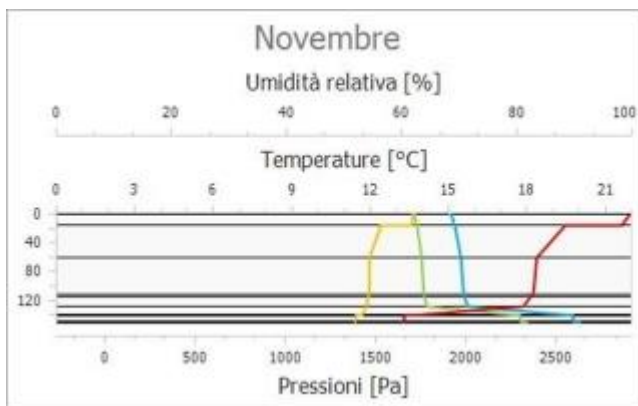
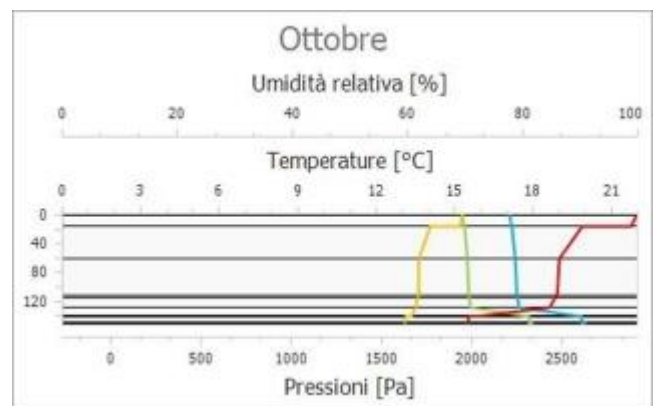
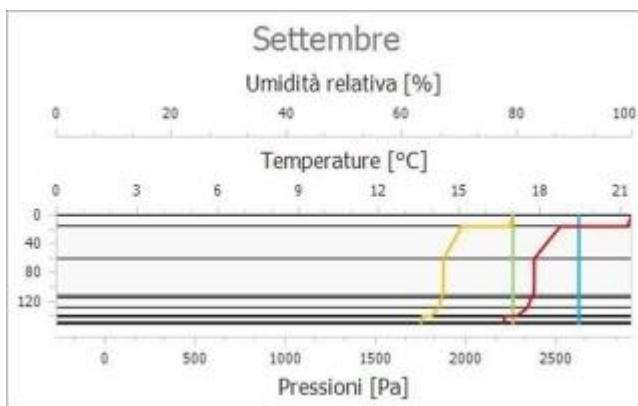
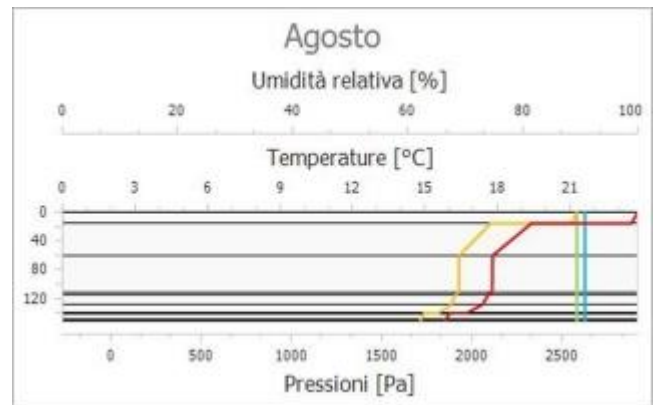
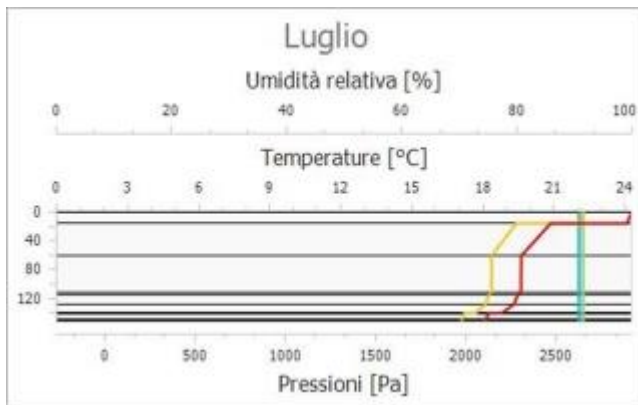
/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità



Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**



**Tipologia:** Pavimento Esterno    **Confine:** Piano interrato o seminterrato senza finestre o serramenti esterni (Btr,x: 0,5)  
**Codice:** PAV S3 solaio    **Descrizione:** PAV S3 solaio

### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK ]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,170
1	Pavimento sopraelevato Knauf GIF Afloor	0,040	0,440	1500,00	1000000,0 0	40	0,091
2	Aria non ventilata 100 mm (flusso orizzontale)	0,100	-	1,30	1000,00	1	0,180
3	Aria non ventilata 50 mm (flusso orizzontale)	0,050	-	1,30	1000,00	1	0,180
4	Sottofondo in cls - malta di cemento	0,050	1,400	2000,00	1000,00	60	0,036
5	Poliuretano in lastre ricavate da blocchi	0,004	0,034	25,00	1300,00	140	0,118
6	Barriera vapore in fogli di polietilene	0,001	0,350	950,00	2100,00	50000	0,001
7	Polistirene espanso, estruso con pelle	0,100	0,036	30,00	1250,00	200	2,778
8	Calcestruzzo armato generico	0,050	2,300	2400,00	1000,00	130	0,022
9	Pignatta in laterizio	0,200	0,240	630,00	840,00	10	0,833
10	Intonaco standard	0,020	0,570	1300,00	1000,00	6	0,035
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,615</b>					<b>4,484</b>

#### Legenda

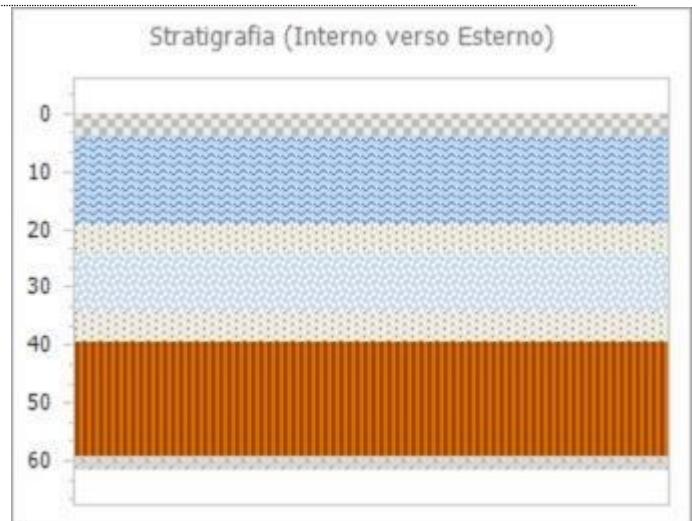
s Spessore dello strato                       $\lambda$  Conducibilità termica del materiale                      c Calore specifico del materiale  
 $\rho$  Massa volumica                               $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore                      R Resistenza termica degli strati

### Parametri termici

Spessore	s	<b>61,45</b>	cm
Trasmittanza termica	U	<b>0,223</b>	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	<b>4,484</b>	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	<b>435,77</b>	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	<b>60356,91</b>	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>IE</sub>	<b>0,000</b>	W/m <sup>2</sup> K

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

Capacità termica areica interna	$k_1$	<b>79,37</b>	$\text{kJ/m}^2\text{K}$
Capacità termica areica esterna	$k_2$	<b>52,34</b>	$\text{kJ/m}^2\text{K}$
Fattore di attenuazione	$f_d$	<b>0,000</b>	-
Sfasamento	$\varphi$	<b>23,98</b>	h
Ammetenza termica interna	$Y_{ii}$	<b>5,772</b>	$\text{W/m}^2\text{K}$
Ammetenza termica esterna	$Y_{ee}$	<b>3,807</b>	$\text{W/m}^2\text{K}$
Massa superficiale (esclusi intonaci)	$M_s$	<b>409,77</b>	$\text{kg/m}^2$



### Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:

$\varphi$  muffa:

$\varphi$  condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 2 - Uffici, negozi, alloggi con ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

### Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	11,30	50,20	672	1338	20,00	41,22	963	2337
Febbraio	12,25	43,45	619	1425	20,00	38,07	890	2337
Marzo	13,85	46,22	731	1582	20,00	41,36	967	2337
Aprile	16,40	52,68	982	1864	20,00	49,69	1161	2337
Maggio	18,85	63,49	1381	2176	18,85	69,25	1507	2176
Giugno	21,30	73,89	1871	2532	21,30	77,84	1971	2532
Luglio	22,30	69,60	1873	2691	22,30	73,32	1973	2691
Agosto	21,80	61,73	1611	2610	21,80	65,56	1711	2610
Settembre	19,40	72,05	1622	2252	19,40	77,07	1735	2252
Ottobre	16,75	72,63	1384	1906	20,00	66,58	1556	2337
Novembre	14,50	63,21	1043	1650	20,00	54,10	1264	2337
Dicembre	11,25	47,65	636	1334	20,00	39,72	928	2337

Legenda simboli

Legenda pedici

Legenda unità di misura

$\theta$  - Temperatura

*i* - Interna

°C - Gradi centigradi

$\varphi$  - Umidità relativa

*e* - Esterna

% - Percentuale

*P* - Pressione

*vap* - Vapore

*Pa* - Pascal

*sat* - Saturazione

### Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1204	1112	1208	1452	1883	2463	2466	2139	2169	1945	1580	1160
$\theta_{si,min}$	°C	9,72	8,54	9,77	12,53	16,56	20,85	20,87	18,58	18,80	17,07	13,83	9,16
$f_{R,si,min}$	[-]	-0,182	-0,479	-0,664	-1,075	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,098	-0,122	-0,238

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie

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

$f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico:

Ottobre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,098

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,962

Verifica muffa:

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

**Verificato**

### Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	963	890	967	1161	1507	1971	1973	1711	1735	1556	1264	928
$\theta_{si,min}$	°C	6,44	5,29	6,49	9,18	13,10	17,27	17,29	15,06	15,28	13,59	10,44	5,90
$f_{R,si,min}$	[-]	-0,559	-0,898	-1,197	-2,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,972	-0,738	-0,611

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie

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

$f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico:

Maggio

TRATTA D

Relazione Tecnica "ex L.10"

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

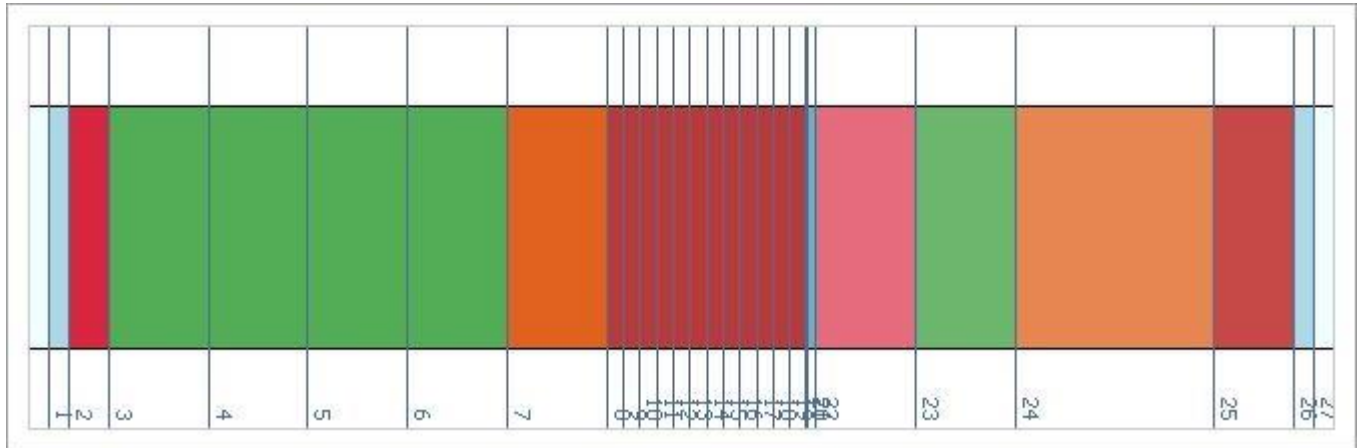
---

Fattore di temperatura del mese critico:	$f_{R,si,max}$	0,000
Fattore di temperatura del componente:	$f_{R,si}$	0,962
Verifica condensa superficiale:	$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$	<b>Verificato</b>



## Verifica Condensa Interstiziale

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



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato liminare esterno	-	-	-
2	Strato liminare esterno - Intonaco standard	-	0,040	-
3	Intonaco standard - Pignatta in laterizio [0]	2,0	0,035	0,12
4	Pignatta in laterizio [0] - Pignatta in laterizio [1]	5,0	0,208	0,50
5	Pignatta in laterizio [1] - Pignatta in laterizio [2]	5,0	0,208	0,50
6	Pignatta in laterizio [2] - Pignatta in laterizio [3]	5,0	0,208	0,50
7	Pignatta in laterizio [3] - Calcestruzzo armato generico	5,0	0,208	0,50
8	Calcestruzzo armato generico - Polistirene espanso, estruso con pelle [0]	5,0	0,022	6,50
9	Polistirene espanso, estruso con pelle [0] - Polistirene espanso, estruso con pelle [1]	0,8	0,231	1,67
10	Polistirene espanso, estruso con pelle [1] - Polistirene espanso, estruso con pelle [2]	0,8	0,231	1,67
11	Polistirene espanso, estruso con pelle [2] - Polistirene espanso, estruso con pelle [3]	0,8	0,231	1,67
12	Polistirene espanso, estruso con pelle [3] - Polistirene espanso, estruso con pelle [4]	0,8	0,231	1,67
13	Polistirene espanso, estruso con pelle [4] - Polistirene espanso, estruso con pelle [5]	0,8	0,231	1,67
14	Polistirene espanso, estruso con pelle [5] - Polistirene espanso, estruso con pelle [6]	0,8	0,231	1,67
15	Polistirene espanso, estruso con pelle [6] - Polistirene espanso, estruso con pelle [7]	0,8	0,231	1,67
16	Polistirene espanso, estruso con pelle [7] - Polistirene espanso, estruso con pelle [8]	0,8	0,231	1,67
17	Polistirene espanso, estruso con pelle [8] - Polistirene espanso, estruso con pelle [9]	0,8	0,231	1,67
18	Polistirene espanso, estruso con pelle [9] - Polistirene espanso, estruso con pelle [10]	0,8	0,231	1,67
19	Polistirene espanso, estruso con pelle [10] - Polistirene espanso, estruso con pelle [11]	0,8	0,231	1,67
20	Polistirene espanso, estruso con pelle [11] - Barriera vapore in fogli di polietilene	0,8	0,231	1,67
21	Barriera vapore in fogli di polietilene - Poliuretano in lastre ricavate da blocchi	0,1	0,001	25,00
22	Poliuretano in lastre ricavate da blocchi - Sottofondo in cls - malta di cemento	0,4	0,118	0,56

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

23	Sottofondo in cls - malta di cemento - Aria non ventilata 50 mm (flusso orizzontale)	5,0	0,036	3,00
24	Aria non ventilata 50 mm (flusso orizzontale) - Aria non ventilata 100 mm (flusso orizzontale)	5,0	0,180	0,05
25	Aria non ventilata 100 mm (flusso orizzontale) - Pavimento sopraelevato Knauf GIF Afloor	10,0	0,180	0,10
26	Pavimento sopraelevato Knauf GIF Afloor - Strato liminare interno	4,0	0,091	1,60
27	Strato liminare interno - Aria interna	-	0,170	-

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

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	672	619	731	982	1381	1871	1873	1611	1622	1384	1043	636
	Ps	1338	1425	1582	1864	2176	2532	2691	2610	2252	1906	1650	1334
	θ	11,30	12,25	13,85	16,40	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	16,75	14,50	11,25
	φ	50,20	43,45	46,22	52,68	63,49	73,89	69,60	61,73	72,05	72,63	63,21	47,65
2	Pv	672	619	731	982	1381	1871	1873	1611	1622	1384	1043	636
	Ps	1345	1432	1588	1868	2176	2532	2691	2610	2252	1910	1656	1341
	θ	11,38	12,32	13,90	16,43	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	16,78	14,55	11,33
	φ	49,94	43,25	46,05	52,57	63,49	73,89	69,60	61,73	72,05	72,50	63,01	47,40
3	Pv	672	620	732	982	1382	1871	1873	1612	1622	1385	1044	636
	Ps	1351	1437	1593	1871	2176	2532	2691	2610	2252	1913	1660	1347
	θ	11,45	12,38	13,95	16,46	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	16,80	14,59	11,40
	φ	49,76	43,12	45,94	52,50	63,50	73,89	69,61	61,74	72,06	72,40	62,87	47,23
4	Pv	675	622	734	984	1383	1872	1874	1612	1623	1386	1046	639
	Ps	1388	1472	1623	1891	2176	2532	2691	2610	2252	1931	1688	1384
	θ	11,85	12,74	14,24	16,63	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	16,96	14,85	11,80
	φ	48,63	42,27	45,22	52,02	63,55	73,93	69,64	61,77	72,10	71,78	61,95	46,16
5	Pv	677	624	736	985	1384	1872	1875	1613	1624	1388	1047	641
	Ps	1425	1507	1653	1912	2176	2532	2691	2610	2252	1950	1716	1421
	θ	12,25	13,10	14,52	16,79	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	17,11	15,10	12,21
	φ	47,52	41,44	44,51	51,55	63,60	73,96	69,67	61,81	72,14	71,17	61,05	45,11
6	Pv	680	627	738	987	1385	1873	1876	1614	1625	1389	1049	644
	Ps	1464	1543	1684	1932	2176	2532	2691	2610	2252	1968	1744	1460
	θ	12,66	13,46	14,81	16,96	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	17,26	15,36	12,62
	φ	46,45	40,62	43,82	51,09	63,65	73,99	69,70	61,84	72,18	70,57	60,16	44,09
7	Pv	682	629	740	988	1386	1874	1877	1615	1626	1391	1051	646
	Ps	1503	1579	1715	1953	2176	2532	2691	2610	2252	1987	1773	1499
	θ	13,06	13,82	15,10	17,13	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	17,41	15,61	13,02
	φ	45,40	39,83	43,13	50,62	63,70	74,03	69,74	61,87	72,23	69,97	59,29	43,10

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>8</b>	Pv	715	659	766	1008	1400	1885	1888	1626	1639	1410	1076	678
	Ps	1507	1583	1718	1955	2176	2532	2691	2610	2252	1989	1776	1503
	θ	13,10	13,86	15,13	17,15	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	17,42	15,64	13,07
	φ	47,41	41,61	44,56	51,58	64,33	74,46	70,15	62,29	72,78	70,85	60,56	45,13
<b>9</b>	Pv	723	666	772	1013	1403	1888	1891	1629	1642	1414	1082	687
	Ps	1552	1625	1754	1978	2176	2532	2691	2610	2252	2011	1809	1548
	θ	13,55	14,26	15,44	17,33	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	17,59	15,92	13,52
	φ	46,57	41,02	44,04	51,23	64,50	74,57	70,25	62,40	72,92	70,35	59,82	44,35
<b>10</b>	Pv	731	674	779	1018	1407	1891	1893	1632	1645	1419	1088	695
	Ps	1598	1667	1790	2001	2176	2532	2691	2610	2252	2032	1842	1594
	θ	14,00	14,66	15,76	17,52	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	17,76	16,21	13,97
	φ	45,74	40,43	43,53	50,89	64,66	74,69	70,36	62,51	73,07	69,85	59,08	43,59
<b>11</b>	Pv	739	682	786	1023	1410	1894	1896	1635	1648	1424	1094	703
	Ps	1645	1711	1826	2025	2176	2532	2691	2610	2252	2053	1875	1642
	θ	14,45	15,06	16,08	17,70	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	17,93	16,49	14,42
	φ	44,93	39,85	43,02	50,55	64,82	74,80	70,46	62,62	73,21	69,35	58,35	42,83
<b>12</b>	Pv	747	689	792	1029	1414	1897	1899	1637	1652	1429	1101	712
	Ps	1694	1755	1864	2049	2176	2532	2691	2610	2252	2075	1909	1690
	θ	14,90	15,46	16,40	17,89	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	18,10	16,78	14,87
	φ	44,14	39,27	42,51	50,21	64,98	74,91	70,57	62,73	73,35	68,86	57,64	42,09
<b>13</b>	Pv	756	697	799	1034	1417	1899	1902	1640	1655	1434	1107	720
	Ps	1743	1801	1902	2073	2176	2532	2691	2610	2252	2097	1944	1740
	θ	15,35	15,86	16,71	18,08	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	18,26	17,06	15,32
	φ	43,35	38,70	42,01	49,87	65,15	75,02	70,67	62,83	73,49	68,37	56,93	41,36
<b>14</b>	Pv	764	705	806	1039	1421	1902	1905	1643	1658	1439	1113	728
	Ps	1794	1847	1940	2097	2176	2532	2691	2610	2252	2119	1979	1791
	θ	15,80	16,26	17,03	18,26	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	18,43	17,34	15,78
	φ	42,58	38,14	41,52	49,53	65,31	75,13	70,78	62,94	73,63	67,88	56,23	40,64
<b>15</b>	Pv	772	712	812	1044	1424	1905	1907	1646	1661	1443	1119	736
	Ps	1846	1895	1980	2122	2176	2532	2691	2610	2252	2142	2015	1844
	θ	16,25	16,66	17,35	18,45	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	18,60	17,63	16,23
	φ	41,82	37,59	41,03	49,19	65,47	75,25	70,88	63,05	73,78	67,40	55,54	39,93
	Pv	780	720	819	1049	1428	1908	1910	1649	1664	1448	1126	745

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>16</b>	Ps	1900	1944	2020	2146	2176	2532	2691	2610	2252	2164	2052	1898
	θ	16,70	17,06	17,67	18,63	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	18,77	17,91	16,68
	φ	41,08	37,04	40,54	48,86	65,64	75,36	70,99	63,16	73,92	66,92	54,86	39,24
<b>17</b>	Pv	789	728	826	1054	1432	1911	1913	1652	1668	1453	1132	753
	Ps	1955	1994	2061	2172	2176	2532	2691	2610	2252	2187	2088	1953
	θ	17,15	17,46	17,98	18,82	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	18,93	18,20	17,13
	φ	40,35	36,50	40,06	48,53	65,80	75,47	71,09	63,27	74,06	66,44	54,19	38,55
<b>18</b>	Pv	797	735	832	1059	1435	1914	1916	1654	1671	1458	1138	761
	Ps	2011	2045	2102	2197	2176	2532	2691	2610	2252	2210	2126	2009
	θ	17,60	17,86	18,30	19,01	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,10	18,48	17,58
	φ	39,63	35,96	39,59	48,20	65,96	75,58	71,20	63,38	74,20	65,97	53,53	37,88
<b>19</b>	Pv	805	743	839	1064	1439	1916	1919	1657	1674	1463	1144	769
	Ps	2069	2097	2144	2222	2176	2532	2691	2610	2252	2233	2164	2067
	θ	18,05	18,26	18,62	19,19	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,27	18,76	18,03
	φ	38,92	35,43	39,12	47,87	66,13	75,69	71,30	63,48	74,35	65,50	52,88	37,22
<b>20</b>	Pv	813	751	846	1069	1442	1919	1922	1660	1677	1468	1151	778
	Ps	2128	2150	2187	2248	2176	2532	2691	2610	2252	2257	2203	2127
	θ	18,49	18,66	18,94	19,38	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,44	19,05	18,49
	φ	38,23	34,91	38,66	47,55	66,29	75,80	71,41	63,59	74,49	65,03	52,23	36,57
<b>21</b>	Pv	937	865	945	1145	1495	1962	1964	1702	1725	1540	1244	902
	Ps	2128	2150	2188	2249	2176	2532	2691	2610	2252	2257	2203	2127
	θ	18,50	18,66	18,94	19,38	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,44	19,05	18,49
	φ	44,03	40,24	43,21	50,93	68,73	77,48	72,98	65,22	76,62	68,25	56,48	42,40
<b>22</b>	Pv	940	868	948	1147	1497	1963	1965	1703	1726	1542	1246	905
	Ps	2159	2178	2210	2262	2176	2532	2691	2610	2252	2269	2223	2158
	θ	18,73	18,87	19,10	19,47	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,52	19,19	18,72
	φ	43,53	39,85	42,88	50,70	68,79	77,52	73,02	65,25	76,67	67,96	56,07	41,92
<b>23</b>	Pv	955	882	960	1156	1503	1968	1970	1708	1732	1551	1258	919
	Ps	2168	2186	2217	2266	2176	2532	2691	2610	2252	2273	2229	2167
	θ	18,80	18,93	19,15	19,50	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,55	19,24	18,79
	φ	44,03	40,33	43,29	51,02	69,08	77,72	73,21	65,45	76,92	68,24	56,42	42,42
<b>24</b>	Pv	955	882	960	1156	1503	1968	1970	1709	1732	1551	1258	920
	Ps	2216	2229	2251	2286	2176	2532	2691	2610	2252	2291	2260	2215
	θ	19,14	19,24	19,40	19,65	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,68	19,46	19,14

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

	$\varphi$	43,09	39,57	42,64	50,57	69,08	77,72	73,21	65,45	76,93	67,70	55,66	41,52
<b>25</b>	Pv	955	882	960	1156	1503	1968	1970	1709	1732	1551	1258	920
	Ps	2265	2273	2286	2307	2176	2532	2691	2610	2252	2310	2291	2264
	$\theta$	19,49	19,55	19,64	19,79	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,81	19,68	19,49
	$\varphi$	42,19	38,83	42,01	50,13	69,09	77,73	73,22	65,46	76,94	67,16	54,92	40,64
<b>26</b>	Pv	963	890	967	1161	1507	1971	1973	1711	1735	1556	1264	928
	Ps	2290	2295	2303	2317	2176	2532	2691	2610	2252	2319	2307	2289
	$\theta$	19,67	19,71	19,77	19,86	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	19,88	19,79	19,67
	$\varphi$	42,07	38,77	41,96	50,11	69,25	77,84	73,32	65,56	77,07	67,09	54,80	40,54
<b>27</b>	Pv	963	890	967	1161	1507	1971	1973	1711	1735	1556	1264	928
	Ps	2337	2337	2337	2337	2176	2532	2691	2610	2252	2337	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	20,00	18,85	21,30	22,30	21,80	19,40	20,00	20,00	20,00
	$\varphi$	41,22	38,07	41,36	49,69	69,25	77,84	73,32	65,56	77,07	66,58	54,10	39,72

**Legenda**

*Int.* Numero interfaccia

*P<sub>v</sub>* Pressione di vapore [Pa]

*$\varphi$*  Umidità relativa [%]

*$\theta$*  Temperatura [°C]

*P<sub>s</sub>* Pressione di saturazione [Pa]

ESITO VERIFICA: **Verificato**

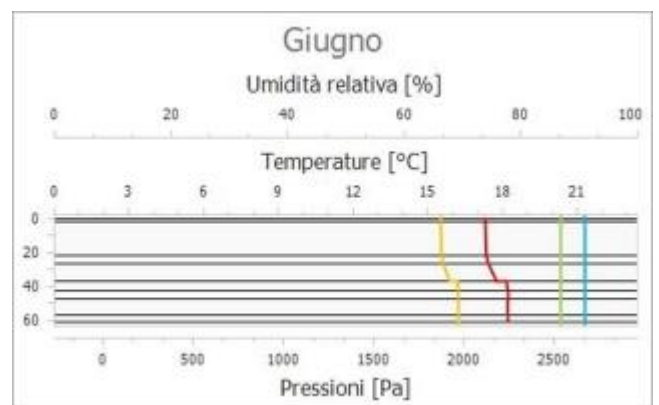
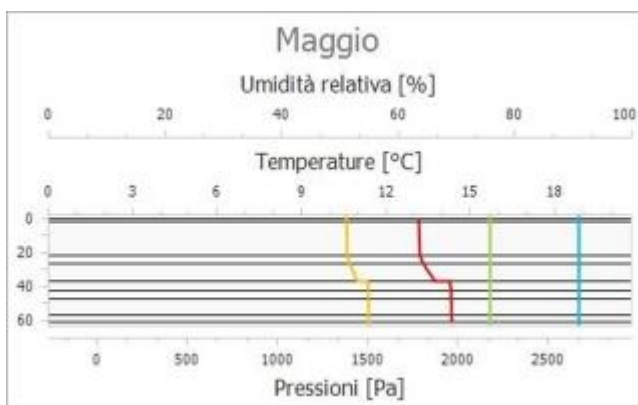
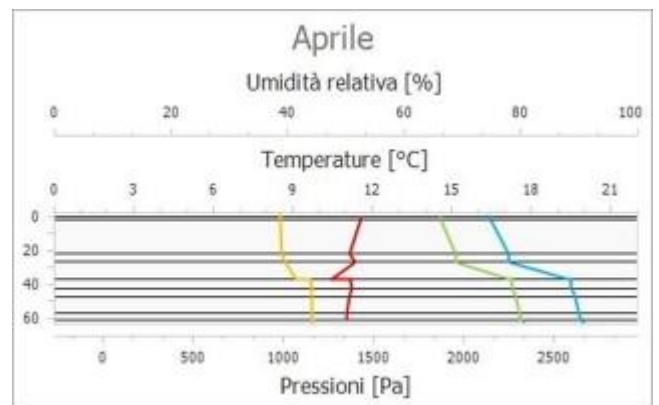
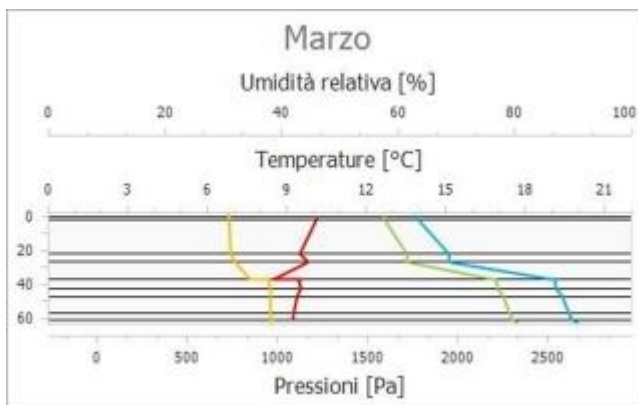
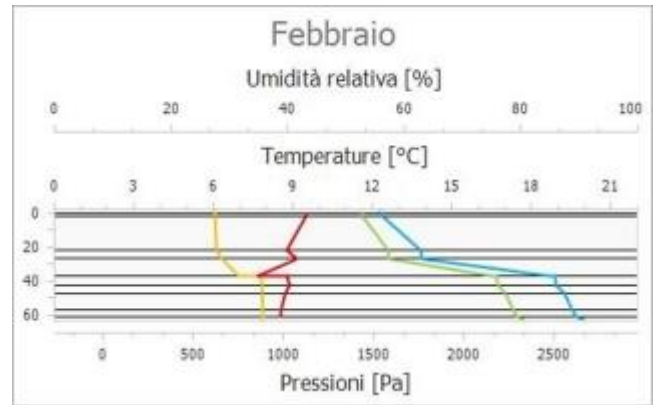
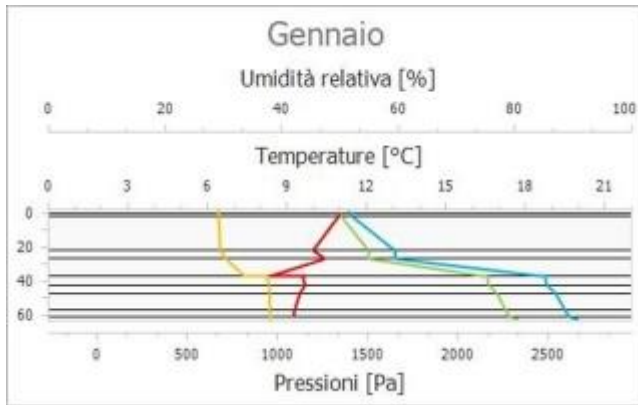
La struttura non presenta condensa interstiziale

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

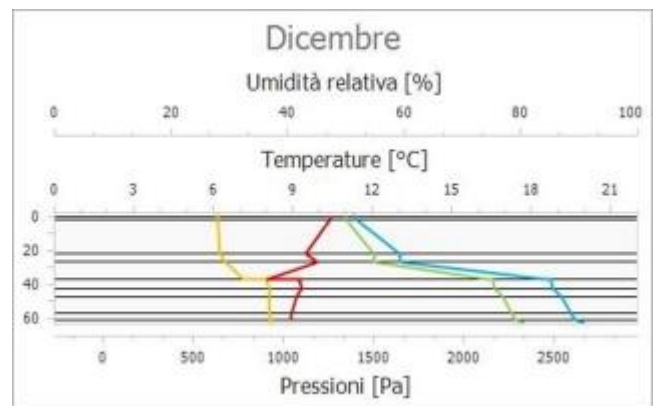
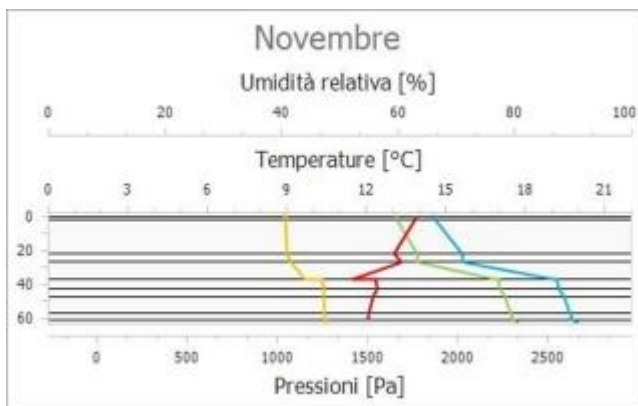
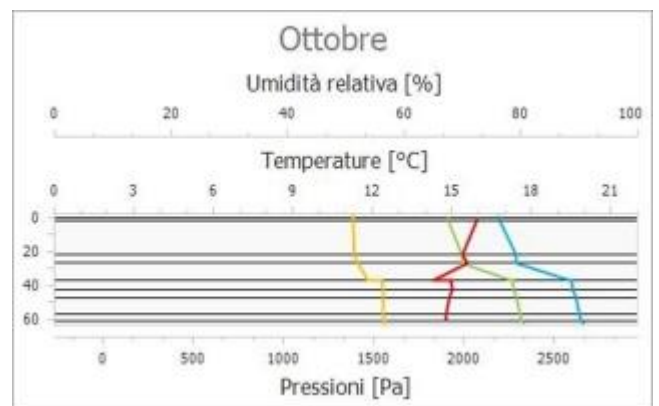
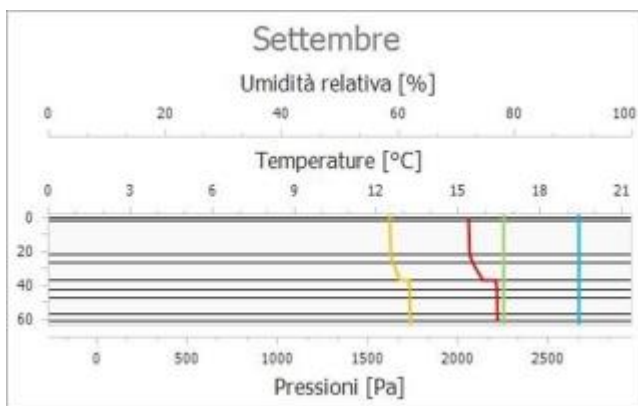
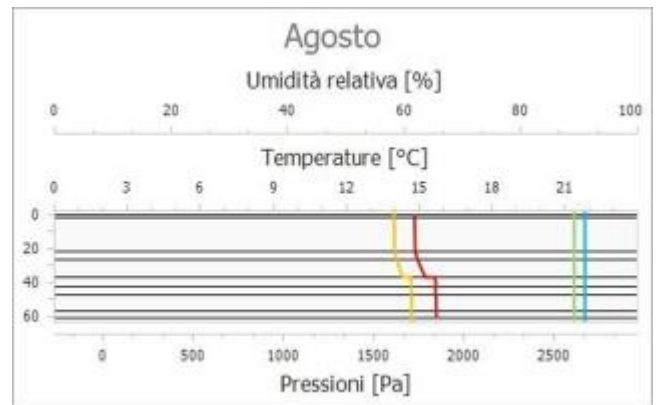
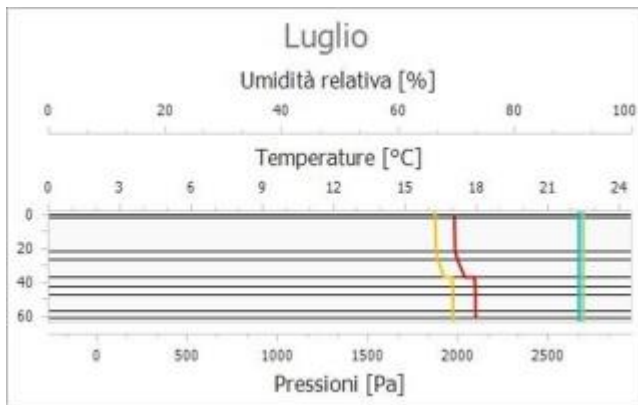
**Diagrammi delle pressioni e delle temperature**

Legenda

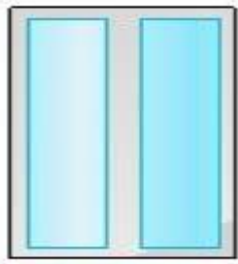
- / Temperatura
- / Pressione di vapore
- / Pressione di saturazione
- / Umidità



Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**



## 10.2 ALLEGATO 2: CARATTERISTICHE TERMICHE COMPONENTI FINESTRATI

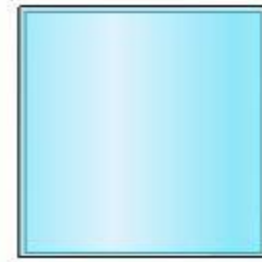
Cod.	Tipologia serramento	Descrizione																		
F4_120x210	Singolo	F4_120x210																		
<b>Dati vetro</b>																				
Tipo	Vetrata tripla Due lastre con trattamento superficiale Gas:Argon																			
Trasmittanza ( $U_g$ )	0,800 W/m <sup>2</sup> K																			
Emissività ( $\epsilon$ )	≤ 0,05																			
Trasmittanza di energia solare ( $g_{gl,n}$ )	0,500																			
Distanziatore	Metallo																			
Trasm. term. lineare distanziatore ( $\Psi_g$ )	0,110 W/K																			
Area ( $A_g$ )	1,613 m <sup>2</sup>																			
Perimetro ( $l_g$ )	9,360 m																			
<b>Dati telaio</b>																				
Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 90 mm, lunghezza barrette taglio termico: 52-58 mm, riempimento cavità tramite schiuma																			
Trasmittanza ( $U_f$ )	1,100 W/m <sup>2</sup> K																			
Area ( $A_f$ )	0,907 m <sup>2</sup>																			
<b>Dati infisso</b>																				
Trasmittanza ( $U_w$ )	1,317 W/m <sup>2</sup> K																			
Area ( $A_w$ )	2,520 m <sup>2</sup>																			
Perimetro ( $l_w$ )	6,600 m																			
Fattore di telaio ( $F_f$ )	0,360																			
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione																			
																				
<table> <tr> <td>Larghezza finestra</td> <td>1,200 m</td> </tr> <tr> <td>Altezza finestra</td> <td>2,100 m</td> </tr> <tr> <td>Numero ante</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Spessore telai laterali</td> <td>0,090 m</td> </tr> <tr> <td>Spessore telai centrali</td> <td>0,180 m</td> </tr> <tr> <td>Spessore telai superiore</td> <td>0,090 m</td> </tr> <tr> <td>Spessore telai inferiore</td> <td>0,090 m</td> </tr> <tr> <td>Numero ante orizzontali</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Spessore telai orizzontali</td> <td>0,000 m</td> </tr> </table>			Larghezza finestra	1,200 m	Altezza finestra	2,100 m	Numero ante	2	Spessore telai laterali	0,090 m	Spessore telai centrali	0,180 m	Spessore telai superiore	0,090 m	Spessore telai inferiore	0,090 m	Numero ante orizzontali	1	Spessore telai orizzontali	0,000 m
Larghezza finestra	1,200 m																			
Altezza finestra	2,100 m																			
Numero ante	2																			
Spessore telai laterali	0,090 m																			
Spessore telai centrali	0,180 m																			
Spessore telai superiore	0,090 m																			
Spessore telai inferiore	0,090 m																			
Numero ante orizzontali	1																			
Spessore telai orizzontali	0,000 m																			

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
F3_310x350	Singolo	F3_310x350
<b>Dati vetro</b>		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale	



Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

	Gas:Argon
Trasmittanza ( $U_g$ )	1,200 W/m <sup>2</sup> K
Emissività ( $\epsilon$ )	≤ 0,05
Trasmittanza di energia solare ( $g_{gl,n}$ )	0,670
Distanziatore	Metallo
Trasm. term. lineare distanziatore ( $\Psi_g$ )	0,110 W/K
Area ( $A_g$ )	9,946 m <sup>2</sup>
Perimetro ( $l_g$ )	12,640 m



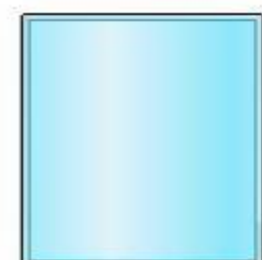
Dati telaio	
Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 70-75 mm, lunghezza barrette taglio termico: 36-42 mm, riempimento cavità tramite schiuma
Trasmittanza ( $U_f$ )	1,600 W/m <sup>2</sup> K
Area ( $A_f$ )	0,904 m <sup>2</sup>

Larghezza finestra	3,100 m
Altezza finestra	3,500 m
Numero ante	1
Spessore telai laterali	0,070 m
Spessore telai centrali	0,140 m
Spessore telai superiore	0,070 m
Spessore telai inferiore	0,070 m
Numero ante orizzontali	1
Spessore telai orizzontali	0,000 m

Dati infisso	
Trasmittanza ( $U_w$ )	1,355 W/m <sup>2</sup> K
Area ( $A_w$ )	10,850 m <sup>2</sup>
Perimetro ( $l_w$ )	13,200 m
Fattore di telaio ( $F_f$ )	0,080
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
F7_270x350	Singolo	F7_270x350

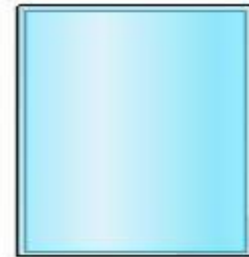
Dati vetro	
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale Gas:Argon
Trasmittanza ( $U_g$ )	1,200 W/m <sup>2</sup> K
Emissività ( $\epsilon$ )	≤ 0,05
Trasmittanza di energia solare ( $g_{gl,n}$ )	0,670
Distanziatore	Metallo
Trasm. term. lineare distanziatore ( $\Psi_g$ )	0,110 W/K
Area ( $A_g$ )	8,602 m <sup>2</sup>
Perimetro ( $l_g$ )	11,840 m



Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

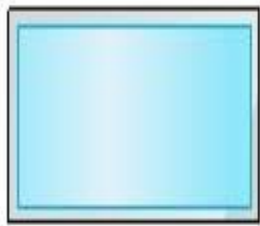
Dati telaio			
Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 70-75 mm, lunghezza barrette taglio termico: 36-42 mm, riempimento cavità tramite schiuma		
Trasmittanza ( $U_f$ )	1,600 W/m <sup>2</sup> K	Larghezza finestra	2,700 m
Area ( $A_f$ )	0,848 m <sup>2</sup>	Altezza finestra	3,500 m
Dati infisso		Numero ante	1
Trasmittanza ( $U_w$ )	1,374 W/m <sup>2</sup> K	Spessore telai laterali	0,070 m
Area ( $A_w$ )	9,450 m <sup>2</sup>	Spessore telai centrali	0,140 m
Perimetro ( $l_w$ )	12,400 m	Spessore telai superiore	0,070 m
Fattore di telaio ( $F_f$ )	0,090	Spessore telai inferiore	0,070 m
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	Numero ante orizzontali	1
		Spessore telai orizzontali	0,000 m

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
F2_245x350	Singolo	F2_245x350
Dati vetro		
Tipo	Vetrata doppia Una lastra con trattamento superficiale Gas:Argon	
Trasmittanza ( $U_g$ )	1,100 W/m <sup>2</sup> K	
Emissività ( $\epsilon$ )	≤ 0,05	
Trasmittanza di energia solare ( $g_{gl,n}$ )	0,670	
Distanziatore	Metallo	
Trasm. term. lineare distanziatore ( $\Psi_g$ )	0,110 W/K	
Area ( $A_g$ )	7,762 m <sup>2</sup>	
Perimetro ( $l_g$ )	11,340 m	
Dati telaio		
Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 70-75 mm, lunghezza barrette taglio termico: 36-42 mm, riempimento cavità tramite schiuma	
Trasmittanza ( $U_f$ )	1,600 W/m <sup>2</sup> K	
Area ( $A_f$ )	0,813 m <sup>2</sup>	
Dati infisso		
	Larghezza finestra	2,450 m
	Altezza finestra	3,500 m
	Numero ante	1
	Spessore telai laterali	0,070 m



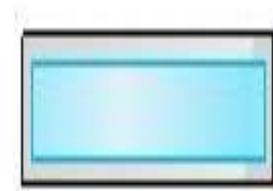
Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

Trasmittanza ( $U_w$ )	1,298 W/m <sup>2</sup> K	Spessore telai centrali	0,140 m
Area ( $A_w$ )	8,575 m <sup>2</sup>	Spessore telai superiore	0,070 m
Perimetro ( $l_w$ )	11,900 m	Spessore telai inferiore	0,070 m
Fattore di telaio ( $F_f$ )	0,097	Numero ante orizzontali	1
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione	Spessore telai orizzontali	0,000 m

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione																		
F11_250x120	Singolo	F11_250x120																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Dati vetro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tipo</td> <td>Vetrata tripla Due lastre con trattamento superficiale Gas:Argon</td> </tr> <tr> <td>Trasmittanza (<math>U_g</math>)</td> <td>0,800 W/m<sup>2</sup>K</td> </tr> <tr> <td>Emissività (<math>\epsilon</math>)</td> <td>≤ 0,05</td> </tr> <tr> <td>Trasmittanza di energia solare (<math>g_{g,l,n}</math>)</td> <td>0,500</td> </tr> <tr> <td>Distanziatore</td> <td>Metallo</td> </tr> <tr> <td>Trasm. term. lineare distanziatore (<math>\Psi_g</math>)</td> <td>0,110 W/K</td> </tr> <tr> <td>Area (<math>A_g</math>)</td> <td>2,366 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Perimetro (<math>l_g</math>)</td> <td>6,680 m</td> </tr> </tbody> </table>			Dati vetro		Tipo	Vetrata tripla Due lastre con trattamento superficiale Gas:Argon	Trasmittanza ( $U_g$ )	0,800 W/m <sup>2</sup> K	Emissività ( $\epsilon$ )	≤ 0,05	Trasmittanza di energia solare ( $g_{g,l,n}$ )	0,500	Distanziatore	Metallo	Trasm. term. lineare distanziatore ( $\Psi_g$ )	0,110 W/K	Area ( $A_g$ )	2,366 m <sup>2</sup>	Perimetro ( $l_g$ )	6,680 m
Dati vetro																				
Tipo	Vetrata tripla Due lastre con trattamento superficiale Gas:Argon																			
Trasmittanza ( $U_g$ )	0,800 W/m <sup>2</sup> K																			
Emissività ( $\epsilon$ )	≤ 0,05																			
Trasmittanza di energia solare ( $g_{g,l,n}$ )	0,500																			
Distanziatore	Metallo																			
Trasm. term. lineare distanziatore ( $\Psi_g$ )	0,110 W/K																			
Area ( $A_g$ )	2,366 m <sup>2</sup>																			
Perimetro ( $l_g$ )	6,680 m																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Dati telaio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tipo</td> <td>Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 90 mm, lunghezza barrette taglio termico: 52-58 mm, riempimento cavità tramite schiuma</td> </tr> <tr> <td>Trasmittanza (<math>U_f</math>)</td> <td>1,100 W/m<sup>2</sup>K</td> </tr> <tr> <td>Area (<math>A_f</math>)</td> <td>0,634 m<sup>2</sup></td> </tr> </tbody> </table>			Dati telaio		Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 90 mm, lunghezza barrette taglio termico: 52-58 mm, riempimento cavità tramite schiuma	Trasmittanza ( $U_f$ )	1,100 W/m <sup>2</sup> K	Area ( $A_f$ )	0,634 m <sup>2</sup>										
Dati telaio																				
Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 90 mm, lunghezza barrette taglio termico: 52-58 mm, riempimento cavità tramite schiuma																			
Trasmittanza ( $U_f$ )	1,100 W/m <sup>2</sup> K																			
Area ( $A_f$ )	0,634 m <sup>2</sup>																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Dati infisso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trasmittanza (<math>U_w</math>)</td> <td>1,108 W/m<sup>2</sup>K</td> </tr> <tr> <td>Area (<math>A_w</math>)</td> <td>3,000 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Perimetro (<math>l_w</math>)</td> <td>7,400 m</td> </tr> <tr> <td>Fattore di telaio (<math>F_f</math>)</td> <td>0,211</td> </tr> <tr> <td>Classe di permeabilità all'aria</td> <td>Senza classificazione</td> </tr> </tbody> </table>			Dati infisso		Trasmittanza ( $U_w$ )	1,108 W/m <sup>2</sup> K	Area ( $A_w$ )	3,000 m <sup>2</sup>	Perimetro ( $l_w$ )	7,400 m	Fattore di telaio ( $F_f$ )	0,211	Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione						
Dati infisso																				
Trasmittanza ( $U_w$ )	1,108 W/m <sup>2</sup> K																			
Area ( $A_w$ )	3,000 m <sup>2</sup>																			
Perimetro ( $l_w$ )	7,400 m																			
Fattore di telaio ( $F_f$ )	0,211																			
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione																			
																				
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Larghezza finestra</td> <td>2,500 m</td> </tr> <tr> <td>Altezza finestra</td> <td>1,200 m</td> </tr> <tr> <td>Numero ante</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Spessore telai laterali</td> <td>0,090 m</td> </tr> <tr> <td>Spessore telai centrali</td> <td>0,180 m</td> </tr> <tr> <td>Spessore telai superiore</td> <td>0,090 m</td> </tr> <tr> <td>Spessore telai inferiore</td> <td>0,090 m</td> </tr> <tr> <td>Numero ante orizzontali</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Spessore telai orizzontali</td> <td>0,000 m</td> </tr> </tbody> </table>			Larghezza finestra	2,500 m	Altezza finestra	1,200 m	Numero ante	1	Spessore telai laterali	0,090 m	Spessore telai centrali	0,180 m	Spessore telai superiore	0,090 m	Spessore telai inferiore	0,090 m	Numero ante orizzontali	1	Spessore telai orizzontali	0,000 m
Larghezza finestra	2,500 m																			
Altezza finestra	1,200 m																			
Numero ante	1																			
Spessore telai laterali	0,090 m																			
Spessore telai centrali	0,180 m																			
Spessore telai superiore	0,090 m																			
Spessore telai inferiore	0,090 m																			
Numero ante orizzontali	1																			
Spessore telai orizzontali	0,000 m																			

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
F6_250x50	Singolo	F6_250x50

Dati vetro	
Tipo	Vetrata tripla Due lastre con trattamento superficiale Gas:Argon
Trasmittanza ( $U_g$ )	0,700 W/m <sup>2</sup> K
Emissività ( $\epsilon$ )	≤ 0,05
Trasmittanza di energia solare ( $g_{gl,n}$ )	0,500
Distanziatore	Metallo
Trasm. term. lineare distanziatore ( $\Psi_g$ )	0,080 W/K
Area ( $A_g$ )	0,742 m <sup>2</sup>
Perimetro ( $l_g$ )	5,280 m



Dati telaio	
Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 90 mm, lunghezza barrette taglio termico: 52-58 mm, riempimento cavità tramite schiuma
Trasmittanza ( $U_f$ )	1,100 W/m <sup>2</sup> K
Area ( $A_f$ )	0,508 m <sup>2</sup>

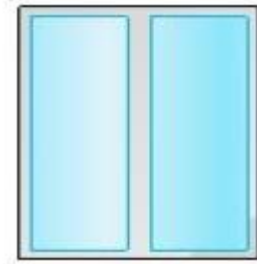
Larghezza finestra	2,500 m
Altezza finestra	0,500 m
Numero ante	1
Spessore telai laterali	0,090 m
Spessore telai centrali	0,180 m
Spessore telai superiore	0,090 m
Spessore telai inferiore	0,090 m
Numero ante orizzontali	1
Spessore telai orizzontali	0,000 m

Dati infisso	
Trasmittanza ( $U_w$ )	1,243 W/m <sup>2</sup> K
Area ( $A_w$ )	1,250 m <sup>2</sup>
Perimetro ( $l_w$ )	6,000 m
Fattore di telaio ( $F_f$ )	0,460
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
F5_180x240	Singolo	F5_180x240

Dati vetro	
Tipo	Vetrata tripla Due lastre con trattamento superficiale Gas:Argon
Trasmittanza ( $U_g$ )	0,800 W/m <sup>2</sup> K
Emissività ( $\epsilon$ )	≤ 0,05
Trasmittanza di energia solare ( $g_{gl,n}$ )	0,500
Distanziatore	Metallo

Trasm. term. lineare distanziatore ( $\Psi_g$ )	0,110 W/K
Area ( $A_g$ )	3,197 m <sup>2</sup>
Perimetro ( $l_g$ )	11,760 m



Dati telaio	
Tipo	Metallo con taglio termico - dimensioni sezione: 90 mm, lunghezza barrette taglio termico: 52-58 mm, riempimento cavità tramite schiuma
Trasmittanza ( $U_f$ )	1,100 W/m <sup>2</sup> K
Area ( $A_f$ )	1,123 m <sup>2</sup>

Dati infisso	
Trasmittanza ( $U_w$ )	1,253 W/m <sup>2</sup> K
Area ( $A_w$ )	4,320 m <sup>2</sup>
Perimetro ( $l_w$ )	8,400 m
Fattore di telaio ( $F_f$ )	0,313
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione

Larghezza finestra	1,800 m
Altezza finestra	2,400 m
Numero ante	2
Spessore telai laterali	0,090 m
Spessore telai centrali	0,180 m
Spessore telai superiore	0,090 m
Spessore telai inferiore	0,090 m
Numero ante orizzontali	1
Spessore telai orizzontali	0,000 m

### 10.3 ALLEGATO 3: VERIFICHE DEI PONTI TERMICI

I ponti termici, generalmente localizzati in corrispondenza delle giunzioni tra gli elementi edilizi o dove la composizione della struttura edilizia si modifica, producono due effetti rispetto a quelle prive di ponti:

- una modifica della portata termica;
- una modifica della temperatura interna superficiale.

La presente relazione riporta i risultati derivanti da una simulazione numerica agli elementi finiti sui ponti termici; in particolare vengono riportati i flussi termici di ciascun elemento e totale, le temperature interne e superficiali, il coefficiente di accoppiamento termico (L2D) e la trasmittanza termica lineica ( $\Psi$ ) del ponte termico.

Inoltre, viene valutato il rischio di formazione di muffa superficiale, evidenziando la minima temperatura superficiale sulla faccia interna, la temperatura critica, il fattore di temperatura critico ( $fr_{Si, max}$ ) e il mese critico.

Il metodo di calcolo agli elementi finiti è effettuato secondo la **UNI EN ISO 10211**, che definisce le specifiche di un modello geometrico tridimensionale e bidimensionale di un ponte termico per il calcolo numerico di:

- flussi termici, per valutare le dispersioni termiche totali di un edificio o di una sua parte;
- temperature minime superficiali per valutare il rischio di formazione di muffe.

Queste specifiche comprendono la definizione dei limiti geometrici e le suddivisioni del modello, le condizioni termiche al contorno, i valori termici e le relazioni da utilizzare.

La norma si basa sui seguenti presupposti:

- tutti le proprietà fisiche sono indipendenti dalla temperatura;
- non ci sono sorgenti di calore all'interno dell'elemento edilizio.

Il metodo numerico utilizzato rispetta tutti i requisiti previsti dall'Appendice A della UNI EN ISO 10211:

- a) Fornire le temperature e i flussi termici;
- b) Calcolare le temperature e i flussi termici in posizioni diverse da quelle indicate;
- c) Convergere alla soluzione analitica (se esiste) all'aumentare del numero di suddivisioni;
- d) Determinare il numero di suddivisioni secondo tale regola: la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici che entrano nell'oggetto considerato è calcolata due volte, per  $n$  nodi (o celle) e per  $2n$  nodi (o celle). La differenza tra questi due risultati non deve essere maggiore dell'1%. Se ciò non succede occorre aumentare il numero di suddivisioni fino a che il criterio non sia soddisfatto.
- e) Le iterazioni devono proseguire finché la somma di tutti i flussi termici (positivo e negativo) entranti nell'oggetto, divisa per la metà della somma dei valori assoluti di tutti questi flussi termici, è minore di 0,0001.

Il rischio di formazione di muffe è valutato secondo la **UNI EN ISO 13788**.

### Angolo 1

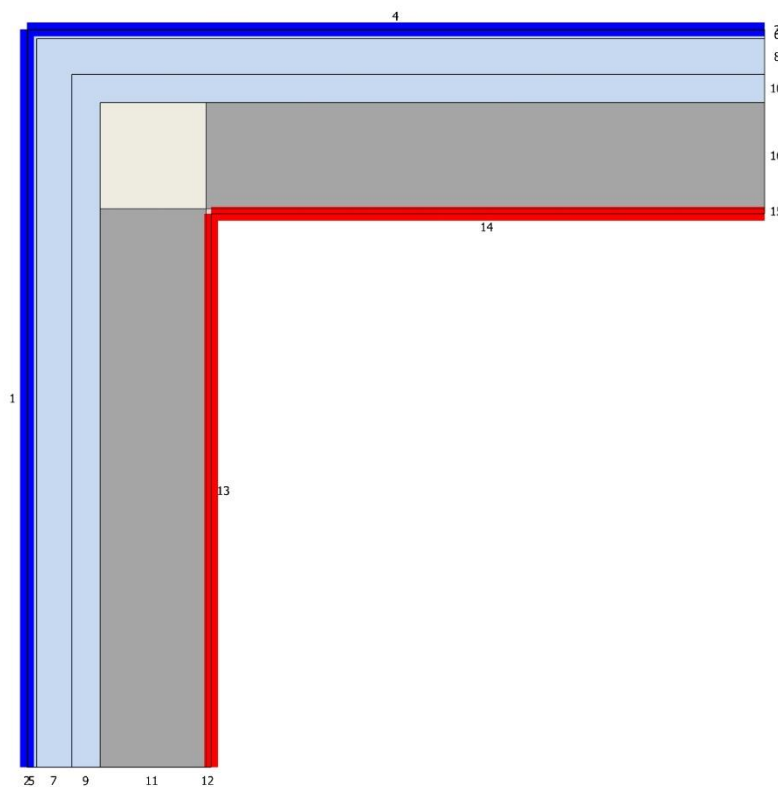
Ponte termico dovuto alla presenza di un pilastro 30x30 cm nell'angolo sporgente formato da due pareti.

Parete 1: P\_E\_K1

Parete 2: P\_E\_K1

### **Geometria e materiali**

Nella figura seguente è riportata la geometria del ponte termico.



Tratto	Lung.[cm]
1	208,8
2	0,2
3	0,2
4	208,8
5	2,5
6	2,5
7	10,0
8	10,0
9	8,0
10	8,0
11	30,0
12	1,5
13	156,6
14	156,6
15	1,5
16	30,0

### Condizioni al contorno

Di seguito sono riportate le condizioni al contorno utilizzate per il calcolo della trasmittanza termica lineica:

Confine	T [°C]	Rs [m²K/W]
Contorno Esterno	2,50	0,04
Contorno Interno	20,00	0,13

### LEGENDA

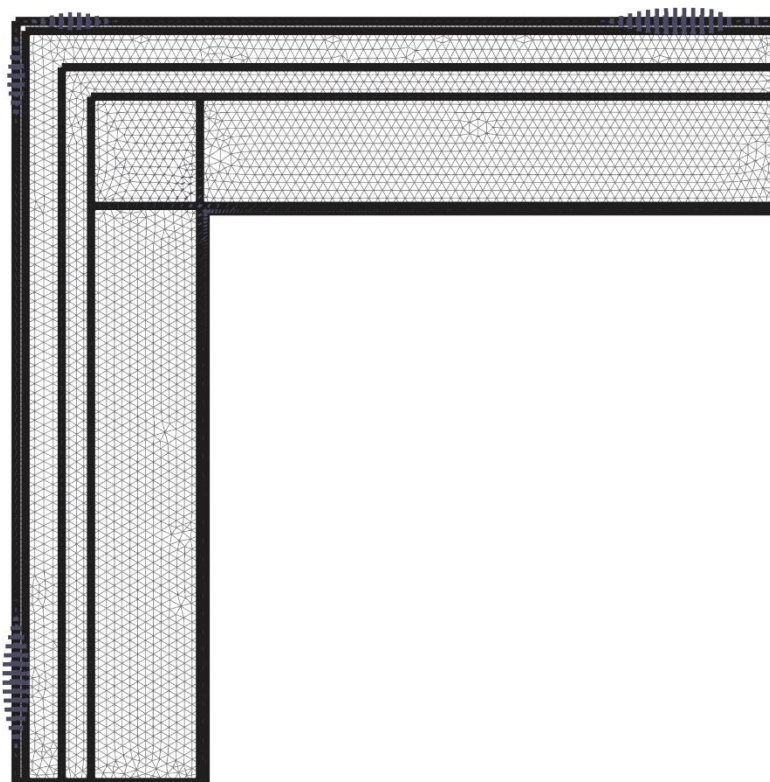
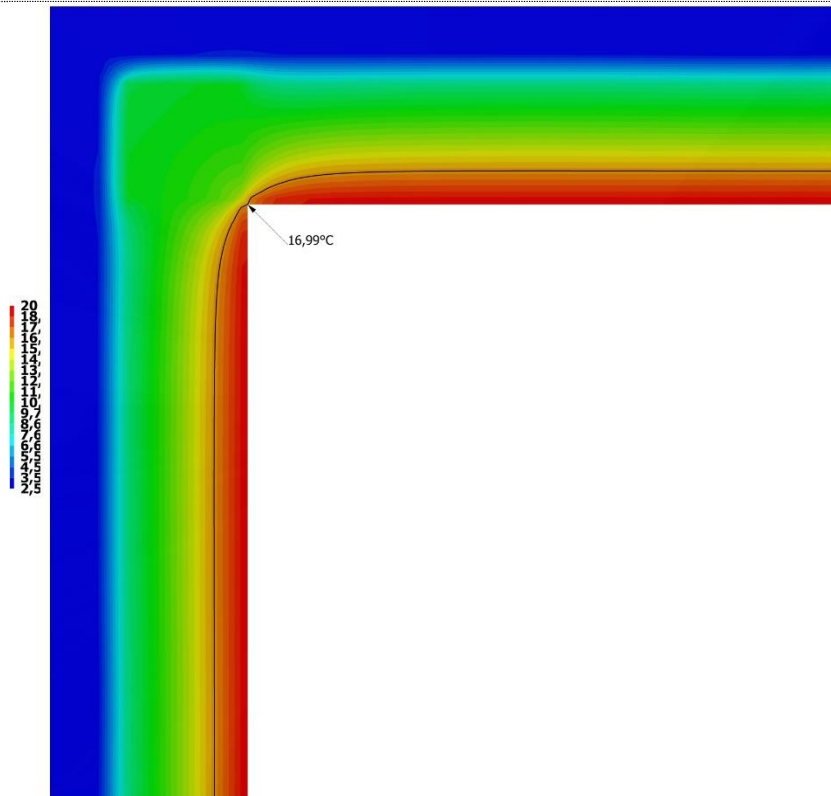
*T* Temperatura

*Rs* Resistenza superficiale

### Discretizzazione e curve di temperature

Il calcolo numerico consiste nella risoluzione di un sistema di equazioni su *n* punti detti nodi, ovvero punti caratteristici di ciascuna cella in cui è suddiviso il modello geometrico. Di seguito è rappresentata la meshatura del ponte termico in esame, costituita da 7652 celle.

A seguito del calcolo si ha la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi e flussi termici



**Risultati di calcolo**



Di seguito sono riportati i principali risultati di calcolo relativi al ponte termico:

Descrizione	Simbolo	Valore	U.M.
Flusso termico totale	$\phi$	10,631	W/m
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	0,131	W/m K
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	-0,028	W/m K
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	0,608	W/m K
Temperatura minima	$T_{min}$	16,986	°C

### **Verifica rischio formazione muffa**

La verifica del rischio di formazione di muffe è valutato secondo la UNI EN ISO 13788, utilizzando le seguenti impostazioni di calcolo:

Tipo di calcolo	<b>Temperatura interna e umidità</b>
Temperatura interna	<b>20,00 [°C]</b>
Umidità relativa interna	<b>65,00 [%]</b>

Dal calcolo risulta:

Mese critico	Dicembre
Temperatura minima formazione muffa (Tmin)	16,689 [°C]
Fattore di temperatura critico ( $f_{Rsi,max}$ )	0,811 [-]
Trasmittanza per evitare muffa (Ucrit)	0,757 [W/m <sup>2</sup> K]
Resistenza per evitare muffa (Rcrit)	1,321 [m <sup>2</sup> K/W]
Fattore di temperatura critico ( $f_{Rsi}$ )	0,828 [-]

**Il ponte termico è non soggetto a rischio di formazione di muffa.** ( $f_{rs,i} > f_{rs,i,max}$ )

Di seguito il dettaglio dei risultati anche degli altri mesi:

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	2,60	4,50	7,70	12,80	17,70	22,60	24,60	23,60	18,80	13,50	9,00	2,50
$\Phi_e$ [%]	91,22	73,51	69,58	66,43	68,21	68,22	60,56	55,32	74,75	89,47	90,87	86,92

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>Pvap,e</b> [Pa]	672	619	731	982	1.381	1.871	1.873	1.611	1.622	1.384	1.043	636
<b>Psat,e</b> [Pa]	2,60	4,50	7,70	12,80	17,70	22,60	24,60	23,60	18,80	13,50	9,00	2,50
<b>θi</b> [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
<b>Φi</b> [%]	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000
<b>Pvap,i</b> [Pa]	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519
<b>Psat,i</b> [Pa]	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337
<b>Psat(θsi)</b> [Pa]	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899
<b>θsi,min</b> [°C]	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69
<b>Frsi,min</b> [-]	0,81	0,79	0,73	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,70	0,81

**LEGENDA**

<i>θe</i>	<i>Temperatura esterna [°C]</i>	<i>θi</i>	<i>Temperatura interna [°C]</i>
<i>URe</i>	<i>Umidità relativa esterna [%]</i>	<i>URi</i>	<i>Umidità relativa interna [%]</i>
<i>Pvap,e</i>	<i>Pressione di vapore esterna [Pa]</i>	<i>Pvap,i</i>	<i>Pressione di vapore interna [Pa]</i>
<i>Psat,e</i>	<i>Pressione di saturazione esterna [Pa]</i>	<i>Psat,i</i>	<i>Pressione di saturazione interna [Pa]</i>
<i>Psat(θi)</i>	<i>Pressione superficiale minima [Pa]</i>	<i>θsi,min</i>	<i>Temperatura superficiale minima [°C]</i>
<i>Frsi,min</i>	<i>Fattore di temperatura [-]</i>		

**Angolo 1**

Ponte termico dovuto alla presenza di un pilastro 30x30 cm nell'angolo rientrante formato da due pareti.

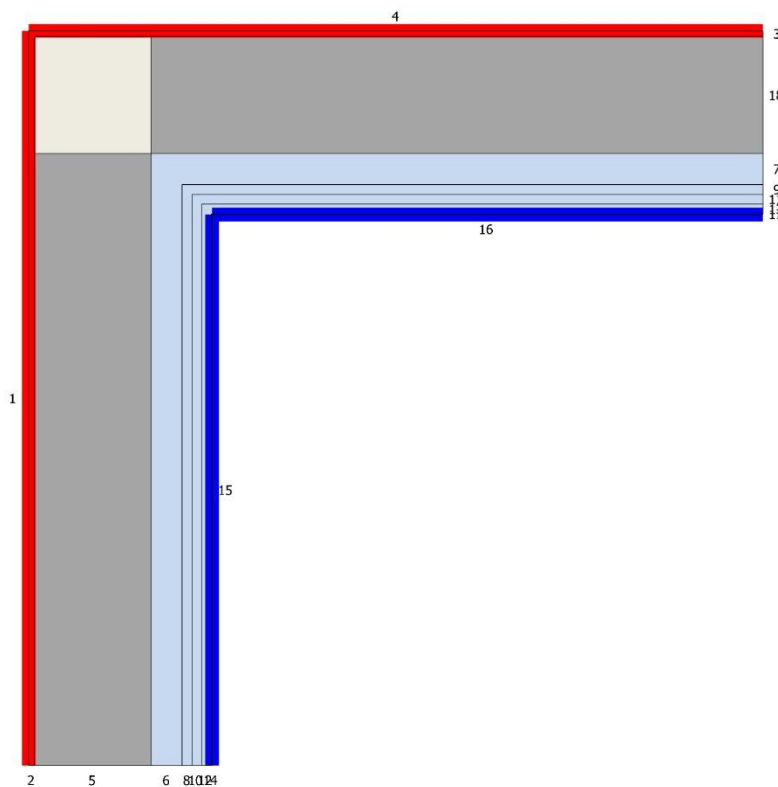
Il pilastro è costituito da "Calcestruzzo", con conducibilità termica  $\lambda = 1,15 \text{ W/mK}$  e densità di  $1800 \text{ kg/m}^3$ .

Parete 1: P\_E\_K1

Parete 2: P\_E\_K1

**Geometria e materiali**

Nella figura seguente è riportata la geometria del ponte termico.



Tratto	Lung.[cm]
1	188,8
2	1,5
3	1,5
4	188,8
5	30,0
6	8,0
7	8,0
8	2,5
9	2,5
10	2,5
11	2,5
12	2,5
13	2,5
14	0,2
15	141,6
16	141,6
17	0,2
18	30,0

### Condizioni al contorno

Di seguito sono riportate le condizioni al contorno utilizzate per il calcolo della trasmittanza termica lineica:

Confine	T [°C]	Rs [m <sup>2</sup> K/W]
Contorno Esterno	2,50	0,04
Contorno Interno	20,00	0,13

### LEGENDA

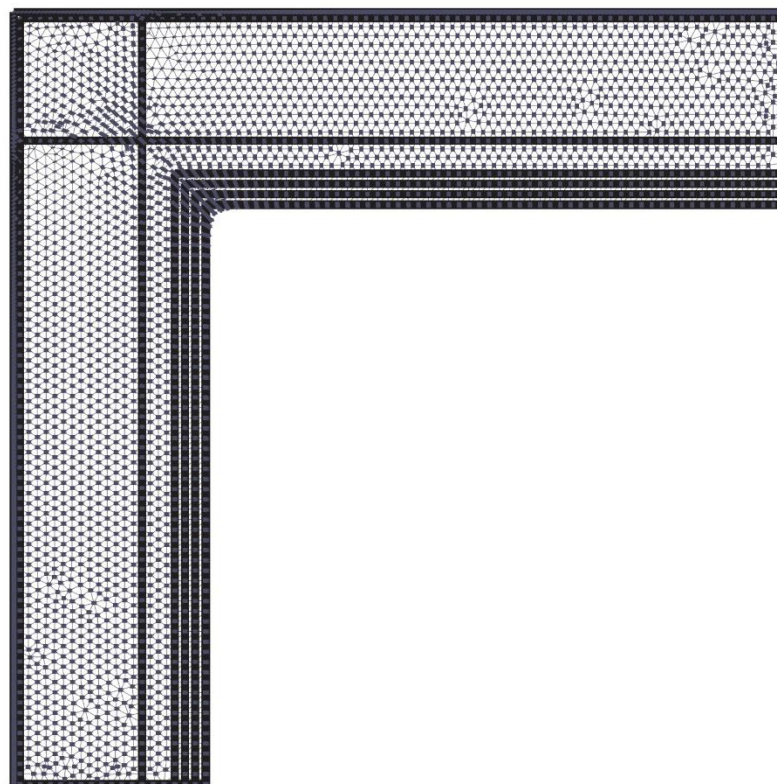
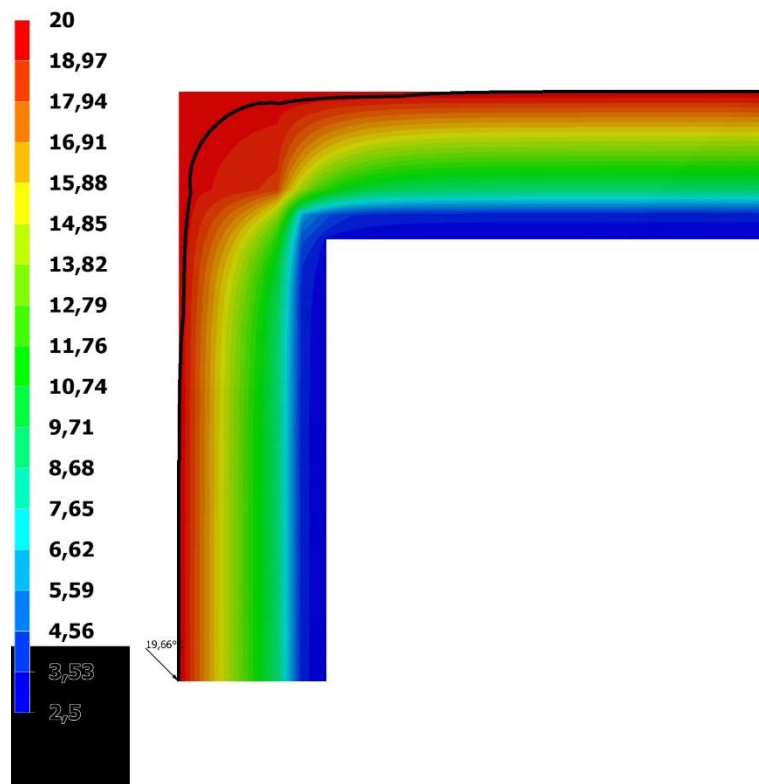
*T* Temperatura

*Rs* Resistenza superficiale

### Discretizzazione e curve di temperatura

Il calcolo numerico consiste nella risoluzione di un sistema di equazioni su *n* punti detti nodi, ovvero punti caratteristici di ciascuna cella in cui è suddiviso il modello geometrico. Di seguito è rappresentata la meshatura del ponte termico in esame, costituita da 6312 celle.

A seguito del calcolo si ha la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi e flussi termici



**Risultati di calcolo**

---

Di seguito sono riportati i principali risultati di calcolo relativi al ponte termico:

Descrizione	Simbolo	Valore	U.M.
Flusso termico totale	$\phi$	8,483	W/m
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	-0,083	W/m K
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	0,059	W/m K
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	0,485	W/m K
Temperatura minima	$T_{min}$	19,658	°C

### **Verifica rischio formazione muffa**

La verifica del rischio di formazione di muffe è valutato secondo la UNI EN ISO 13788, utilizzando le seguenti impostazioni di calcolo:

Tipo di calcolo	<b>Temperatura interna e umidità</b>
Temperatura interna	<b>20,00 [°C]</b>
Umidità relativa interna	<b>65,00 [%]</b>

Dal calcolo risulta:

Mese critico	Dicembre
Temperatura minima formazione muffa (Tmin)	16,689 [°C]
Fattore di temperatura critico ( $f_{Rsi,max}$ )	0,811 [-]
Trasmittanza per evitare muffa ( $U_{crit}$ )	0,757 [W/m <sup>2</sup> K]
Resistenza per evitare muffa ( $R_{crit}$ )	1,321 [m <sup>2</sup> K/W]
Fattore di temperatura critico ( $f_{Rsi}$ )	0,980 [-]

**Il ponte termico è non soggetto a rischio di formazione di muffa.** ( $f_{rs,i} > f_{rs,i,max}$ )

Di seguito il dettaglio dei risultati anche degli altri mesi:

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	2,60	4,50	7,70	12,80	17,70	22,60	24,60	23,60	18,80	13,50	9,00	2,50
$\Phi_e$ [%]	91,22	73,51	69,58	66,43	68,21	68,22	60,56	55,32	74,75	89,47	90,87	86,92

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>Pvap,e</b> [Pa]	672	619	731	982	1.381	1.871	1.873	1.611	1.622	1.384	1.043	636
<b>Psat,e</b> [Pa]	2,60	4,50	7,70	12,80	17,70	22,60	24,60	23,60	18,80	13,50	9,00	2,50
<b>θi</b> [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
<b>Φi</b> [%]	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000
<b>Pvap,i</b> [Pa]	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519
<b>Psat,i</b> [Pa]	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337
<b>Psat(θsi)</b> [Pa]	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899
<b>θsi,min</b> [°C]	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69
<b>Frsi,min</b> [-]	0,81	0,79	0,73	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,70	0,81

**LEGENDA**

<i>θe</i>	<i>Temperatura esterna [°C]</i>	<i>θi</i>	<i>Temperatura interna [°C]</i>
<i>URe</i>	<i>Umidità relativa esterna [%]</i>	<i>URi</i>	<i>Umidità relativa interna [%]</i>
<i>Pvap,e</i>	<i>Pressione di vapore esterna [Pa]</i>	<i>Pvap,i</i>	<i>Pressione di vapore interna [Pa]</i>
<i>Psat,e</i>	<i>Pressione di saturazione esterna [Pa]</i>	<i>Psat,i</i>	<i>Pressione di saturazione interna [Pa]</i>
<i>Psat(θi)</i>	<i>Pressione superficiale minima [Pa]</i>	<i>θsi,min</i>	<i>Temperatura superficiale minima [°C]</i>
<i>Frsi,min</i>	<i>Fattore di temperatura [-]</i>		

**Infisso 1\_4+20+4\_argon**

Ponte termico dovuto alla giunzione di una parete e un serramento.

Il serramento è allineato al centro della parete e presenta un telaio di dimensioni di 7 x 7 cm, costituito da "Abete flusso perpend. alle fibre" con conducibilità termica  $\lambda = 0,12$  W/mK.

Tra il serramento e la parete è interposta una soglia di spessore 2 cm, costituita da "Marmo" con conducibilità termica  $\lambda = 3$  W/mK.

Tra la soglia e la parete è interposto uno strato di isolamento di spessore 2 cm, costituita da "Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) con pelle" con conducibilità termica  $\lambda = 0,03$  W/mK.

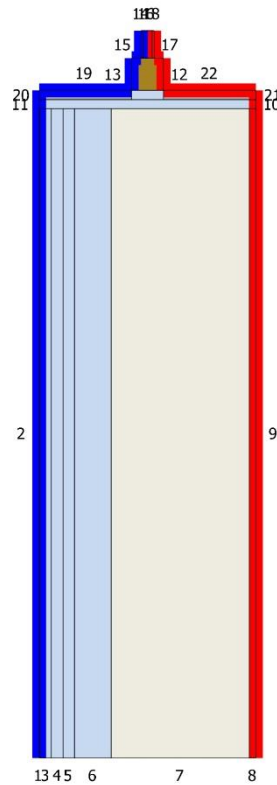
L'elemento vetrato (denominato "Vetro doppio con argon (4-20-4)"), di spessore di 2,8 cm e trasmittanza termica  $U = 0,738$  W/m<sup>2</sup>K, ha la seguente stratigrafia (dall'interno all'esterno):

- "Vetro per finestre", con conducibilità  $\lambda = 1$  W/mK e spessore di 0,4 cm
- "Argon", con conducibilità  $\lambda = 0,017$  W/mK e spessore di 2 cm
- "Vetro per finestre", con conducibilità  $\lambda = 1$  W/mK e spessore di 0,4 cm

Parete: P\_E\_K1

### **Geometria e materiali**

Nella figura seguente è riportata la geometria del ponte termico.



Tratto	Lung.[cm]
1	0,2
2	141,6
3	2,5
4	2,5
5	2,5
6	8,0
7	30,0
8	1,5
9	141,6
10	2,0
11	2,0
12	7,0
13	7,0
14	0,4
15	6,0
16	2,0
17	6,0
18	0,4
19	20,1
20	2,0
21	2,0
22	20,1

### **Condizioni al contorno**

Di seguito sono riportate le condizioni al contorno utilizzate per il calcolo della trasmittanza termica lineica:

Confine	T [°C]	Rs [m <sup>2</sup> K/W]
Contorno Esterno	2,50	0,04
Contorno Interno	20,00	0,13

### **LEGENDA**

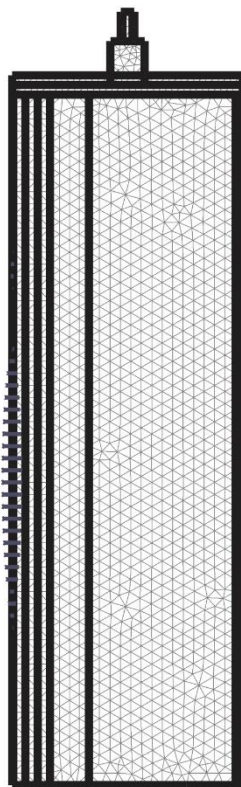
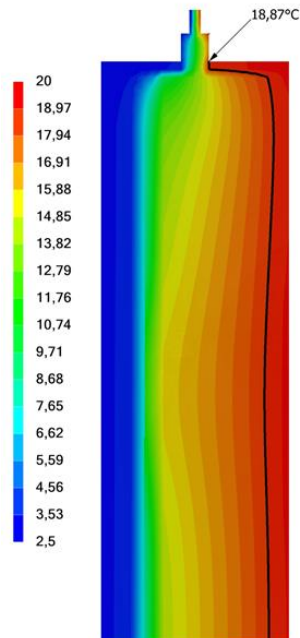
*T* Temperatura

*Rs* Resistenza superficiale

### **Discretizzazione e curve di temperature**

Il calcolo numerico consiste nella risoluzione di un sistema di equazioni su  $n$  punti detti nodi, ovvero punti caratteristici di ciascuna cella in cui è suddiviso il modello geometrico. Di seguito è rappresentata la meshatura del ponte termico in esame, costituita da 2789 celle.

A seguito del calcolo si ha la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi e flussi termici





### Risultati di calcolo

Di seguito sono riportati i principali risultati di calcolo relativi al ponte termico:

Descrizione	Simbolo	Valore	U.M.
Flusso termico totale	$\phi$	9,288	W/m
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	0,098	W/m K
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	0,098	W/m K
Coefficiente di accoppiamento	L2D	0,531	W/m K
Temperatura minima	T <sub>min</sub>	18,871	°C

### Verifica rischio formazione muffa

La verifica del rischio di formazione di muffe è valutato secondo la UNI EN ISO 13788, utilizzando le seguenti impostazioni di calcolo:

Tipo di calcolo	<b>Classe di concentrazione del vapore all'interno</b>
Classe di umidità dell'edificio	<b>Classe 2 - Uffici, negozi, alloggi con ventilazione meccanica controllata</b>

Dal calcolo risulta:

Mese critico	Ottobre
Temperatura minima formazione muffa (T <sub>min</sub> )	18,089 [°C]
Fattore di temperatura critico (f <sub>Rsi,max</sub> )	0,706 [-]
Trasmittanza per evitare muffa (U <sub>crit</sub> )	1,176 [W/m <sup>2</sup> K]
Resistenza per evitare muffa (R <sub>crit</sub> )	0,850 [m <sup>2</sup> K/W]
Fattore di temperatura critico (f <sub>Rsi</sub> )	0,826 [-]

**Il ponte termico è non soggetto a rischio di formazione di muffa.** (f<sub>rs,i</sub> > f<sub>rs,i,max</sub>)

Di seguito il dettaglio dei risultati anche degli altri mesi:

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	2,60	4,50	7,70	12,80	17,70	22,60	24,60	23,60	18,80	13,50	9,00	2,50

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

$\Phi_e$ [%]	91,22	73,51	69,58	66,43	68,21	68,22	60,56	55,32	74,75	89,47	90,87	86,92
$P_{vap,e}$ [Pa]	672	619	731	982	1.381	1.871	1.873	1.611	1.622	1.384	1.043	636
$P_{sat,e}$ [Pa]	736	842	1.050	1.477	2.024	2.741	3.091	2.911	2.169	1.547	1.147	731
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	22,60	24,60	23,60	18,80	20,00	20,00	20,00
$\Phi_i$ [%]	0,531	0,487	0,498	0,546	0,748	0,719	0,638	0,588	0,809	0,710	0,616	0,517
$P_{vap,i}$ [Pa]	1.242	1.138	1.163	1.276	1.543	1.971	1.973	1.711	1.754	1.660	1.440	1.209
$P_{sat,i}$ [Pa]	2.337	2.337	2.337	2.337	2.063	2.741	3.091	2.911	2.169	2.337	2.337	2.337
$P_{sat}(\theta_{si})$ [Pa]	1.552	1.422	1.454	1.596	1.929	2.464	2.466	2.139	2.193	2.074	1.800	1.511
$\theta_{si,min}$ [°C]	13,56	12,22	12,55	13,98	16,94	20,86	20,87	18,58	18,98	18,09	15,85	13,14
$F_{rsi,min}$ [-]	0,63	0,50	0,39	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	0,62	0,61

## LEGENDA

$\vartheta_e$	Temperatura esterna [°C]	$\vartheta_i$	Temperatura interna [°C]
$UR_e$	Umidità relativa esterna [%]	$UR_i$	Umidità relativa interna [%]
$P_{vap,e}$	Pressione di vapore esterna [Pa]	$P_{vap,i}$	Pressione di vapore interna [Pa]
$P_{sat,e}$	Pressione di saturazione esterna [Pa]	$P_{sat,i}$	Pressione di saturazione interna [Pa]
$P_{sat}(\vartheta_i)$	Pressione superficiale minima [Pa]	$\vartheta_{si,min}$	Temperatura superficiale minima [°C]
$F_{rsi,min}$	Fattore di temperatura [-]		

## Copertura 1

Ponte termico dovuto alla giunzione di una parete e un solaio di copertura piano.

Copertura: COP\_UFF

Parete: P\_E\_K1

Parapetto di altezza 80cm: P\_E\_K1

E' presente una trave di dimensioni 50 x 30 cm, costituita da "Calcestruzzo armato generico", con conducibilità termica  $\lambda = 2,3 \text{ W/mK}$  e densità di  $2400 \text{ kg/m}^3$ .

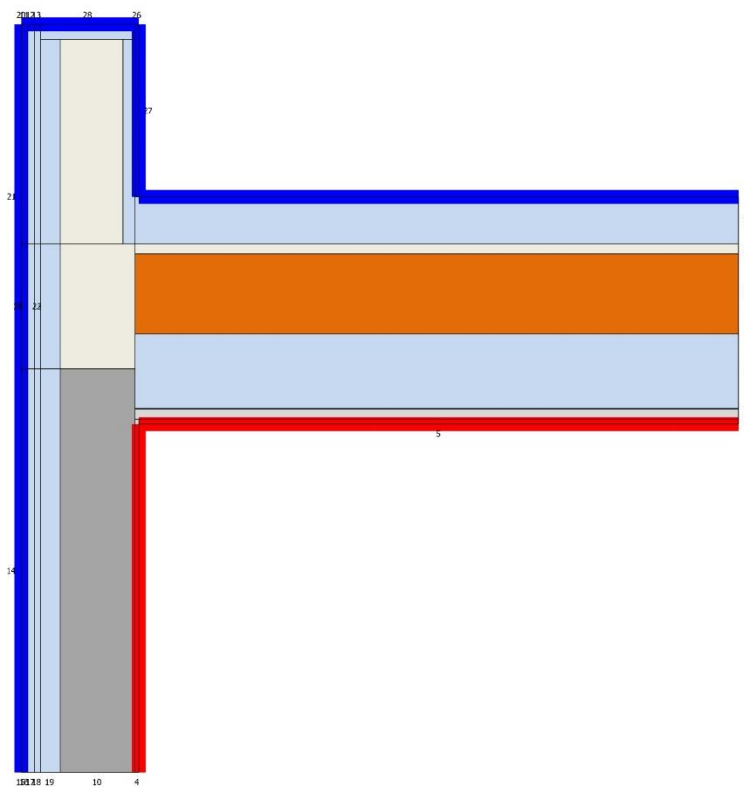
## Geometria e materiali

Nella figura seguente è riportata la geometria del ponte termico.

TRATTA D

Relazione Tecnica "ex L.10"

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**



Tratto	Lung.[cm]
1	18,8
2	4,0
3	32,0
4	1,5
5	240,6
6	2,0
7	30,0
8	0,2
9	4,0
10	30,0
11	2,5
12	2,5
13	2,5
14	161,8
15	0,2
16	2,5
17	2,5
18	2,5
19	8,0
20	0,2
21	138,0
22	50,0
23	50,0
24	50,0
25	50,0
26	1,5
27	69,2
28	38,0

**Condizioni al contorno**

Di seguito sono riportate le condizioni al contorno utilizzate per il calcolo della trasmittanza termica lineica:

Confine	T [°C]	Rs [m <sup>2</sup> K/W]
Contorno Esterno	2,50	0,04
Contorno Esterno	2,50	0,04
Contorno Interno	20,00	0,13
Contorno Interno	20,00	0,10

**LEGENDA**

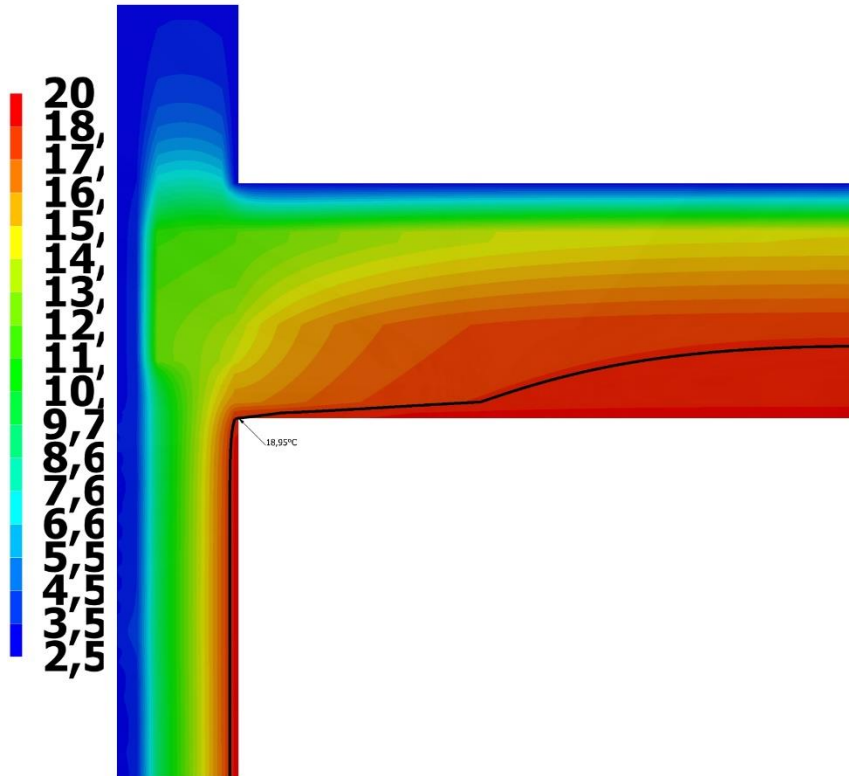
*T* Temperatura

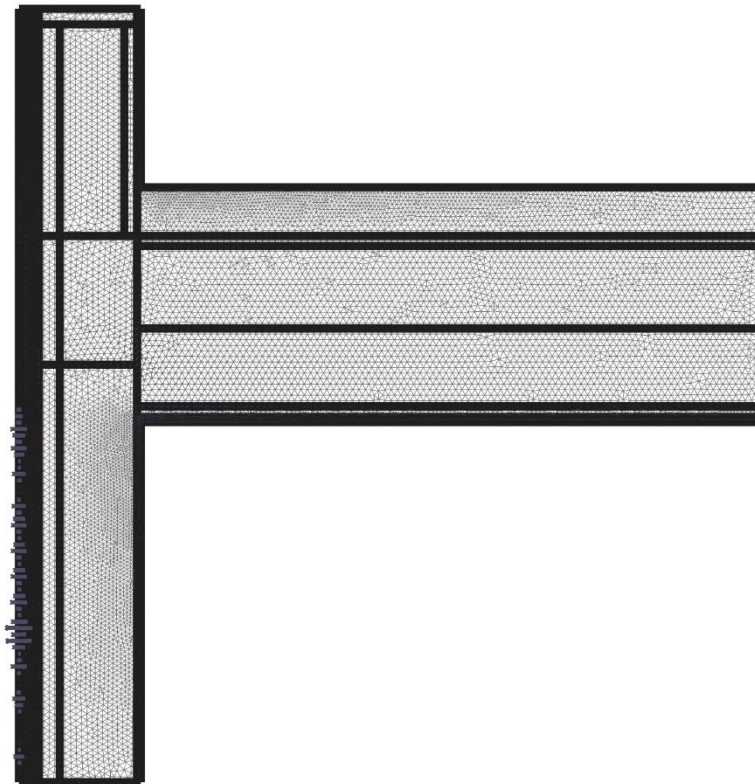
*Rs* Resistenza superficiale

**Discretizzazione e curve di temperature**

Il calcolo numerico consiste nella risoluzione di un sistema di equazioni su  $n$  punti detti nodi, ovvero punti caratteristici di ciascuna cella in cui è suddiviso il modello geometrico. Di seguito è rappresentata la meshatura del ponte termico in esame, costituita da 19265 celle.

A seguito del calcolo si ha la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi e flussi termici





### **Risultati di calcolo**

Di seguito sono riportati i principali risultati di calcolo relativi al ponte termico:

Descrizione	Simbolo	Valore	U.M.
Flusso termico totale	$\phi$	13,764	W/m
Trasmittanza termica lineica interna	$\psi_{int}$	0,251	W/m K
Trasmittanza termica lineica esterna	$\psi_{est}$	0,067	W/m K
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	0,787	W/m K
Temperatura minima	$T_{min}$	18,955	°C

### **Verifica rischio formazione muffa**

La verifica del rischio di formazione di muffe è valutato secondo la UNI EN ISO 13788, utilizzando le seguenti impostazioni di calcolo:

Tipo di calcolo	Temperatura interna e umidità
-----------------	-------------------------------

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

Temperatura interna	<b>20,00 [°C]</b>
Umidità relativa interna	<b>65,00 [%]</b>

Dal calcolo risulta:

Mese critico	Dicembre
Temperatura minima formazione muffa (Tmin)	16,689 [°C]
Fattore di temperatura critico ( $f_{Rsi,max}$ )	0,811 [-]
Trasmittanza per evitare muffa (Ucrit)	0,757 [W/m <sup>2</sup> K]
Resistenza per evitare muffa (Rcrit)	1,321 [m <sup>2</sup> K/W]
Fattore di temperatura critico ( $f_{Rsi}$ )	0,940 [-]

**Il ponte termico è non soggetto a rischio di formazione di muffa. ( $f_{rs,i} > f_{rs,i,max}$ )**

Di seguito il dettaglio dei risultati anche degli altri mesi:

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	2,60	4,50	7,70	12,80	17,70	22,60	24,60	23,60	18,80	13,50	9,00	2,50
$\Phi_e$ [%]	91,22	73,51	69,58	66,43	68,21	68,22	60,56	55,32	74,75	89,47	90,87	86,92
Pvap,e [Pa]	672	619	731	982	1.381	1.871	1.873	1.611	1.622	1.384	1.043	636
Psat,e [Pa]	2,60	4,50	7,70	12,80	17,70	22,60	24,60	23,60	18,80	13,50	9,00	2,50
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
$\Phi_i$ [%]	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000
Pvap,i [Pa]	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519
Psat,i [Pa]	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337
Psat( $\theta_{si}$ ) [Pa]	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899
$\theta_{si,min}$ [°C]	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69
Frsi,min [-]	0,81	0,79	0,73	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,70	0,81

**LEGENDA**

$\vartheta_e$	Temperatura esterna [°C]	$\vartheta_i$	Temperatura interna [°C]
UR <sub>e</sub>	Umidità relativa esterna [%]	UR <sub>i</sub>	Umidità relativa interna [%]
P <sub>vap,e</sub>	Pressione di vapore esterna [Pa]	P <sub>vap,i</sub>	Pressione di vapore interna [Pa]
P <sub>sat,e</sub>	Pressione di saturazione esterna [Pa]	P <sub>sat,i</sub>	Pressione di saturazione interna [Pa]
P <sub>sat</sub> ( $\vartheta_i$ )	Pressione superficiale minima [Pa]	$\vartheta_{si,min}$	Temperatura superficiale minima [°C]
F <sub>rsi,min</sub>	Fattore di temperatura [-]		

### Terreno 1

Ponte termico dovuto alla giunzione di una parete con un pavimento a contatto con il terreno.

Il materiale del terreno è Argilla o limo con conducibilità termica  $\lambda = 1,5$  W/mK e densità di 2000 kg/m<sup>3</sup>.

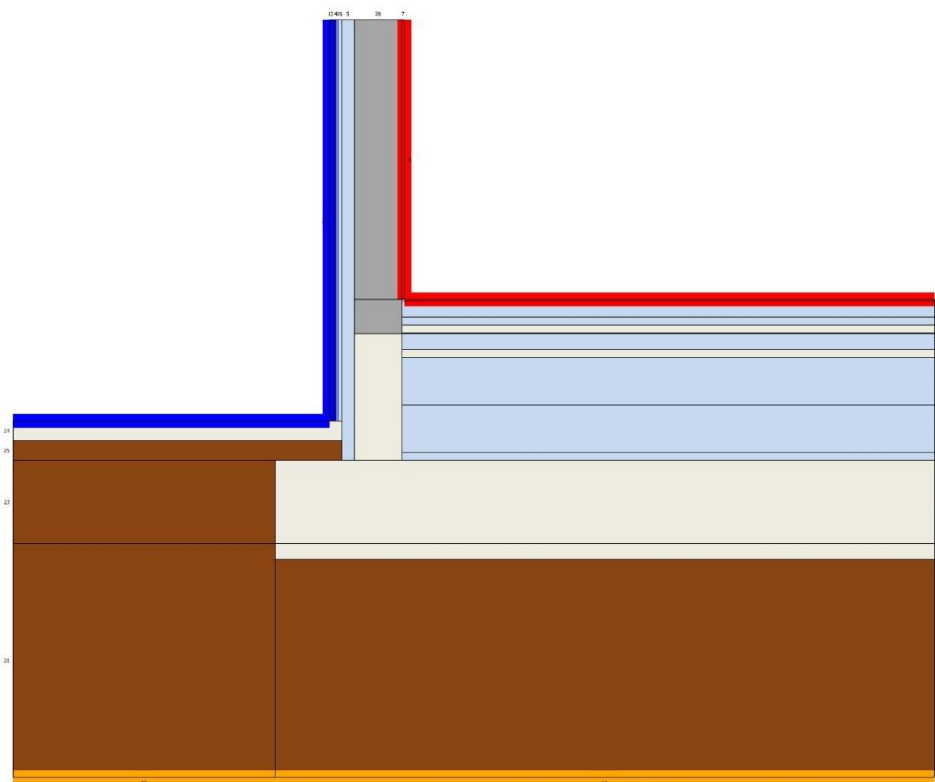
Parete: P\_E\_K1

Solaio di pavimento: PAV\_S2\_flottante

E' presente una trave di irrigidimento su platea di fondazione costituita da "Calcestruzzo armato generico", con conducibilità termica  $\lambda = 2,3$  W/mK e densità di 2400 kg/m<sup>3</sup>.

### Geometria e materiali

Nella figura seguente è riportata la geometria del ponte termico.



Tratto	Lung.[cm]
1	0,2
2	253,2
3	2,5
4	2,5
5	8,0
6	176,6
7	1,5
8	1,0
9	10,0
10	5,0
11	0,6
12	10,0
13	5,0
14	30,0
15	30,0
16	5,0
17	5,0
18	52,6
19	416,3
20	137,4
21	147,4
22	165,7
23	52,6
24	12,5
25	12,5
26	2,5
27	10,0
28	30,0

### Condizioni al contorno

Di seguito sono riportate le condizioni al contorno utilizzate per il calcolo della trasmittanza termica lineica:

Confine	T [°C]	Rs [m <sup>2</sup> K/W]
Contorno Esterno	2,50	0,04
Contorno Interno	20,00	0,13
Contorno Interno	20,00	0,17
Contorno Terreno	13,33	0,00

### LEGENDA

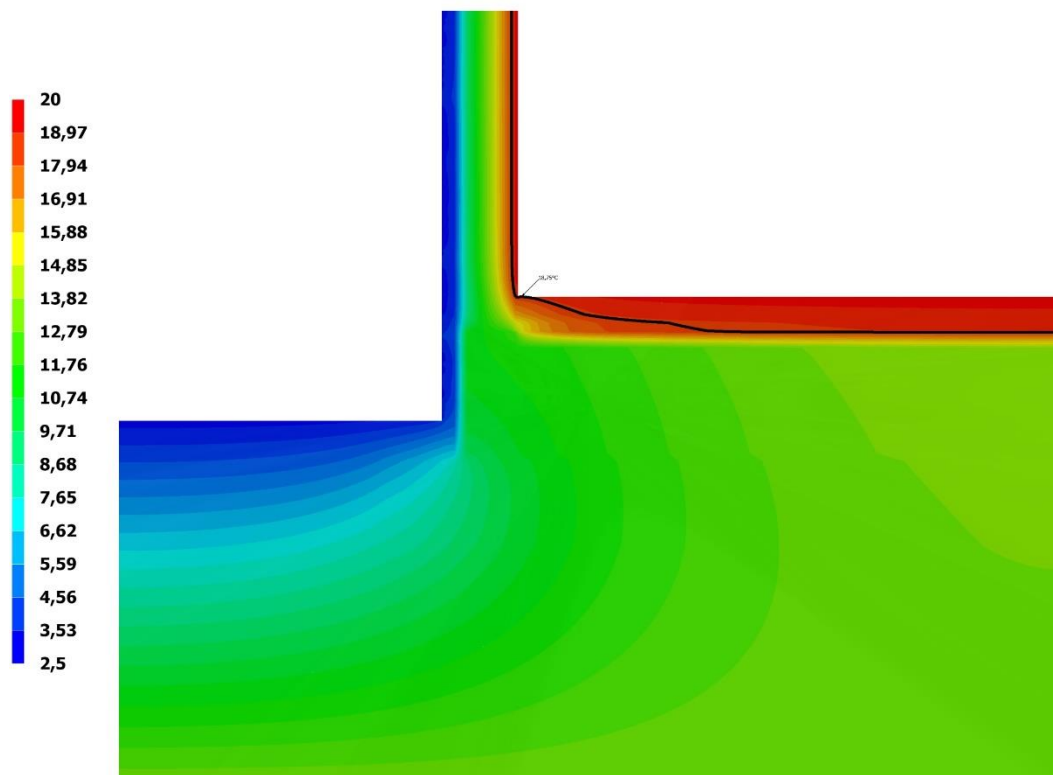
*T* Temperatura

*Rs* Resistenza superficiale

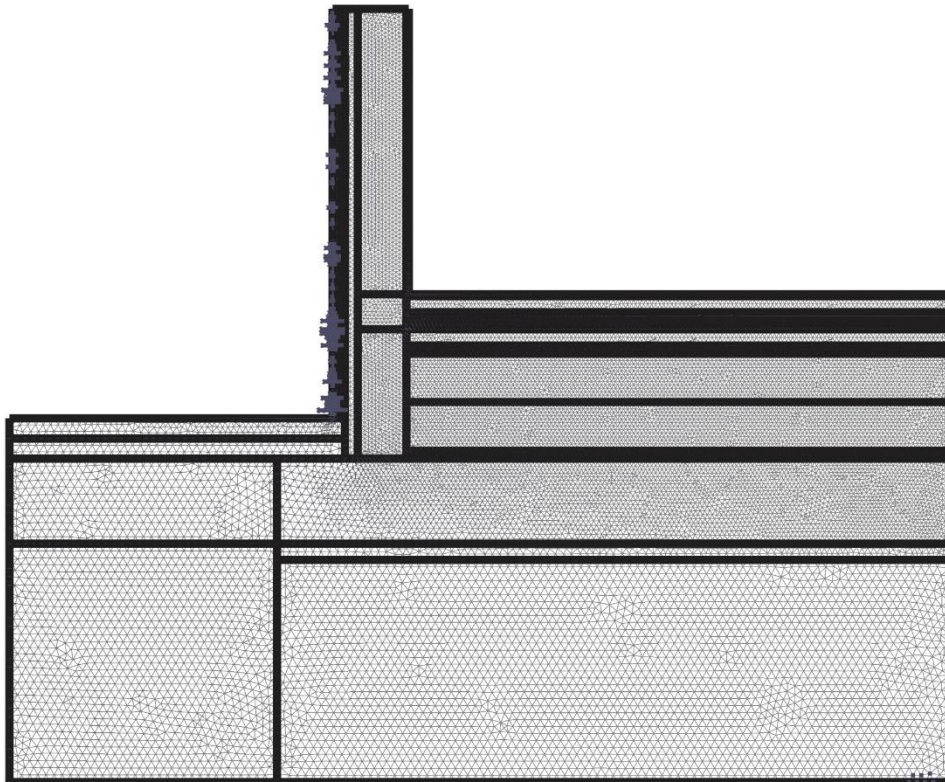
### Discretizzazione e curve di temperatura

Il calcolo numerico consiste nella risoluzione di un sistema di equazioni su *n* punti detti nodi, ovvero punti caratteristici di ciascuna cella in cui è suddiviso il modello geometrico. Di seguito è rappresentata la meshatura del ponte termico in esame, costituita da 33288 celle.

A seguito del calcolo si ha la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi e flussi termici







### **Risultati di calcolo**

Di seguito sono riportati i principali risultati di calcolo relativi al ponte termico:

Descrizione	Simbolo	Valore	U.M.
Flusso termico totale	$\phi$	29,363	W/m
Trasmittanza termica lineica interna	$\psi_{int}$	0,616	W/m K
Trasmittanza termica lineica esterna	$\psi_{est}$	0,259	W/m K
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	1,678	W/m K
Temperatura minima	$T_{min}$	18,750	°C

### **Verifica rischio formazione muffa**

La verifica del rischio di formazione di muffe è valutato secondo la UNI EN ISO 13788, utilizzando le seguenti impostazioni di calcolo:

---

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

Tipo di calcolo	<b>Temperatura interna e umidità</b>
Temperatura interna	<b>20,00 [°C]</b>
Umidità relativa interna	<b>65,00 [%]</b>

Dal calcolo risulta:

Mese critico	Dicembre
Temperatura minima formazione muffa (Tmin)	16,689 [°C]
Fattore di temperatura critico (f <sub>Rsi,max</sub> )	0,811 [-]
Trasmittanza per evitare muffa (Ucrit)	0,757 [W/m <sup>2</sup> K]
Resistenza per evitare muffa (Rcrit)	1,321 [m <sup>2</sup> K/W]
Fattore di temperatura critico (f <sub>Rsi</sub> )	0,929 [-]

**Il ponte termico è non soggetto a rischio di formazione di muffa. (f<sub>rs,i</sub> > f<sub>rs,i,max</sub>)**

Di seguito il dettaglio dei risultati anche degli altri mesi:

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
θ <sub>e</sub> [°C]	2,60	4,50	7,70	12,80	17,70	22,60	24,60	23,60	18,80	13,50	9,00	2,50
Φ <sub>e</sub> [%]	91,22	73,51	69,58	66,43	68,21	68,22	60,56	55,32	74,75	89,47	90,87	86,92
P <sub>vap,e</sub> [Pa]	672	619	731	982	1.381	1.871	1.873	1.611	1.622	1.384	1.043	636
P <sub>sat,e</sub> [Pa]	2,60	4,50	7,70	12,80	17,70	22,60	24,60	23,60	18,80	13,50	9,00	2,50
θ <sub>i</sub> [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Φ <sub>i</sub> [%]	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000
P <sub>vap,i</sub> [Pa]	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519	1.519
P <sub>sat,i</sub> [Pa]	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337	2.337
P <sub>sat</sub> (θ <sub>si</sub> ) [Pa]	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899
θ <sub>si,min</sub> [°C]	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69
f <sub>rsi,min</sub> [-]	0,81	0,79	0,73	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,70	0,81

**LEGENDA**

$\vartheta_e$	Temperatura esterna [°C]	$\vartheta_i$	Temperatura interna [°C]
UR <sub>e</sub>	Umidità relativa esterna [%]	UR <sub>i</sub>	Umidità relativa interna [%]
P <sub>vap,e</sub>	Pressione di vapore esterna [Pa]	P <sub>vap,i</sub>	Pressione di vapore interna [Pa]
P <sub>sat,e</sub>	Pressione di saturazione esterna [Pa]	P <sub>sat,i</sub>	Pressione di saturazione interna [Pa]
P <sub>sat</sub> ( $\vartheta_i$ )	Pressione superficiale minima [Pa]	$\vartheta_{si,min}$	Temperatura superficiale minima [°C]
F <sub>rsi,min</sub>	Fattore di temperatura [-]		

**10.4 ALLEGATO 4: VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE**

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

**Componenti verso esterno**

Codice	Descrizione	Confine	Condensa superficiale	Condensa interstiziale	Muffa
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	SUD	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	SUD	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	EST	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	EST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	EST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	EST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	SUD	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	NORD	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	NORD	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	EST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	EST	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	EST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	EST	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	SUD	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	EST	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	EST	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	NORD	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	EST	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_K1	P_E_K1	EST	Non presente	Non presente	Non presente
COP_UFF	COP_UFF	Esterno (Orizzontale)	Non presente	Non presente	Non presente

**Componenti verso ambienti non climatizzati**

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

<b>Codice</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Confine</b>	<b>Condensa superficiale</b>	<b>Condensa interstiziale</b>	<b>Muffa</b>
PAV_S2_flottante	PAV_S2_flottante	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S2_flottante	PAV_S2_flottante	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S2_flottante	PAV_S2_flottante	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S2_flottante	PAV_S2_flottante	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S1_Bagni	PAV_S1_Bagni	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S1_Bagni	PAV_S1_Bagni	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S1_Bagni	PAV_S1_Bagni	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S1_Bagni	PAV_S1_Bagni	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S1_Bagni	PAV_S1_Bagni	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S1_Bagni	PAV_S1_Bagni	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S2_flottante	PAV_S2_flottante	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S2_flottante	PAV_S2_flottante	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
P_caveau	P_caveau	Ambiente senza serramenti esterni e con almeno due pareti esterne	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S3_solaio	PAV_S3_solaio	Piano interrato o seminterrato senza finestre o serramenti esterni	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S3_solaio	PAV_S3_solaio	Piano interrato o seminterrato senza finestre o serramenti esterni	Non presente	Non presente	Non presente
P_caveau	P_caveau	Ambiente senza serramenti esterni e con almeno due pareti esterne	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S2_flottante	PAV_S2_flottante	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S3_solaio	PAV_S3_solaio	Piano interrato o seminterrato senza finestre o serramenti esterni	Non presente	Non presente	Non presente
P_E_M1	P_E_M1	Ambiente senza serramenti esterni e con almeno due pareti esterne	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S3_solaio	PAV_S3_solaio	Piano interrato o seminterrato senza finestre o serramenti esterni	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S2_flottante	PAV_S2_flottante	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S2_flottante	PAV_S2_flottante	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S2_flottante	PAV_S2_flottante	Controtterra	Non presente	Non presente	Non presente

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

PAV_S2_flottante	PAV_S2_flottante	Controterra	Non presente	Non presente	Non presente
PAV_S2_flottante	PAV_S2_flottante	Controterra	Non presente	Non presente	Non presente

**Ponti termici**

Codice	Descrizione	Confine	Muffa
PT1	Angolo 1	Esterno	Non presente
PT2	Angolo 1	Esterno	Non presente
PT3	Angolo 1	Esterno	Non presente
PT184	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT205	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT207	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT206	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT11	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT12	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT15	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT16	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT19	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT20	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT25	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT26	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT23	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT24	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT21	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT22	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT13	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT14	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT27	Angolo 1	Esterno	Non presente
PT28	Angolo 1	Esterno	Non presente
PT214	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT33	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT34	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT37	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT38	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT39	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT40	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT35	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT36	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT215	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT44	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT45	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT48	Copertura 1	Esterno	Non presente

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

PT49	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT46	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT47	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT216	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT54	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT58	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT59	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT56	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT57	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT208	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT64	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT65	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT62	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT63	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT209	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT68	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT69	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT70	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT71	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT72	Angolo 1	Esterno	Non presente
PT217	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT75	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT77	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT79	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT80	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT85	Angolo 1	Esterno	Non presente
PT87	Angolo 1	Esterno	Non presente
PT218	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT210	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT90	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT92	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT93	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT96	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT97	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT194	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT193	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT107	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT103	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT109	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT111	Angolo 1	Esterno	Non presente
PT219	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

PT114	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT116	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT220	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT127	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT221	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT131	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT211	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT222	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT135	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT136	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT137	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT139	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT140	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT141	Angolo 1	Esterno	Non presente
PT142	Angolo 1	Esterno	Non presente
PT212	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT223	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT224	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT145	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT147	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT148	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT149	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT150	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT151	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT152	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT153	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT154	Terreno 1	Esterno	Non presente
PT225	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT213	Infisso 1_4+20+4_argon	Esterno	Non presente
PT157	Copertura 1	Esterno	Non presente
PT158	Terreno 1	Esterno	Non presente

## 10.5 ALLEGATO 5: RIEPILOGO DEI PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO

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

Simbolo	Descrizione
$H'_T$	<i>Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie</i>
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	<i>Area solare equivalente estiva per unità di superficie</i>
$EP_{H,nd}$	<i>Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale</i>

TRATTA D  
 Relazione Tecnica "ex L.10"



Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

$EP_{C,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva
$EP_{W,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria
$\eta_H$	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione invernale
$\eta_C$	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione estiva
$\eta_W$	Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di acqua calda sanitaria
$EP_{x,nren}$	Indice di prestazione energetica non rinnovabile per il servizio energetico X
$EP_{x,ren}$	Indice di prestazione energetica rinnovabile per il servizio energetico X
$EP_{x,tot}$	Indice di prestazione energetica totale per il servizio energetico X
$EP_{al,nren}$	Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile
$EP_{al,ren}$	Indice di prestazione energetica globale rinnovabile
$EP_{al,tot}$	Indice di prestazione energetica globale
$FER_w$	Percentuale di copertura dei fabbisogni di acqua calda sanitaria
$FER_{al}$	Percentuale di copertura dei fabbisogni di riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento
X	Servizio energetico:
	H - Climatizzazione invernale      W - Acqua calda sanitaria      C - Climatizzazione estiva
	V - ventilazione meccanica      L - Illuminazione      T - trasporto

**Zona Climatizzata 1**

Indice	U.M.	Edificio reale	Edificio di riferimento
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,262	0,550
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	-	0,027	0,040
$EP_{H,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	13,47	24,44
$EP_{C,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	40,13	43,98
$EP_{W,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	2,26	2,26
$\eta_H$	-	1,433	0,708
$\eta_C$	-	3,117	2,025
$\eta_W$	-	1,087	0,668
$EP_{H,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,84	6,49
$EP_{H,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	8,56	28,04
$EP_{H,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	9,40	34,53
$EP_{W,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,03	0,21
$EP_{W,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	2,06	3,17
$EP_{W,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	2,08	3,39
$EP_{C,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	0,00
$EP_{C,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	12,87	21,72
$EP_{C,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	12,87	21,72
$EP_{V,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	5,10
$EP_{V,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	1,23
$EP_{V,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	6,33
$EP_{L,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	1,40	97,00

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Progetto Definitivo Tratta D  
**PROGETTO DEFINITIVO**

$EP_{L.ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	50,87	23,38
$EP_{L.tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	52,25	120,38
$EP_{al.nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	2,27	108,81
$EP_{al.ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	74,34	-49,17
$EP_{al.tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	76,61	59,64
$FER_w$	%	98,75	65,00
$FER_{al}$	%	96,41	65,00