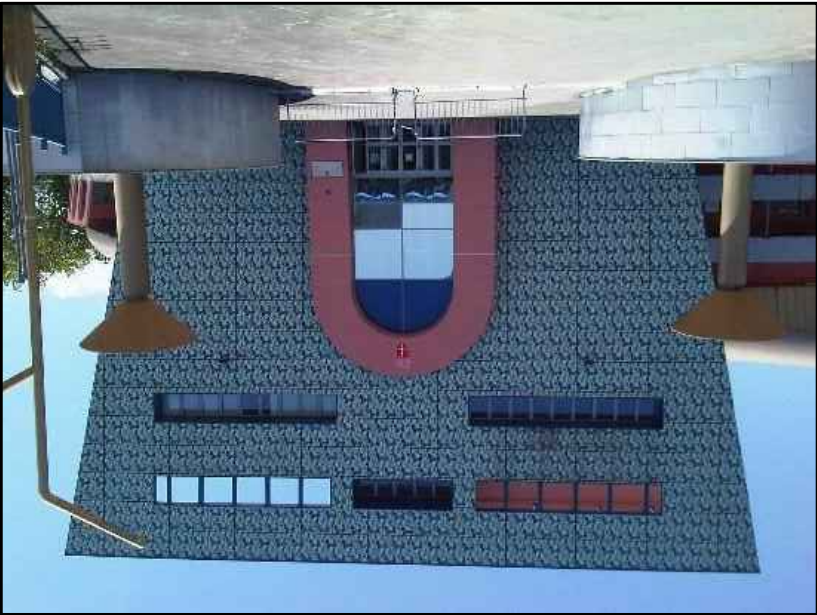


COMUNE DI TRIESTE



codice opera n.17140
PISCINA B. BIANCHI
INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E
MANUTENZIONE STRAORDINARIA ANNO 2017

COMMITTENTE:



Comune di Trieste
piazza Unità d'Italia 4
34121 Trieste
tel. 040/6751
www.comune.trieste.it
partita iva 00210240321

PROGETTISTA FIRMATARIO:
Ing. ANTONIO MASOLI



via Cicerone, 4 - 34133 TRIESTE + 040.3480740 - f 040.364430 - e info@simming.it

DOTT. ING. ANTONIO MASOLI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI TRIESTE
ISCRIZIONE ALL'ALBO N. 1744

| REV. | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|------------|-------------|-----------|------------|-----------|
| 0 | 18.04.2018 | Emissione | A. MASOLI | A. MASOLI | A. MASOLI |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

CODICE FILE
02_06_03_RT02_R00_L10_R100

CALCOLI DI RISPONDENZA LEGGE 10/91
VERIFICA ASSENZA FORMAZIONE DI MUFFA

RT02
Rev. 0

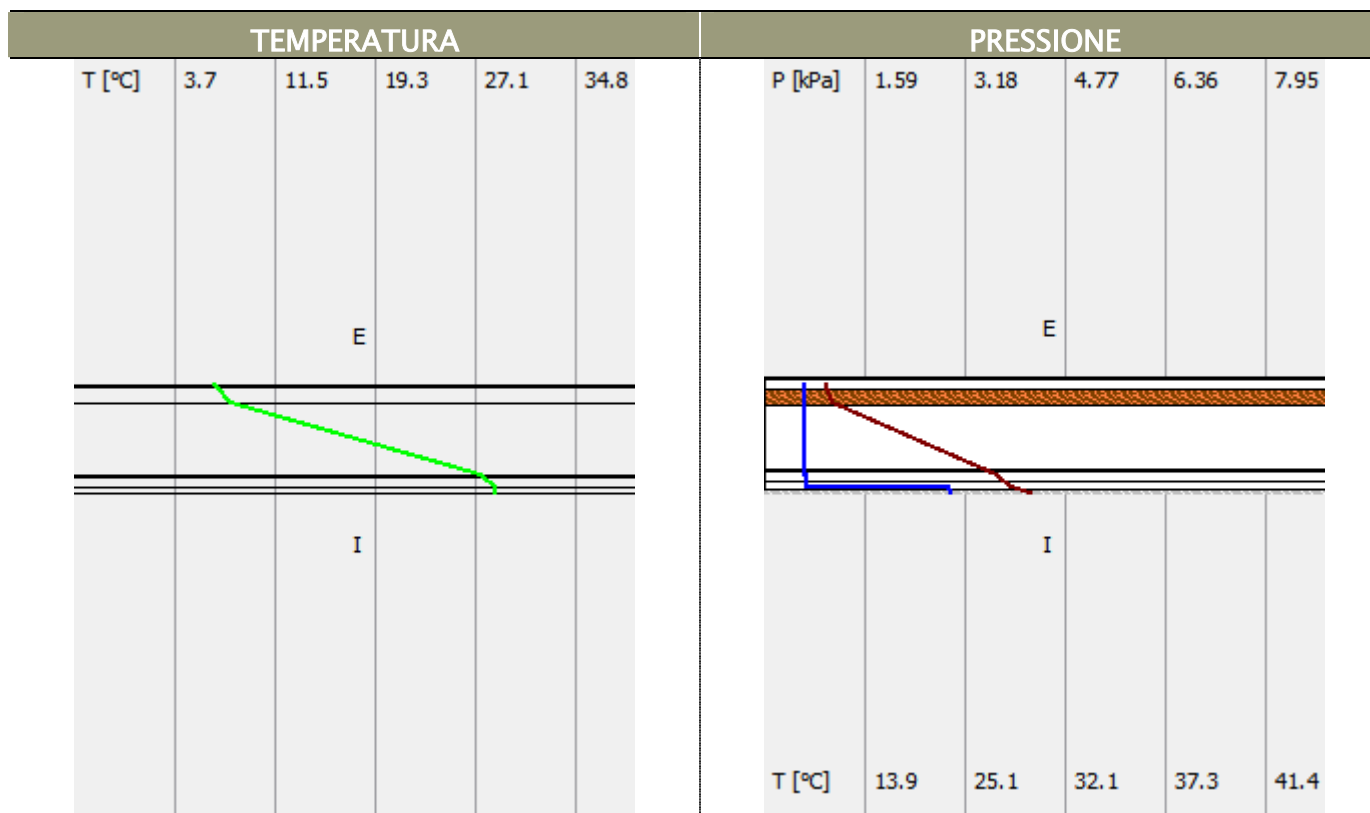
CODICE ELABORATO

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA DELLE STRUTTURE (UNI EN ISO 6946:2008)

GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

| DEFINIZIONE | SIMBOLO | UNITA' DI MISURA |
|---|-----------------|--------------------------|
| Massa volumica dello strato. Densità. | D | [kg/m ³] |
| Spessore | s | [cm] |
| Conduttività indicativa di riferimento | λ | [W/(m · K)] |
| Conduttività utile di calcolo | λ_m | [W/(m · K)] |
| Maggiorazione percentuale | m | [%] |
| Resistenza termica unitaria interna (inverso della conduttanza) | r | [(m ² · K)/W] |
| Differenza di temperatura tra le superfici che delimitano lo strato | dT | [°C] |
| Temperatura superficiale a valle dello strato | T _f | [°C] |
| Pressione di saturazione del vapore d' acqua | P _s | [kPa] |
| Resistenza al passaggio del vapore | μ | – |
| Resistenza al flusso di vapore dello strato | R _v | [m ² sPa/kg] |
| Differenza di pressione tra le superfici che delimitano lo strato | dP | [kPa] |
| Pressione parziale del vapor d' acqua | P _v | [kPa] |
| Massa areica dello strato | D _s | [kg/m ²] |
| Capacità termica massica del materiale dello strato | CT | [kJ/(kg · K)] |
| Capacità termica areica dello strato per variazione unitaria della temperatura ambiente | CT _s | [kJ/m ²] |

STRUTTURA: COPERTURA PISCINA PROGETTO



CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

| Ti | Te | U.R.(i) | U.R.(e) | Vento |
|------|------|---------|---------|-------|
| [°C] | [°C] | [%] | [%] | [m/s] |
| 30 | 6.6 | 70 | 66 | 0 |

STRATIGRAFIA



| Descrizione materiale | D | s | λ | m | λ_m | r | dT (*) | Tf | Ps | μ | Rv | dP | DS | Pv | CT | CTS |
|---|------|-----------|-----------|---|--------------------------|--------------|--------|------|------|----------------|-----------------|------|----------------|------|------|--------------|
| Aria ambiente | | | | | | | | 30 | 4.24 | | | | | | | |
| Strato liminare interno | | | | | | 0.250 | 1.4 | 28.6 | 3.91 | | | | | | | |
| Acciaio | 7800 | 1 | 52 | 0 | 52 | | 0 | 28.6 | 3.91 | 20000 00 | 106'65 5.0 | 0.06 | 78.00 | 2.91 | 0.45 | 34.06 |
| Acciaio zincato | 7860 | 0.08 | 52 | 0 | 52 | | 0 | 28.6 | 3.91 | 10000 00000 | 4'266' 210.0 | 2.26 | 6.29 | 0.65 | 0.45 | 2.75 |
| Argilla espansa Sfusa in granuli (380) | 380 | 1.5 | 0.09 | 0 | 0.09 | 0.167 | 0.9 | 27.7 | 3.71 | 2 | 0.2 | 0 | 5.70 | 0.65 | 1 | 5.42 |
| Membrana impermeabilizzante bituminosa | 1200 | 0.3 | 0.17 | 0 | 0.17 | 0.018 | 0.1 | 27.6 | 3.69 | 20000 | 320.0 | 0 | 3.60 | 0.65 | 1 | 3.42 |
| Membrana impermeabile traspirante per tetti | 388 | 0.08 | 0.22 | 0 | 0.22 | 0.004 | 0 | 27.6 | 3.68 | 118 | 0.5 | 0 | 0.31 | 0.65 | 1.7 | 0.50 |
| Alluminio | 2700 | 0.06 | 220 | 0 | 220 | | 0 | 27.6 | 3.68 | 20000 00 | 6'399. 3 | 0 | 1.62 | 0.65 | 0.96 | 1.48 |
| EPS 150 | 25 | 12 | 0.034 | 0 | 0.034 | 3.529 | 19.6 | 8 | 1.07 | 60 | 38.4 | 0 | 3.00 | 0.65 | 1.45 | 2.31 |
| Tavole a fibre orientate (OSB) | 650 | 2.5 | 0.13 | 0 | 0.13 | 0.192 | 1.1 | 7 | 1 | 50 | 6.7 | 0 | 16.25 | 0.65 | 1.7 | 14.02 |
| Membrana impermeabilizzante bituminosa | 1200 | 0.4 | 0.17 | 0 | 0.17 | 0.024 | 0.1 | 6.8 | 0.99 | 20000 | 426.6 | 0 | 4.80 | 0.65 | 1 | 2.42 |
| Alluminio | 2700 | 0.08 | 220 | 0 | 220 | | 0 | 6.8 | 0.97 | 20000 00 | 8'532. 4 | 0 | 2.16 | 0.64 | 0.96 | 1.05 |
| Strato liminare esterno | | | | | | 0.040 | 0.2 | 6.6 | 0.97 | | | | | | | |
| TOTALI: | | 18 | | | | 4.224 | | | | | | | 121.728 | | | 67.41 |
| Trasmittanza teorica: | | | | | [W/(m ² · K)] | | 0.245 | | | | | | | | | |
| Incremento di sicurezza (0[%]): | | | | | [W/(m ² · K)] | | 0.245 | | | | | | | | | |
| Arrotondamento: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trasmittanza adottata: | | | | | [W/(m ² · K)] | | 0.245 | | | | | | | | | |

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m² · K)/W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE

| | | |
|--|------------------------------|--------------------------|
| La struttura opaca è del tipo | Orizzontale/Inclinata | |
| Trasmittanza calcolata della struttura | 0.245 | [W/(m ² · K)] |
| Valore limite della trasmittanza | 0.260 | [W/(m ² · K)] |

STRUTTURA: COPERTURA PISCINA ESISTENTE

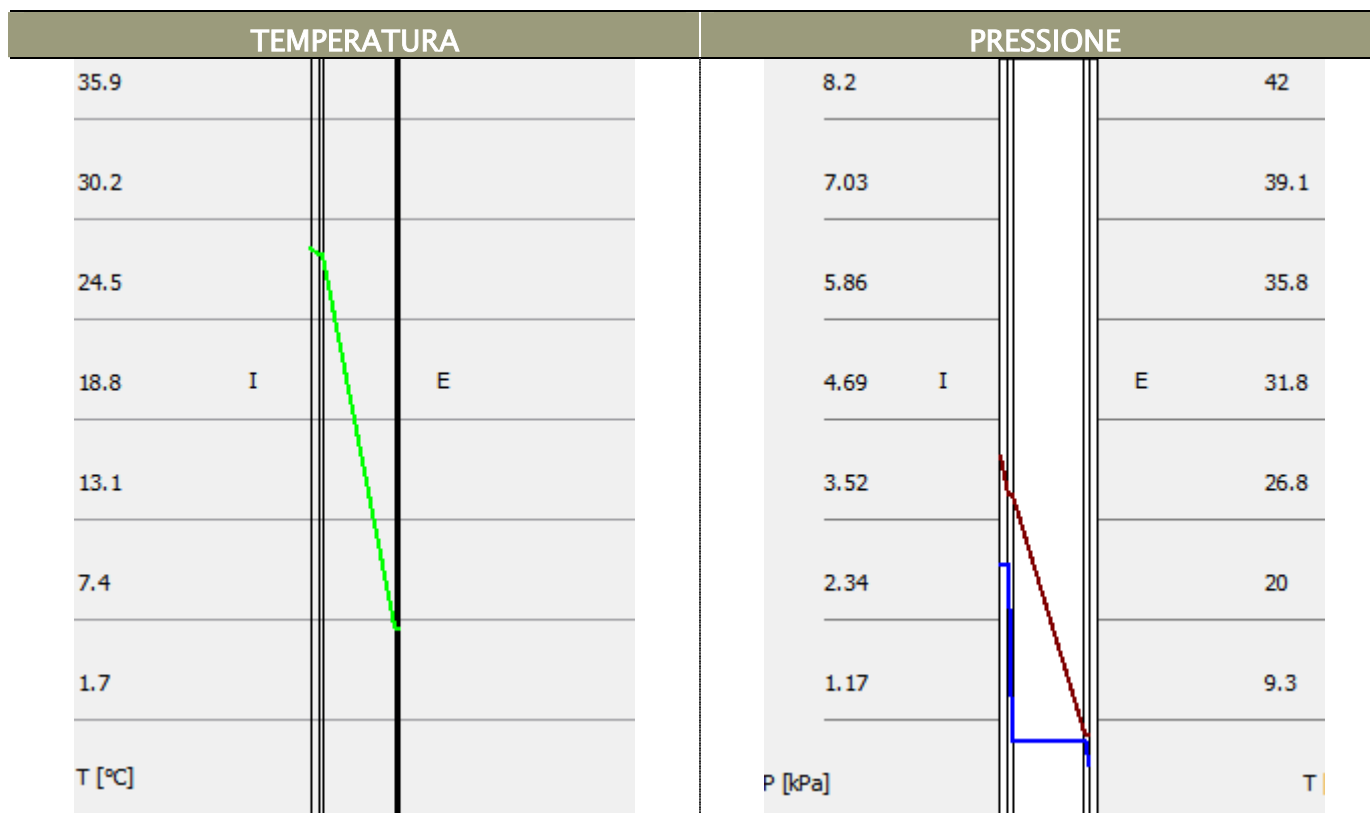
| TEMPERATURA | | | | | | PRESSIONE | | | | | |
|--|-----|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|
| T [°C] | 7.2 | 10.5 | 13.8 | 17.1 | 20.4 | P [kPa] | 1.59 | 3.18 | 4.77 | 6.36 | 7.95 |
|  | | | | | |  | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| E | | | | | | E | | | | | |
| I | | | | | | I | | | | | |
| T [°C] | | | | | | T [°C] | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

| STRATIGRAFIA | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|-------------|-----------|---|--------------------------|--------------|--------|------|------|----------------|-----------------|------|---------------|------|------|--------------|
| Descrizione materiale | D | s | λ | m | λ_m | r | dT (*) | Tf | Ps | μ | Rv | dP | DS | Pv | CT | CTS |
| Aria ambiente | | | | | | | | 30 | 4.24 | | | | | | | |
| Strato liminare interno | | | | | | 0.250 | 12.2 | 17.8 | 2.04 | | | | | | | |
| Acciaio | 7800 | 1 | 52 | 0 | 52 | | 0 | 17.8 | 2.03 | 20000 00 | 106'65 5.0 | 0.06 | 78.00 | 2.03 | 0.45 | 25.92 |
| Acciaio zincato | 7860 | 0.08 | 52 | 0 | 52 | | 0 | 17.8 | 2.03 | 10000 00000 | 4'266' 210.0 | 2.26 | 6.29 | 0.65 | 0.45 | 2.09 |
| Argilla espansa Sfusa in granuli (380) | 380 | 1.5 | 0.09 | 0 | 0.09 | 0.167 | 8.2 | 9.6 | 1.19 | 2 | 0.2 | 0 | 5.70 | 0.65 | 1 | 3.22 |
| Membrana impermeabilizzante bituminosa | 1200 | 0.3 | 0.17 | 0 | 0.17 | 0.018 | 0.9 | 8.7 | 1.13 | 20000 | 320.0 | 0 | 3.60 | 0.65 | 1 | 1.96 |
| Membrana impermeabile traspirante per tetti | 388 | 0.08 | 0.22 | 0 | 0.22 | 0.004 | 0.2 | 8.6 | 1.11 | 118 | 0.5 | 0 | 0.31 | 0.65 | 1.7 | 0.29 |
| Alluminio | 2700 | 0.06 | 220 | 0 | 220 | | 0 | 8.6 | 0.97 | 20000 00 | 6'399. 3 | 0 | 1.62 | 0.64 | 0.96 | 0.84 |
| Strato liminare esterno | | | | | | 0.040 | 2 | 6.6 | 0.97 | | | | | | | |
| TOTALI: | | 3.02 | | | | 0.479 | | | | | | | 95.518 | | | 34.31 |
| Trasmittanza teorica: | | | | | [W/(m ² · K)] | | 3.047 | | | | | | | | | |
| Incremento di sicurezza (0[%]): | | | | | [W/(m ² · K)] | | 3.047 | | | | | | | | | |
| Arrotondamento: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trasmittanza adottata: | | | | | [W/(m ² · K)] | | 3.047 | | | | | | | | | |

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m² · K)/W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

| CONFRONTO CON I VALORI LIMITE | | |
|--|--|---------------------------------------|
| La struttura opaca è del tipo | | Orizzontale/Inclinata |
| Trasmittanza calcolata della struttura | | 3.047 [W/(m ² · K)] |
| Valore limite della trasmittanza | | 0.260 [W/(m ² · K)] |

STRUTTURA: TAMPONATURA VERTICALE PROGETTO



CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

| Ti | Te | U.R.(I) | U.R.(e) | Vento |
|------|------|---------|---------|-------|
| [°C] | [°C] | [%] | [%] | [m/s] |
| 30 | 6.6 | 70 | 66 | 0 |

| STRATIGRAFIA | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-------------|-----------|--------------------------|-------------|--------------|--------|------|------|-------------|--------------|------|-------------|------|------|--------------|
| Descrizione materiale | D | s | λ | m | λ_m | r | dT (*) | Tf | Ps | μ | Rv | dP | DS | Pv | CT | CTS |
| Aria ambiente | | | | | | | | 30 | 4.24 | | | | | | | |
| Strato liminare interno | | | | | | 0.250 | 1.5 | 28.5 | 3.89 | | | | | | | |
| Pannello di cartongesso idrofugo | 750 | 1.2 | 0.21 | 0 | 0.21 | 0.057 | 0.4 | 28.1 | 3.8 | 4 | 0.3 | 0 | 9.00 | 2.97 | 0.84 | 7.25 |
| Foglio allum-plast. >0,08 mm | 2700 | 0.8 | 220 | 0 | 220 | | 0 | 28.1 | 3.8 | 20000 00 | 85'324 .2 | 2.06 | 21.60 | 0.91 | 0.96 | 19.90 |
| EPS 100 | 20 | 12 | 0.035 | 0 | 0.035 | 3.429 | 21.1 | 7 | 1 | 60 | 38.4 | 0 | 2.40 | 0.91 | 1.45 | 1.77 |
| Membrana impermeabilizzante bituminosa | 1200 | 0.4 | 0.17 | 0 | 0.17 | 0.024 | 0.1 | 6.8 | 0.99 | 20000 | 426.6 | 0.01 | 4.80 | 0.90 | 1 | 2.42 |
| Alluminio | 2700 | 0.1 | 220 | 0 | 220 | | 0 | 6.8 | 0.97 | 20000 00 | 10'665 .5 | 0.26 | 2.70 | 0.64 | 0.96 | 1.31 |
| Strato liminare esterno | | | | | | 0.040 | 0.2 | 6.6 | 0.97 | | | | | | | |
| TOTALI: | | 14.5 | | | | 3.800 | | | | | | | 40.5 | | | 32.66 |
| Trasmittanza teorica: | | | | [W/(m ² · K)] | | | 0.272 | | | | | | | | | |
| Incremento di sicurezza (0[%]): | | | | [W/(m ² · K)] | | | 0.272 | | | | | | | | | |
| Arrotondamento: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trasmittanza adottata: | | | | [W/(m ² · K)] | | | 0.272 | | | | | | | | | |

(*) Le differenze di temperatura nei vari strati sono ottenute con una resistenza termica superficiale interna di 0.25 [(m² · K)/W] come previsto da Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

| CONFRONTO CON I VALORI LIMITE | | |
|--|--|---------------------------------------|
| La struttura opaca è del tipo | | Verticale |
| Trasmittanza calcolata della struttura | | 0.272 [W/(m ² · K)] |
| Valore limite della trasmittanza | | 0.300 [W/(m ² · K)] |

**CALCOLO DELLA TEMPERATURA SUPERFICIALE E DELLA CONDENSA
INTERSTIZIALE DI STRUTTURE EDILIZIE
(UNI EN ISO 13788:2003)**

GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

| SIMBOLO | DEFINIZIONE | UNITÀ DI MISURA |
|-----------------|--|--------------------------|
| Ma | Massa di vapore per unità di superficie accumulata in corrispondenza di un'interfaccia | [kg/m ²] |
| R | Resistenza termica specifica | [(m ² · K)/W] |
| T | Temperatura | [°C] |
| Mu | Fattore di resistenza igroscopica | |
| FRsi | Fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna | |
| FRsi,min | Fattore di temperatura di progetto in corrispondenza alla superficie interna | |
| S | Spessore dello strato corrente | [cm] |

Copertura piscina PROGETTO

| Materiale | Mu | R | S |
|---|------------|--------------------------|----------------|
| | | [(m ² · K)/W] | [cm] |
| Acciaio | 2000000 | 0 | 1 |
| Acciaio zincato | 1000000000 | 0 | 0.08 |
| Argilla espansa Sfusa in granuli (380) | 2 | 0.167 | 1.5 |
| Membrana impermeabilizzante bituminosa | 20000 | 0.018 | 0.3 |
| Membrana impermeabile traspirante per tetti | 118 | 0.004 | 0.08 |
| Alluminio | 2000000 | 0 | 0.06 |
| EPS 150 | 60 | 3.529 | 12 |
| Tavole a fibre orientate (OSB) | 50 | 0.192 | 2.5 |
| Membrana impermeabilizzante bituminosa | 20000 | 0.024 | 0.4 |
| Alluminio | 2000000 | 0 | 0.08 |
| | | Totale: (*) | Totale: |
| Fattore di qualità = 0.9410 | | 4.073 | 18 |

(*) Nel calcolo della resistenza termica totale sono comprese le resistenze termiche degli strati liminari interno ed esterno definite in archivio.

La verifica igrometrica è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Risultati di calcolo

| Mese | Te | URe | Ti | Uri | Pe | Pi | Tmin | FRsi | Gc | Ma |
|-----------|------|-----|------|-----|-------|-------|------|--------|----------------------|----------------------|
| | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] | | [kg/m ²] | [kg/m ²] |
| Gennaio | 6.6 | 66 | 30 | 70 | 0.64 | 2.97 | 27.7 | 0.9010 | | |
| Febbraio | 7.1 | 71 | 30 | 70 | 0.72 | 2.96 | 27.7 | 0.8990 | | |
| Marzo | 10.1 | 66 | 30 | 60 | 0.81 | 2.53 | 27.7 | 0.8840 | | |
| Aprile | 13.9 | 62 | 30 | 48 | 0.99 | 2.05 | 27.7 | 0.8570 | | |
| Maggio | 19 | 67 | 30 | 39 | 1.46 | 1.63 | 27.7 | 0.7900 | | |
| Giugno | 22.9 | 59 | 30 | 39 | 1.64 | 1.64 | 27.7 | 0.6750 | | |
| Luglio | 24.9 | 62 | 30 | 46 | 1.96 | 1.96 | 27.7 | 0.5470 | | |
| Agosto | 24.6 | 56 | 30 | 41 | 1.73 | 1.73 | 27.7 | 0.5730 | | |
| Settembre | 21.5 | 64 | 30 | 39 | 1.64 | 1.64 | 27.7 | 0.7280 | | |
| Ottobre | 17.3 | 67 | 30 | 42 | 1.33 | 1.8 | 27.7 | 0.8180 | | |
| Novembre | 12.3 | 73 | 30 | 56 | 1.04 | 2.38 | 27.7 | 0.8700 | | |
| Dicembre | 8.1 | 72 | 30 | 67 | 0.78 | 2.84 | 27.7 | 0.8950 | | |

Verifiche normative

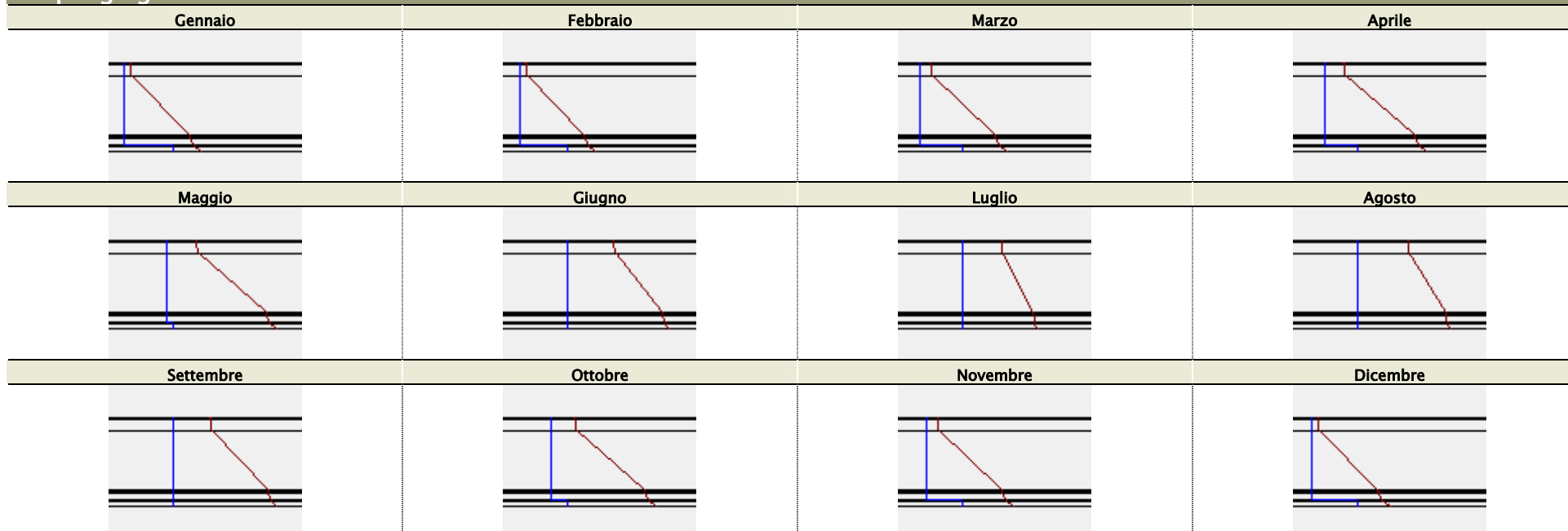
1) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m².

2) La quantità di condensato è limitata alla quantità rievaporabile.

3) La struttura **non** è soggetta a fenomeni di condensa superficiale

VERIFICA TERMOIGROMETRICA: ✓

Riepilogo grafico dei mesi



Copertura piscina ESISTENTE

| Materiale | Mu | R | S |
|---|------------|--------------------|----------------|
| | | [(m² · K) / W] | [cm] |
| Acciaio | 2000000 | 0 | 1 |
| Acciaio zincato | 1000000000 | 0 | 0.08 |
| Argilla espansa Sfusa in granuli (380) | 2 | 0.167 | 1.5 |
| Membrana impermeabilizzante bituminosa | 20000 | 0.018 | 0.3 |
| Membrana impermeabile traspirante per tetti | 118 | 0.004 | 0.08 |
| Alluminio | 2000000 | 0 | 0.06 |
| Fattore di qualità = 0.4770 | | Totale: (*) | Totale: |
| | | 0.328 | 3.02 |

(*) Nel calcolo della resistenza termica totale sono comprese le resistenze termiche degli strati liminari interno ed esterno definite in archivio.

La verifica igrometrica è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Risultati di calcolo

| Mese | Te | URe | Ti | Uri | Pe | PI | Tmin | FRsi | Gc | Ma |
|-----------|------|-----|------|-----|-------|-------|------|--------|---------|---------|
| | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] | | [kg/m²] | [kg/m²] |
| Dicembre | 8.1 | 72 | 30 | 67 | 0.78 | 2.84 | 27.7 | 0.8950 | 0.00002 | 0.00002 |
| Gennaio | 6.6 | 66 | 30 | 70 | 0.64 | 2.97 | 27.7 | 0.9010 | 0.00002 | 0.00004 |
| Febbraio | 7.1 | 71 | 30 | 70 | 0.72 | 2.96 | 27.7 | 0.8990 | 0.00002 | 0.00006 |
| Marzo | 10.1 | 66 | 30 | 60 | 0.81 | 2.53 | 27.7 | 0.8840 | | 0.00006 |
| Aprile | 13.9 | 62 | 30 | 48 | 0.99 | 2.05 | 27.7 | 0.8570 | | 0.00006 |
| Maggio | 19 | 67 | 30 | 39 | 1.46 | 1.63 | 27.7 | 0.7900 | | 0.00006 |
| Giugno | 22.9 | 59 | 30 | 39 | 1.64 | 1.64 | 27.7 | 0.6750 | | 0.00006 |
| Luglio | 24.9 | 62 | 30 | 46 | 1.96 | 1.96 | 27.7 | 0.5470 | | 0.00006 |
| Agosto | 24.6 | 56 | 30 | 41 | 1.73 | 1.73 | 27.7 | 0.5730 | | 0.00006 |
| Settembre | 21.5 | 64 | 30 | 39 | 1.64 | 1.64 | 27.7 | 0.7280 | | 0.00006 |
| Ottobre | 17.3 | 67 | 30 | 42 | 1.33 | 1.8 | 27.7 | 0.8180 | | 0.00006 |
| Novembre | 12.3 | 73 | 30 | 56 | 1.04 | 2.38 | 27.7 | 0.8700 | | 0.00006 |

Verifiche normative

- 1) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m².
- 2) La quantità di condensato **non è** limitata alla quantità rievaporabile.
- 3) La struttura **è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

VERIFICA TERMOIGROMETRICA: **X**

Riepilogo grafico dei mesi

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

Tamponatura verticale PROGETTO

| Materiale | Mu | R [(m² · K)/W] | S [cm] |
|--|---------|--------------------|----------------|
| | | | |
| Pannello di cartongesso idrofugo | 4 | 0.057 | 1.2 |
| Foglio allum-plast. >0,08 mm | 2000000 | 0 | 0.8 |
| EPS 100 | 60 | 3.429 | 12 |
| Membrana impermeabilizzante bituminosa | 20000 | 0.024 | 0.4 |
| Alluminio | 2000000 | 0 | 0.1 |
| Fattore di qualità = 0.9340 | | Totale: (*) | Totale: |
| | | 3.679 | 14.5 |

(*) Nel calcolo della resistenza termica totale sono comprese le resistenze termiche degli strati liminari interno ed esterno definite in archivio.
La verifica igrometrica è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Risultati di calcolo

| Mese | Te | URe | Ti | Uri | Pe | PI | Tmin | FRsi | Gc | Ma |
|------|----|-----|----|-----|----|----|------|------|----|----|
|------|----|-----|----|-----|----|----|------|------|----|----|

VERIFICA DELL' INERZIA TERMICA (UNI EN ISO 13786:2008)

| | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] | | [kg/m²] | [kg/m²] |
|-----------|------|-----|------|-----|-------|-------|------|--------|---------|---------|
| Gennaio | 6.6 | 66 | 30 | 70 | 0.64 | 2.97 | 27.7 | 0.9010 | | |
| Febbraio | 7.1 | 71 | 30 | 70 | 0.72 | 2.96 | 27.7 | 0.8990 | | |
| Marzo | 10.1 | 66 | 30 | 60 | 0.81 | 2.53 | 27.7 | 0.8840 | | |
| Aprile | 13.9 | 62 | 30 | 48 | 0.99 | 2.05 | 27.7 | 0.8570 | | |
| Maggio | 19 | 67 | 30 | 39 | 1.46 | 1.63 | 27.7 | 0.7900 | | |
| Giugno | 22.9 | 59 | 30 | 39 | 1.64 | 1.64 | 27.7 | 0.6750 | | |
| Luglio | 24.9 | 62 | 30 | 46 | 1.96 | 1.96 | 27.7 | 0.5470 | | |
| Agosto | 24.6 | 56 | 30 | 41 | 1.73 | 1.73 | 27.7 | 0.5730 | | |
| Settembre | 21.5 | 64 | 30 | 39 | 1.64 | 1.64 | 27.7 | 0.7280 | | |
| Ottobre | 17.3 | 67 | 30 | 42 | 1.33 | 1.8 | 27.7 | 0.8180 | | |
| Novembre | 12.3 | 73 | 30 | 56 | 1.04 | 2.38 | 27.7 | 0.8700 | | |
| Dicembre | 8.1 | 72 | 30 | 67 | 0.78 | 2.84 | 27.7 | 0.8950 | | |

Verifiche normative

1) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m².

2) La quantità di condensato **è** limitata alla quantità rievaporabile.

3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

VERIFICA TERMOIGROMETRICA: **✓**



RELAZIONE TECNICA

Calcolo numerico dell'energia trasmessa attraverso le strutture edilizie interessate da ponti termici e verifica del rischio di formazione delle muffe.

La valutazione deriva da una simulazione numerica agli elementi finiti; in questo modo vengono calcolati ed elencati i flussi termici su ogni elemento e il flusso termico totale, le temperature interne e le temperature superficiali, le trasmittanze termiche dei singoli elementi, il coefficiente di accoppiamento termico e la trasmittanza termica lineica del ponte termico.

Per la valutazione del rischio di formazione delle muffe viene evidenziata la minima temperatura superficiale sulla faccia interna, la temperatura critica, il fattore di temperatura critico $f_{RSi,max}$ e il mese critico.

Alla fine del calcolo viene evidenziato se il ponte termico è corretto e se il ponte termico è soggetto o no al rischio di formazione delle muffe.

Metodologia di calcolo

Il metodo di calcolo agli elementi finiti, secondo quanto previsto dalla norma **UNI EN ISO 10211**, permette di ricavare le trasmittanze termiche lineari e le temperature superficiali.

Si basa sui seguenti presupposti:

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

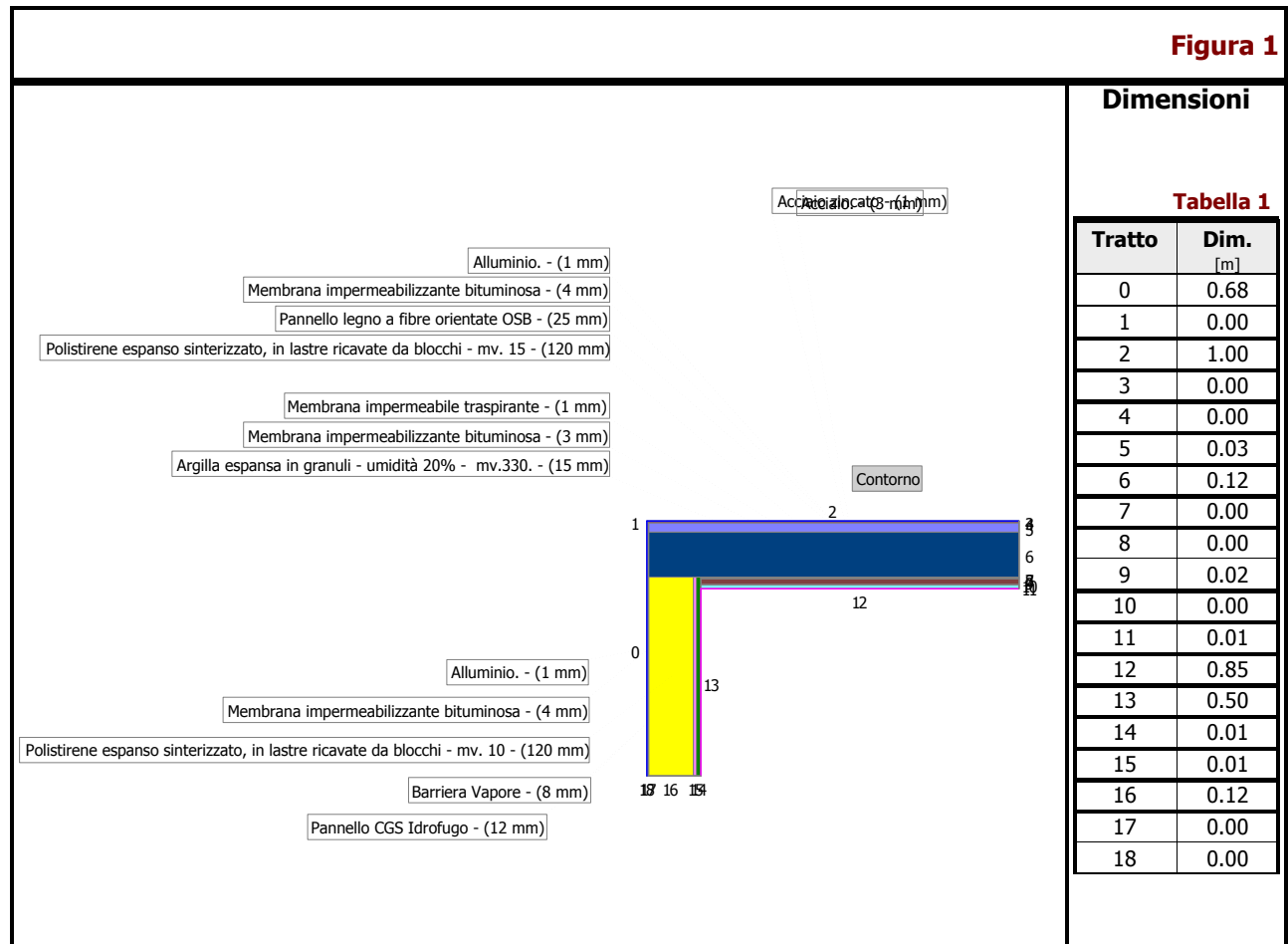
Il metodo numerico utilizzato è validato secondo quanto previsto dall'*Appendice A* della norma stessa, in quanto:

- a) fornisce le temperature e i flussi termici;
- b) consente di calcolare le temperature ed i flussi termici in posizioni diverse da quelle indicate nella norma la suddivisione in nodi;
- c) calcola la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici due volte, per n nodi (o celle) e per $2n$ nodi (o celle). La differenza tra questi due risultati è sempre minore dell'1%;
- d) itera il calcolo fino a quando 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 con la **UNI EN ISO 13788**.

Dimensioni geometriche

Nella tabella a destra sono riportate le dimensioni, espresse in m, di tutti i tratti di confine contrassegnati dalle etichette.



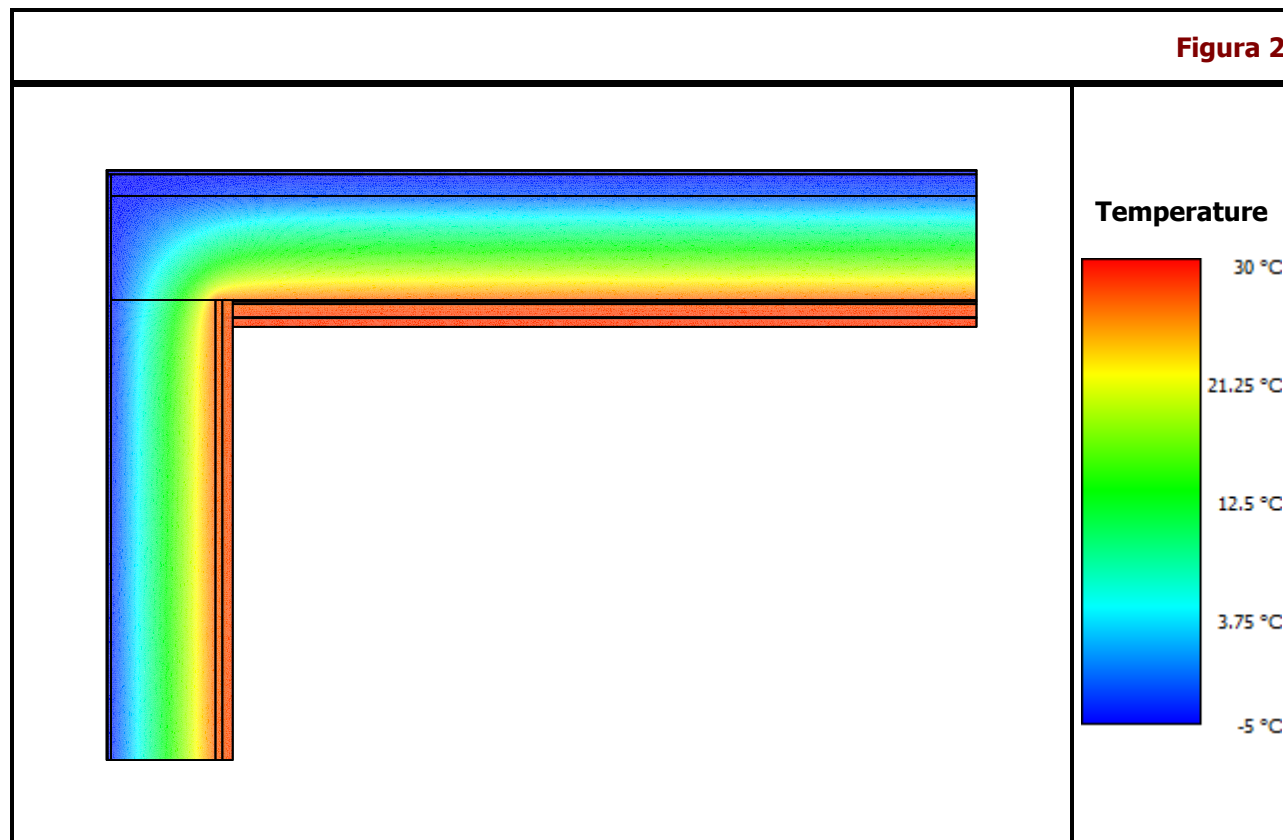
Curve di temperatura

La figura 2 riporta la rappresentazione delle curve di livello del ponte termico calcolato.

Nella tabella sulla destra è riportata la scala cromatica relativa all'intervallo di temperatura definito sul contorno.

Le temperature minime e massime fanno riferimento alle temperature calcolate sulle facce, al confine con l'ambiente interno e quello esterno, tenendo conto anche dello scambio termico convettivo.

Le curve sono definite con un passo di 0.25 °C.



Condizioni al contorno esterne - Dati climatici

Nella tabella seguente sono riportati i dati climatici, in termini di temperature e umidità relative, utilizzati per la valutazione della temperatura e del mese critico per la formazione di muffe sulle superfici interne

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T[°C] | 6.6 | 7.1 | 10.1 | 13.9 | 19.0 | 22.9 | 24.9 | 24.6 | 21.5 | 17.3 | 12.3 | 8.1 |
| UR[%] | 66.1 | 71.3 | 65.6 | 62.4 | 66.5 | 58.9 | 62.4 | 56.1 | 64.1 | 67.4 | 72.9 | 72.0 |

Condizioni al contorno interne - Calcolo della trasmittanza

Nella tabella seguente sono elencate tutte le zone di confine con le relative temperature e adduttanze. Per poter eseguire il calcolo è necessario definire almeno un ambiente INTERNO e uno ESTERNO: il calcolo della trasmittanza termica lineica è effettuato a partire dell'ambiente INTERNO.

Tabella 2

| Zone | btr | Temperatura [°C] |
|--|-----|---------------------|
| ESTERNO | - | -5.00 |
| INTERNO (rispetto al quale si calcola il PT) | - | 30.00 |

Condizioni al contorno interne - Valutazione rischio formazione muffe

Nella tabella seguente sono elencate le temperature e umidità relative della zona interna.

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T[°C] | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 |
| UR[%] | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 |

Caratteristiche termiche materiali

Nella tabella seguente è proposto l'elenco di tutti i materiali utilizzati per la struttura del ponte con il relativo valore di conduttività termica.

Tabella 3

| Materiale | Conducibilità termica [W/mK] |
|---|---------------------------------|
| Argilla espansa in granuli - umidità 20% - mv.330. - (15 mm) | 0.1350 |
| Polistirene espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi - mv. 15 - (120 mm) | 0.0473 |
| Pannello legno a fibre orientate OSB - (25 mm) | 0.1300 |

Tabella 3

| Materiale | Conducibilità termica [W/mK] |
|---|--|
| Membrana impermeabilizzante bituminosa - (4 mm) | 0.1700 |
| Alluminio. - (1 mm) | 220.0000 |
| Barriera Vapore - (8 mm) | 220.0000 |
| Polistirene espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi - mv. 10 - (120 mm) | 0.0561 |
| Membrana impermeabilizzante bituminosa - (4 mm) | 0.1700 |
| Alluminio. - (1 mm) | 220.0000 |
| Membrana impermeabile traspirante - (1 mm) | 0.2200 |
| Membrana impermeabilizzante bituminosa - (3 mm) | 0.1700 |
| Pannello CGS Idrofugo - (12 mm) | 0.2100 |
| Acciaio zincato - (1 mm) | 52.0000 |
| Acciaio. - (3 mm) | 52.0000 |

Caratteristiche terreno

La tabella seguente riporta le caratteristiche del TERRENO, se presente.

La valutazione del coefficiente di scambio termico dei pavimenti su terreno è fatta in accordo alla *UNI EN ISO 13370*.

Tabella 4

| Descrizione | Simbolo | Valore | Unità di misura |
|--|----------------|---------------|------------------------|
| Conducibilità termica | k | 1.5000 | [W/mK] |
| Dimensione caratteristica | B' | 0.00 | [m] |
| Spessore equivalente | dt | 0.00 | [m] |
| Trasmittanza equivalente del pavimento | Ug | 0.00 | [W/m²K] |

Dimensione caratteristica $B' = (2 * \text{Area pavimento}) / \text{Perimetro pavimento}$

Flussi termici

Nella tabella seguente, per ogni confine del ponte termico, viene visualizzato il flusso termico con la zona di confine e l'adduttanza relativa di ogni faccia.

Tabella 5

| Facciata | Zona associata | Flusso [W/m] | Adduttanza [W/m ² K] |
|----------|--|-----------------|------------------------------------|
| 0 | ESTERNO | -8.13 | 25.0 |
| 1 | ESTERNO | 0.00 | 25.0 |
| 2 | ESTERNO | -10.34 | 25.0 |
| 12 | INTERNO (rispetto al quale si calcola il PT) | 10.34 | 7.7 |
| 13 | INTERNO (rispetto al quale si calcola il PT) | 8.12 | 7.7 |

Risultati finali - Calcolo della trasmittanza termica lineica

Nella tabella finale sono riportati i valori di calcolo relativi alla struttura completa.

Il risultato della simulazione numerica è il flusso termico (**F**) che attraversa la struttura, espresso in W/m, dovuto alla differenza di temperatura fra l'ambiente INTERNO e l'ambiente ESTERNO.

Il flusso termico equivalente (**F_{spt}**), espresso sempre in W/m, relativo alla struttura senza ponte termico, è stato valutato facendo riferimento alla stessa differenza di temperatura fra interno ed esterno e alla lunghezza equivalente (**L**) definita per il confronto.

Dalla differenza fra questi due valori vengono calcolati la trasmittanza termica lineica (**k_l**) e il coefficiente di accoppiamento (**L_{2D}**).

Tabella 6

| U [W/mK] | Lungh. associata [mm] |
|-------------|--------------------------|
| 0.33 | 0.93 |
| 0.42 | 0.59 |

Tabella 7

| Descrizione | Simbolo | Valore | Unità di misura |
|--------------------------------------|------------------|--------|-----------------|
| Trasmittanza termica lineica | k _l | -0.02 | [W/mK] |
| Flusso termico totale | F | 18.47 | [W/m] |
| Coefficiente di accoppiamento | L _{2D} | 0.53 | [W/mK] |
| Lunghezza equivalente | L | 1.52 | [m] |
| Flusso termico (senza ponte termico) | F _{spt} | 19.31 | [W/m] |

Verifica rischio formazione muffe

Nella tabella finale sono riportati i valori mensili per la valutazione del mese critico, del fattore di temperatura critico e della temperatura critica, come previsto dalla **UNI EN ISO 13788**.

| | | | |
|--------------------------------|---------------|------|-------|
| Fattore di temperatura critico | $f_{RSi,max}$ | [-] | 0.9 |
| Temperatura formazione muffa | T_{min} | [°C] | 27.69 |

Dalla valutazione risulta:

- mese critico: **Gennaio**

- temperatura minima sulla faccia interna: **28.54°C**

Il ponte termico non è soggetto a rischio di formazione muffe.

| | condizioni esterne | | condizioni interne | | $p_{sat}(\theta_i)$ | p_i | $p_{sat}(\theta_{si})$ | $T_{si,min}$ | f_{RSi} |
|------------|--------------------|----------|--------------------|----------|---------------------|-------|------------------------|--------------|-----------|
| | T_e | ϕ_e | T_i | ϕ_i | | | | | |
| Gen | 6.6 | 66.1% | 30.0 | 70% | 4241 | 2968 | 2968 | 27.69 | 0.9 |
| Feb | 7.1 | 71.3% | 30.0 | 70% | 4241 | 2968 | 2968 | 27.69 | 0.9 |
| Mar | 10.1 | 65.6% | 30.0 | 70% | 4241 | 2968 | 2968 | 27.69 | 0.88 |
| Apr | 13.9 | 62.4% | 30.0 | 70% | 4241 | 2968 | 2968 | 27.69 | 0.86 |
| Mag | 19.0 | 66.5% | 30.0 | 70% | 4241 | 2968 | 2968 | 27.69 | 0.79 |
| Giu | 22.9 | 58.9% | 30.0 | 70% | 4241 | 2968 | 2968 | 27.69 | 0.67 |
| Lug | 24.9 | 62.4% | 30.0 | 70% | 4241 | 2968 | 2968 | 27.69 | 0.55 |
| Ago | 24.6 | 56.1% | 30.0 | 70% | 4241 | 2968 | 2968 | 27.69 | 0.57 |
| Set | 21.5 | 64.1% | 30.0 | 70% | 4241 | 2968 | 2968 | 27.69 | 0.73 |
| Ott | 17.3 | 67.4% | 30.0 | 70% | 4241 | 2968 | 2968 | 27.69 | 0.82 |
| Nov | 12.3 | 72.9% | 30.0 | 70% | 4241 | 2968 | 2968 | 27.69 | 0.87 |
| Dic | 8.1 | 72% | 30.0 | 70% | 4241 | 2968 | 2968 | 27.69 | 0.89 |

LEGENDA

| | | |
|------------------------|---|------|
| T_e | Temperatura esterna media mensile | [°C] |
| ϕ_e | Umidità relativa esterna media mensile | [%] |
| T_i | Temperatura interna media mensile | [°C] |
| ϕ_i | Umidità relativa interna media mensile | [%] |
| $p_{sat}(\theta_i)$ | Pressione di saturazione interna | [Pa] |
| p_i | Pressione di vapore interna | [Pa] |
| $p_{sat}(\theta_{si})$ | Pressione di saturazione interna minima accettabile | [Pa] |
| $T_{si,min}$ | Temperatura superficiale minima accettabile | [°C] |
| f_{RSi} | Fattore di temperatura | [-] |

Ponte termico corretto

Definizione:

Ponte termico corretto è quando la trasmittanza termica della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

Allegato A (art. 2) del **D.Lgs. 192/2005**

Il ponte termico è corretto.

Elenco firmatari

ATTO SOTTOSCRITTO DIGITALMENTE AI SENSI DEL D.P.R. 445/2000 E DEL D.LGS. 82/2005 E SUCCESSIVE MODIFICHE E INTEGRAZIONI

Questo documento è stato firmato da:

NOME: DE WALDERSTEIN ANDREA
CODICE FISCALE: DWLNDR66E20E125S
DATA FIRMA: 01/06/2018 12:10:09
IMPRONTA: C9A1B3621B19DD3F39AC582AD1D03CD769E61E984450E93C80FC47391893FFB8
69E61E984450E93C80FC47391893FFB8142F4677DD105680F907A95BBCA10FCC
142F4677DD105680F907A95BBCA10FCCB991C3CE9B496A7893C84066880F42BE
B991C3CE9B496A7893C84066880F42BE2F19ECA3EC8184E435831998F4F58DE3

NOME: LORENZUT FABIO
CODICE FISCALE: LRNFBA59T27E098E
DATA FIRMA: 05/06/2018 09:42:25
IMPRONTA: A7A4DA70AC1C89F16900FC59577480068DC1D9502E1B39EA00F39FD9007BCBB5
8DC1D9502E1B39EA00F39FD9007BCBB5C213452038977D7A8A258875A4BB828F
C213452038977D7A8A258875A4BB828F83E18651D0339E52978134199E7AE53D
83E18651D0339E52978134199E7AE53D24DCA88704ED8D9412119E9387DA03C4

NOME: POLIDORI PAOLO
CODICE FISCALE:
DATA FIRMA: 06/06/2018 09:26:50
IMPRONTA: 4AAA16EBB78A1E88899A385682F747AA5F4A4BCCB179779D478E4A582E68AB07
5F4A4BCCB179779D478E4A582E68AB07505C5ECB5B06739239410FF97DB4AA20
505C5ECB5B06739239410FF97DB4AA2006FD173597F71DCD7A6FFD8739A05B01
06FD173597F71DCD7A6FFD8739A05B01B1E00D7A370278D5BCBBEDB7EB106C5E