

**Comune di Villongo**  
Settore Lavori Pubblici

**PALAZZO MUNICIPALE**  
Progetto definitivo/esecutivo  
Opere di miglioramento sismico



via Roma n° 41



Parte d'opera: **Palazzo Municipale**

Titolo documento:  
Relazione tecnica di cui all'art. 28 della legge n°10 del  
09/01/1991

CODICE ELABORATO				
progetto	fase	categoria	sottocategoria	numero progressivo
P	M	P	E	M E C R E L 0 0 2

Progettista:



Per. Ind. Paolo Alberto Ravelli  
Collegio dei Per. Ind. di BG n° 1384  
Via Duca d'Aosta,93  
24058 Romano di L.dia (Bg)  
tel/fax 0363.901520  
info@studioravelli.it www.studioravelli.it

**Revisioni**

Rev.	Data	Oggetto

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

**RELAZIONE TECNICA DI CUI AL PUNTO 4.8 DELL'ALLEGATO 1 DEL DECRETO ATTUATIVO DELLA DGR 3868 DEL 17.7.2015 e s.m.i**

***Intervento di riqualificazione energetica su parte dell'involucro opaco e trasparente***

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

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

**INFORMAZIONI GENERALI**

Comune di Villongo Provincia BG

Progetto per la realizzazione di

Riqualificazione energetica dell'involucro opaco e trasparente, intervento <25% della superficie disperdente dell'edificio

Edificio pubblico

Edificio ad uso pubblico

Sito in Villongo (Bg) Via Roma, 41

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

**E.2 Palazzo Municipale**

**Soggetti coinvolti**

Committente Comune di Villongo

Progettista dell'isolamento termico dell'edificio Per Ind Paolo Alberto Ravelli

## PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) GG	2437
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.) K	268,3
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	304,3

### Informazioni generali e prescrizioni

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

Se "si" descrivere le principali caratteristiche:

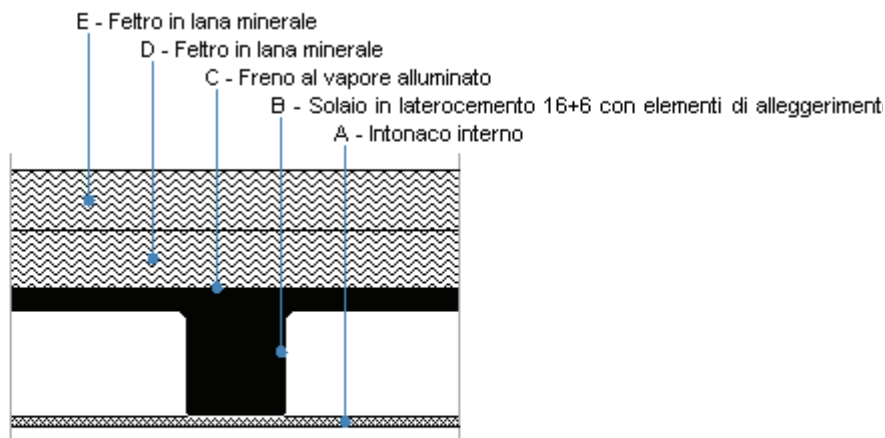
Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:

Non possibile in quanto edificio vincolato secondo art 3.3 a) DGR n.18546. Si è proceduto nell'inserire nello strato finale sottotegola, telo riflettente

**Di seguito si espongono le strutture oggetto di intervento di riqualificazione energetica, e la verifica dei requisiti minimi imposti dalla normativa energetica sopra richiamata**

## INTERVENTO SU SUPERFICIE OPACA

### SOL1 Solaio di copertura piano primo solaio in laterocemento



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

#### DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: SOL1 Solaio di copertura piano primo solaio in laterocemento

Note:

Tipologia:	<u>Soffitto</u>	Disposizione:	<u>Orizzontale</u>
Verso:	<u>Zona non riscaldata</u>	Spessore:	<u>440,1 mm</u>
Trasmittanza U:	0,181 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	5,525 (m <sup>2</sup> K)/W
Massa superf.:	399 Kg/m <sup>2</sup>	Colore:	Chiaro
Area:	- m <sup>2</sup>		

#### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m <sup>2</sup> K)/W]	Densità ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ <sub>a</sub> [-]	Fattore μ <sub>u</sub> [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1.400	1,00	11,1	11,1
B	Solaio in laterocemento 16+6 con elementi di alleggerimento in opera-	220,0	0,743	0,296	1.800	1,00	10,0	5,0
C	Freno al vapore alluminato	0,1	0,220	0,000	289	1,70	6.666. 667,0	6.666. 667,0
D	Feltro in lana minerale	100,0	0,040	2,500	14	1,03	1,0	1,0
E	Feltro in lana minerale	100,0	0,040	2,500	14	1,03	1,0	1,0
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
	TOTALE	440,1		5,525				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m<sup>2</sup>K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 10,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,100 (m<sup>2</sup>K)/W

#### VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	<u>Villongo</u>	Zona climatica:	<u>E</u>
Trasmittanza della struttura U:	0,181 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	0,240 W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

**CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI**

Comune:	<b>Villongo</b>	Tipo di calcolo:	<b>Classi di concentrazione</b>
Verso:	<b>Zona non riscaldata</b>	Coeff. di correzione $b_{tr,x}$ :	<b>0,9</b>
Classe di edificio:	Edifici con indice di affollamento non noto	Volume interno V:	- m <sup>3</sup>
Produz. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna $T_i$ °C	Umidità relativa interna $\phi_i$ %	Temperatura esterna $T_e$ °C	Umidità relativa esterna $\phi_e$ %	Ricambio d'aria n 1/h
gennaio	20,0	-	4,7	90,0	0,5
febbraio	20,0	-	6,8	79,0	0,5
marzo	20,0	-	9,8	78,2	0,5
aprile	20,0	-	12,5	78,1	0,5
maggio	18,0	-	17,1	73,2	0,5
giugno	21,9	-	21,7	79,0	0,5
luglio	22,8	-	22,5	80,8	0,5
agosto	22,0	-	21,8	83,8	0,5
settembre	20,0	-	18,2	70,9	0,5
ottobre	20,0	-	13,8	92,9	0,5
novembre	20,0	-	8,8	94,3	0,5
dicembre	20,0	-	5,2	83,3	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna $\theta_i$ °C	Pressione parziale interna $p_i$ Pa	Temperatura esterna $\theta_e$ °C	Pressione parziale esterna $p_e$ Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	4,70	768,40
ESTIVA	22,80	1.770,60	22,50	2.201,00

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 418,236 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m <sup>2</sup> (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 418,236 Pa.

**VERIFICA FORMAZIONE MUFFE SUPERFICIALI****CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE ED ESTERNE**

Mese	Temperatura esterna $T_e$ °C	Pressione esterna $P_e$ Pa	Variazione di pressione $\Delta P$ Pa	Pressione interna $P_i$ Pa	Temperatura interna $T_i$ °C	Umidità relativa interna $\phi_i$ %
ottobre	13,8	1465,14	320,1	1785,24	20	93
novembre	8,8	1067,52	497,6	1565,12	20	94
dicembre	5,2	736,46	625,4	1361,86	20	83
gennaio	4,7	768,4	643,15	1411,55	20	90
febbraio	6,8	780,26	568,6	1348,86	20	79
marzo	9,8	946,97	462,1	1409,07	20	78
aprile	12,5	1131,43	366,25	1497,68	20	78

**CALCOLO DEL FATTORE DI RISCHIO**

La verifica della formazione di muffa è eseguita in maniera conforme a quanto riportato nella norma UNI EN ISO 13788

Mese	Temperatura superficiale critica $T_{si-critica}$ °C	Fattore di rischio ammissibile $f_{rsi-amm}$ -
ottobre	19,26	0,8801
novembre	17,16	0,7464
dicembre	14,98	0,6609
gennaio	15,54	0,7084
febbraio	14,83	0,6085
marzo	15,51	0,5599
aprile	16,47	0,5288

**Riepilogo dei risultati:**

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale  $f_{Rsj}$ : 0,8801 (mese di Ottobre)

Fattore di resistenza superficiale ammissibile massimo  $f_{RsiAmm}$ : 0,9765

ESITO VERIFICA DI MUFFA: OK

**PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE**

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.411,5	1.348,9	1.409,1	1.497,7	1.629,6	2.089,3	2.212,3	2.223,6	1.644,9	1.785,2	1.565,1	1.361,9
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.062,8	2.626,3	2.774,0	2.642,4	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.411,3	1.348,7	1.408,9	1.497,6	1.629,5	2.089,3	2.212,2	2.223,6	1.644,9	1.785,1	1.565,0	1.361,7
	2.285,9	2.292,9	2.302,8	2.311,8	2.060,1	2.625,6	2.772,9	2.641,7	2.330,9	2.316,2	2.299,5	2.287,6
A-B	1.409,2	1.346,8	1.407,4	1.496,4	1.628,9	2.089,1	2.212,2	2.223,5	1.644,3	1.784,1	1.563,3	1.359,6
	2.172,2	2.194,2	2.225,9	2.254,9	2.053,9	2.623,9	2.770,2	2.639,9	2.317,0	2.268,9	2.215,3	2.177,4
B-C	768,6	780,4	947,1	1.131,5	1.426,7	2.049,6	2.201,0	2.187,5	1.481,1	1.465,2	1.067,7	736,7
	2.172,0	2.194,0	2.225,8	2.254,8	2.053,9	2.623,9	2.770,1	2.639,9	2.317,0	2.268,8	2.215,2	2.177,2
C-D	768,5	780,3	947,0	1.131,5	1.426,7	2.049,6	2.201,0	2.187,5	1.481,1	1.465,2	1.067,6	736,6
	1.392,6	1.498,1	1.661,0	1.820,7	2.001,8	2.609,4	2.747,4	2.625,4	2.202,6	1.902,3	1.605,1	1.417,1
D-E	768,4	780,3	947,0	1.131,4	1.426,6	2.049,6	2.201,0	2.187,5	1.481,0	1.465,1	1.067,5	736,5
	870,5	1.004,0	1.226,0	1.461,7	1.951,0	2.595,1	2.724,9	2.610,9	2.093,2	1.588,7	1.147,7	900,8
E-Add	768,4	780,3	947,0	1.131,4	1.426,6	2.049,6	2.201,0	2.187,5	1.481,0	1.465,1	1.067,5	736,5
	853,8	987,7	1.211,0	1.448,7	1.949,0	2.594,5	2.724,0	2.610,4	2.088,9	1.577,1	1.132,0	884,1

**TEMPERATURE**

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	21,9	22,8	22,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,7	19,8	19,8	19,9	18,0	21,9	22,8	22,0	20,0	19,9	19,8	19,7
A-B	19,6	19,7	19,8	19,8	18,0	21,9	22,8	22,0	20,0	19,9	19,7	19,7
B-C	18,8	19,0	19,2	19,4	17,9	21,9	22,8	22,0	19,9	19,5	19,1	18,9
C-D	18,8	19,0	19,2	19,4	17,9	21,9	22,8	22,0	19,9	19,5	19,1	18,9
D-E	11,9	13,0	14,6	16,0	17,5	21,8	22,6	21,9	19,0	16,7	14,1	12,2
E-Add	5,0	7,0	10,0	12,6	17,1	21,7	22,5	21,8	18,2	13,9	9,0	5,5
Add-Esterno	4,7	6,8	9,8	12,5	17,1	21,7	22,5	21,8	18,2	13,8	8,8	5,2

**VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA INTERSTIZIALE**

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

Verifica di condensa interstiziale:

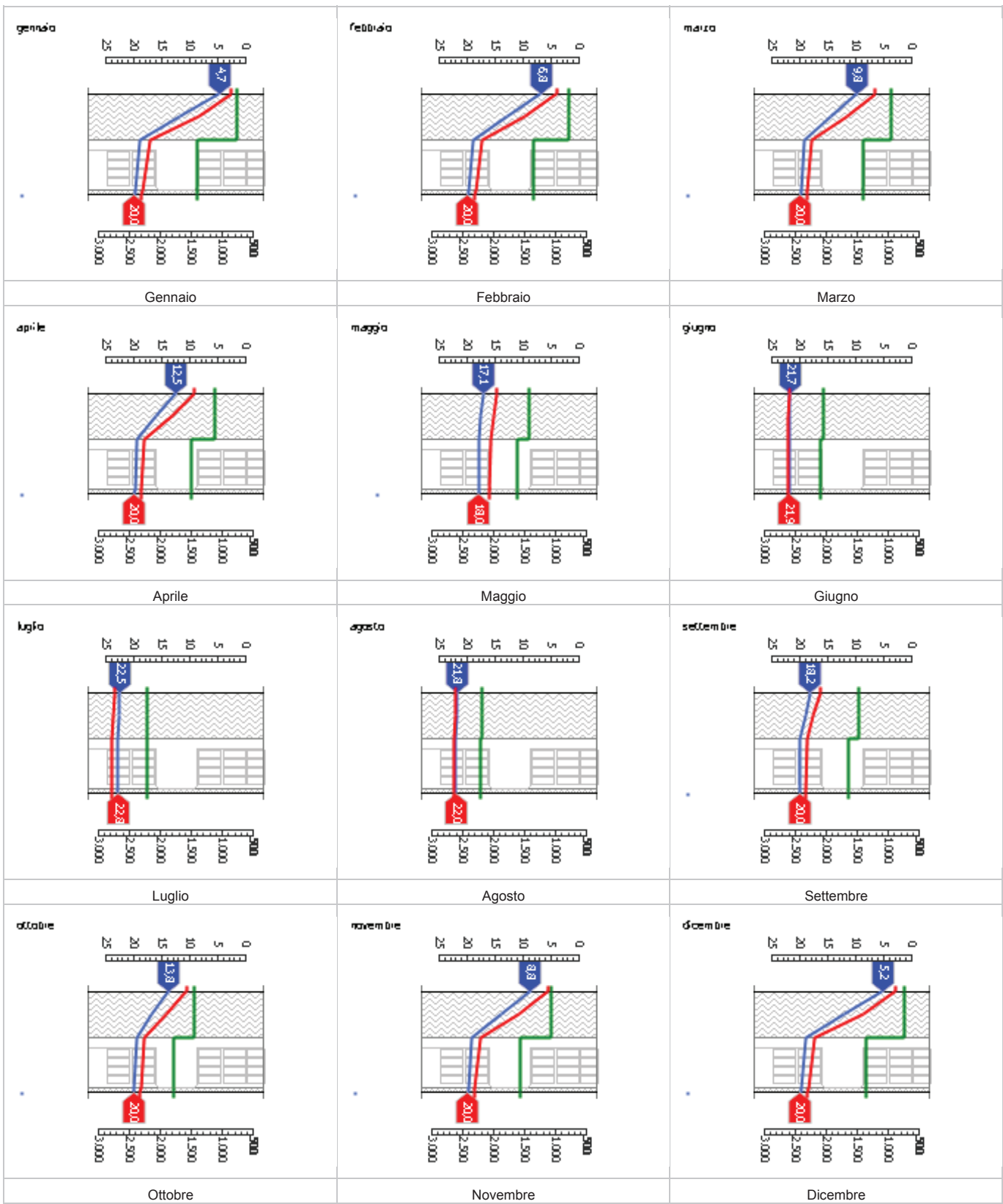
Quantità massima di vapore accumulato mensilmente  $G_c$ : 0,0000 (mese di -)  $\text{kg/m}^2$  nell'interfaccia -

Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia  $G_{c,max}$ : 0,5000  $\text{kg/m}^2$

Quantità di vapore residuo  $M_a$ : 0,0000 (mese di -)  $\text{kg/m}^2$  nell'interfaccia -

ESITO VERIFICA DI CONDENSA INTERSTIZIALE: Condensa assente

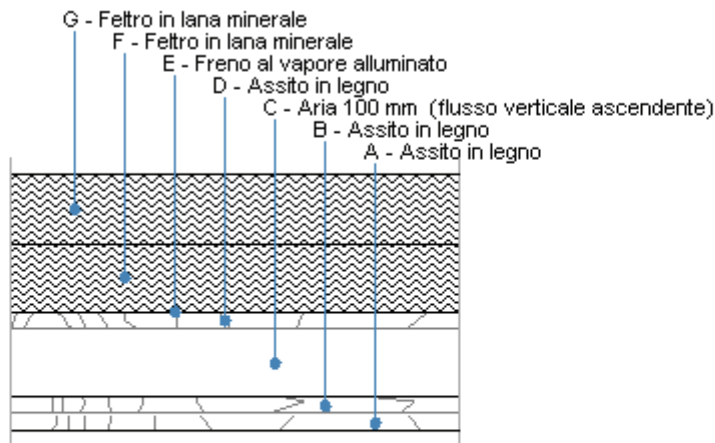
DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



LEGENDA



## SOL2 Solaio di copertura piano primo solaio in legno



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

### DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **SOL2 Solaio di copertura piano primo solaio in legno**

Note:

Tipologia:	<b>Soffitto</b>	Disposizione:	<b>Orizzontale</b>
Verso:	<b>Zona non riscaldata</b>	Spessore:	<b>375,1 mm</b>
Trasmittanza U:	0,171 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	5,859 (m <sup>2</sup> K)/W
Massa superf.:	44 Kg/m <sup>2</sup>	Colore:	Chiaro
Area:	- m <sup>2</sup>		

### STRATIGRAFIA

Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m <sup>2</sup> K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ<sub>a</sub></i> [-]	Fattore <i>μ<sub>u</sub></i> [-]
Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A Assito in legno	25,0	0,150	0,167	550	1,60	44,4	44,4
B Assito in legno	25,0	0,150	0,167	550	1,60	44,4	44,4
C Aria 100 mm (flusso verticale ascendente)	100,0	0,630	0,159	1	1,00	1,0	1,0
D Assito in legno	25,0	0,150	0,167	550	1,60	44,4	44,4
E Freno al vapore alluminato	0,1	0,220	0,000	289	1,70	6.666. 667,0	6.666. 667,0
F Feltro in lana minerale	100,0	0,040	2,500	14	1,03	1,0	1,0
G Feltro in lana minerale	100,0	0,040	2,500	14	1,03	1,0	1,0
Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
TOTALE	375,1		5,859				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m<sup>2</sup>K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 10,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,100 (m<sup>2</sup>K)/W

### VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	<b>Villongo</b>	Zona climatica:	<b>E</b>
Trasmittanza della struttura U:	0,171 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	0,240 W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK



**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

**CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI**

Comune:	<u>Villongo</u>	Tipo di calcolo:	<u>Classi di concentrazione</u>
Verso:	<u>Zona non riscaldata</u>	Coeff. di correzione $b_{tr,x}$ :	<u>0,9</u>
Classe di edificio:	Edifici con indice di affollamento non noto	Volume interno V:	- m <sup>3</sup>
Produz. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna $T_i$ °C	Umidità relativa interna $\varphi_i$ %	Temperatura esterna $T_e$ °C	Umidità relativa esterna $\varphi_e$ %	Ricambio d'aria n 1/h
gennaio	20,0	-	4,7	90,0	0,5
febbraio	20,0	-	6,8	79,0	0,5
marzo	20,0	-	9,8	78,2	0,5
aprile	20,0	-	12,5	78,1	0,5
maggio	20,0	-	17,1	73,2	0,5
giugno	20,0	-	21,7	79,0	0,5
luglio	20,0	-	22,5	80,8	0,5
agosto	20,0	-	21,8	83,8	0,5
settembre	20,0	-	18,2	70,9	0,5
ottobre	20,0	-	13,8	92,9	0,5
novembre	20,0	-	8,8	94,3	0,5
dicembre	20,0	-	5,2	83,3	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna $\theta_i$ °C	Pressione parziale interna $p_i$ Pa	Temperatura esterna $\theta_e$ °C	Pressione parziale esterna $p_e$ Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	4,70	768,30
ESTIVA	20,00	1.770,60	22,50	2.202,10

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 116,727 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m <sup>2</sup> (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 116,727 Pa.

**VERIFICA FORMAZIONE MUFFE SUPERFICIALI****CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE ED ESTERNE**

Mese	Temperatura esterna $T_e$ °C	Pressione esterna $P_e$ Pa	Variazione di pressione $\Delta P$ Pa	Pressione interna $P_i$ Pa	Temperatura interna $T_i$ °C	Umidità relativa interna $\varphi_i$ %
ottobre	13,8	1464,77	320,1	1784,87	20	93
novembre	8,8	1068,07	497,6	1565,67	20	94
dicembre	5,2	736,38	625,4	1361,78	20	83
gennaio	4,7	768,34	643,15	1411,49	20	90
febbraio	6,8	780,09	568,6	1348,69	20	79
marzo	9,8	946,85	462,1	1408,95	20	78
aprile	12,5	1131,48	366,25	1497,73	20	78

**CALCOLO DEL FATTORE DI RISCHIO**

La verifica della formazione di muffa è eseguita in maniera conforme a quanto riportato nella norma UNI EN ISO 13788

Mese	Temperatura superficiale critica $T_{si-critica}$ °C	Fattore di rischio ammissibile $f_{rsi-amm}$ -
ottobre	19,25	0,8796
novembre	17,17	0,7469
dicembre	14,98	0,6608
gennaio	15,54	0,7084
febbraio	14,83	0,6083
marzo	15,51	0,5598
aprile	16,47	0,5289

**Riepilogo dei risultati:**

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale  $f_{Rsj}$ : 0,8796 (mese di Ottobre)

Fattore di resistenza superficiale ammissibile massimo  $f_{RsiAmm}$ : 0,9778

ESITO VERIFICA DI MUFFA: OK

**PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE**

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.411,5	1.348,7	1.409,0	1.497,7	1.629,4	2.088,6	2.213,4	2.224,7	1.644,9	1.784,9	1.565,7	1.361,8
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.410,4	1.347,7	1.408,2	1.497,1	1.629,1	2.088,5	2.213,4	2.224,6	1.644,6	1.784,3	1.564,8	1.360,7
	2.238,1	2.251,4	2.270,6	2.288,0	2.317,9	2.348,2	2.353,5	2.348,8	2.325,1	2.296,4	2.264,2	2.241,3
A-B	1.409,4	1.346,8	1.407,4	1.496,5	1.628,7	2.088,5	2.213,3	2.224,6	1.644,4	1.783,8	1.564,0	1.359,7
	2.178,2	2.199,4	2.230,0	2.257,9	2.306,1	2.355,2	2.363,8	2.356,3	2.317,8	2.271,4	2.219,8	2.183,2
B-C	1.409,3	1.346,7	1.407,3	1.496,5	1.628,7	2.088,5	2.213,3	2.224,5	1.644,3	1.783,8	1.563,9	1.359,6
	2.122,4	2.150,8	2.191,9	2.229,5	2.294,9	2.361,9	2.373,7	2.363,4	2.310,8	2.247,8	2.178,2	2.129,2
C-D	1.408,2	1.345,8	1.406,6	1.495,9	1.628,4	2.088,4	2.213,3	2.224,5	1.644,1	1.783,2	1.563,1	1.358,6
	2.065,3	2.100,8	2.152,6	2.200,1	2.283,2	2.369,0	2.384,2	2.370,9	2.303,4	2.223,3	2.135,2	2.073,7
D-E	768,5	780,3	947,0	1.131,6	1.426,5	2.049,0	2.202,1	2.188,6	1.481,0	1.464,9	1.068,2	736,6
	2.065,1	2.100,7	2.152,5	2.200,0	2.283,1	2.369,0	2.384,2	2.370,9	2.303,4	2.223,2	2.135,1	2.073,5
E-F	768,4	780,2	946,9	1.131,5	1.426,5	2.049,0	2.202,1	2.188,6	1.481,0	1.464,8	1.068,1	736,5
	1.355,3	1.463,7	1.631,9	1.797,4	2.113,5	2.477,3	2.545,8	2.485,8	2.196,0	1.882,3	1.574,0	1.380,5
F-G	768,3	780,1	946,9	1.131,5	1.426,4	2.049,0	2.202,1	2.188,6	1.481,0	1.464,8	1.068,1	736,4
	869,5	1.003,1	1.225,2	1.460,9	1.955,1	2.589,9	2.717,0	2.605,5	2.092,9	1.588,0	1.146,8	899,8
G-Add	768,3	780,1	946,9	1.131,5	1.426,4	2.049,0	2.202,1	2.188,6	1.481,0	1.464,8	1.068,1	736,4
	853,8	987,7	1.211,0	1.448,7	1.949,0	2.594,5	2.724,0	2.610,4	2.088,9	1.577,1	1.132,0	884,1

**TEMPERATURE**

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,7	19,8	19,8	19,9	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	19,9	19,8	19,7
A-B	19,3	19,4	19,5	19,7	19,9	20,1	20,1	20,1	19,9	19,7	19,5	19,3
B-C	18,9	19,0	19,2	19,4	19,8	20,1	20,2	20,1	19,9	19,5	19,2	18,9
C-D	18,5	18,7	19,0	19,2	19,7	20,2	20,3	20,2	19,8	19,4	18,9	18,5
D-E	18,0	18,3	18,7	19,0	19,6	20,2	20,3	20,2	19,8	19,2	18,5	18,1
E-F	18,0	18,3	18,7	19,0	19,6	20,2	20,3	20,2	19,8	19,2	18,5	18,1
F-G	11,5	12,7	14,3	15,8	18,4	20,9	21,4	21,0	19,0	16,6	13,8	11,8
G-Add	5,0	7,0	10,0	12,6	17,1	21,7	22,5	21,8	18,2	13,9	9,0	5,5
Add-Esterno	4,7	6,8	9,8	12,5	17,1	21,7	22,5	21,8	18,2	13,8	8,8	5,2

**VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA INTERSTIZIALE**

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

Verifica di condensa interstiziale:

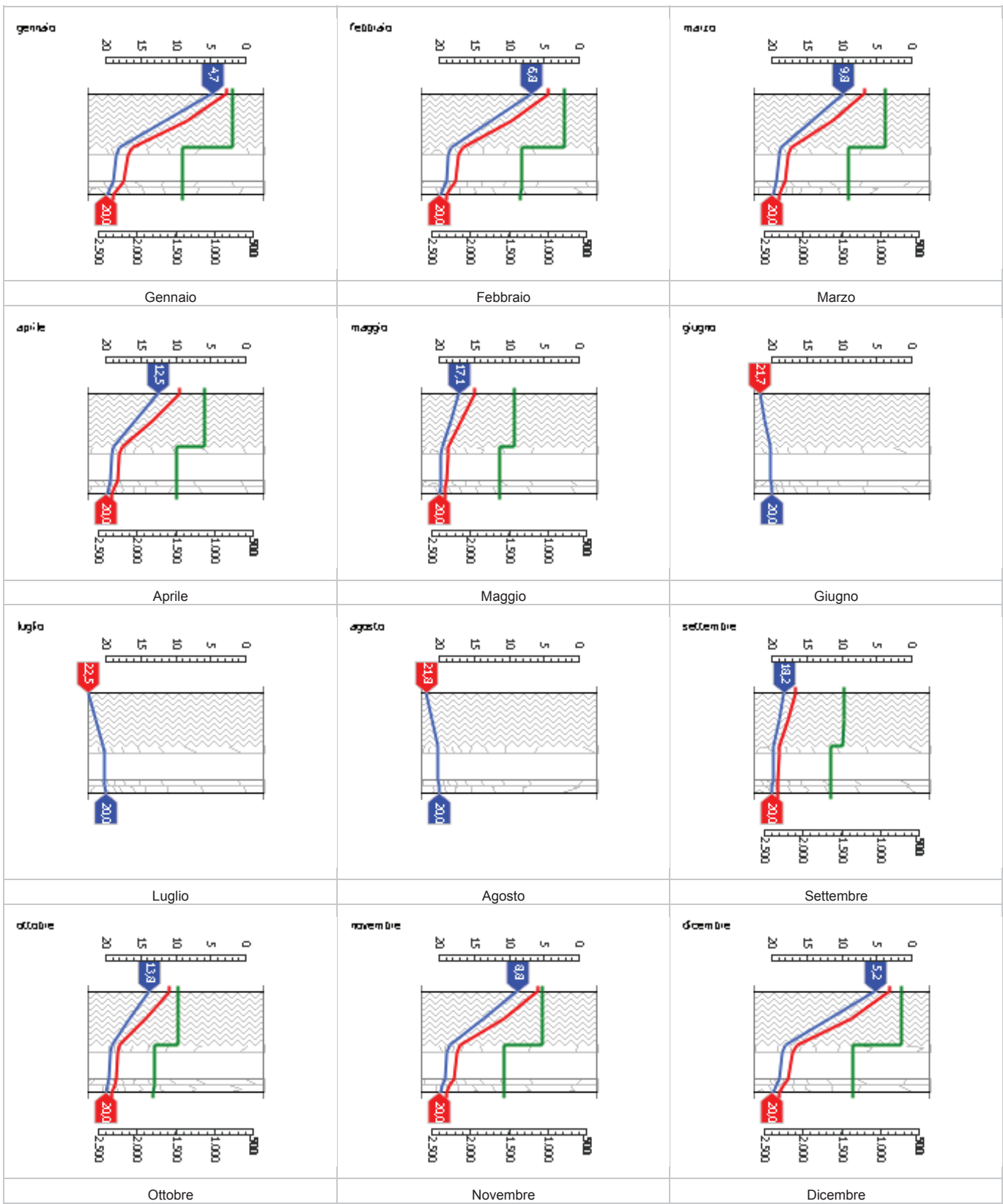
Quantità massima di vapore accumulato mensilmente G<sub>c</sub>: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -

Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia G<sub>c,max</sub>: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo M<sub>a</sub>: 0,0000 (mese di -) kg/m² nell'interfaccia -

ESITO VERIFICA DI CONDENSA INTERSTIZIALE: Condensa assente

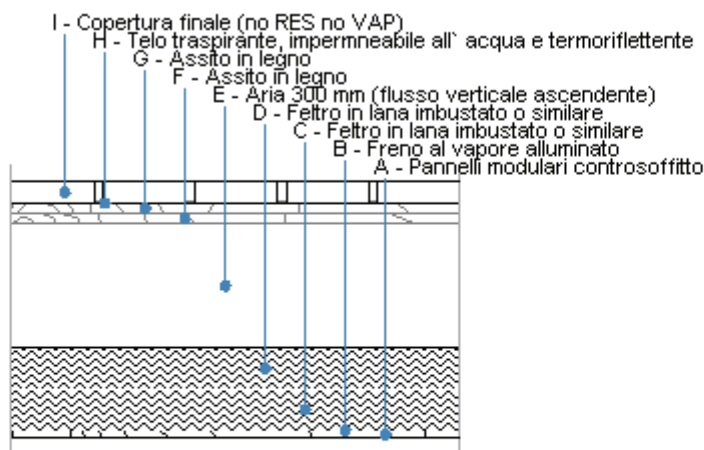
DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



LEGENDA



## COP1 Copertura in legno e controsoffitto isolato



Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

### DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: **COP1 Copertura in legno e controsoffitto isolato**

Note:

Tipologia:	<b>Copertura</b>	Disposizione:	<b>Orizzontale</b>
Verso:	<b>Esterno</b>	Spessore:	<b>620,5 mm</b>
Trasmittanza U:	0,161 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	6,198 (m <sup>2</sup> K)/W
Massa superf.:	87 Kg/m <sup>2</sup>	Colore:	Chiaro
Area:	- m <sup>2</sup>		

### STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m <sup>2</sup> K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ<sub>a</sub></i> [-]	Fattore <i>μ<sub>u</sub></i> [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A	Pannelli modulari controsoffitto	20,0	0,052	0,385	300	1,81	1,0	1,0
B	Freno al vapore alluminato	0,1	0,220	0,000	289	1,70	6.666. 667,0	6.666. 667,0
C	Feltro in lana imbustato o similare	100,0	0,039	2,564	14	1,03	1,0	1,0
D	Feltro in lana imbustato o similare	100,0	0,039	2,564	14	1,03	1,0	1,0
E	Aria 300 mm (flusso verticale ascendente)	300,0	1,880	0,160	1	1,00	1,0	1,0
F	Assito in legno	25,0	0,150	0,167	550	1,60	44,4	44,4
G	Assito in legno	25,0	0,150	0,167	550	1,60	44,4	44,4
H	Telo traspirante, impermeabile all'acqua e termoriflettente	0,4	0,220	0,002	400	1,70	90,0	90,0
I	Copertura finale (no RES no VAP)	50,0	1,000	0,050	1.000	0,80	1,0	1,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	620,5		6,198				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m<sup>2</sup>K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/W

### VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	<b>Villongo</b>	Zona climatica:	<b>E</b>
Trasmittanza della struttura U:	0,161 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	0,240 W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Il comportamento termoigrometrico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13788.

**CONDIZIONI AL CONTORNO E DATI CLIMATICI**

Comune:	<b>Villongo</b>	Tipo di calcolo:	<b>Classi di concentrazione</b>
Verso:	<b>Esterno</b>	Coeff. di correzione $b_{tr,x}$ :	
Classe di edificio:	Edifici con indice di affollamento non noto	Volume interno V:	- m <sup>3</sup>
Produz. nota di vapore G:	- kg/h		

Mese	Temperatura interna $T_i$ °C	Umidità relativa interna $\phi_i$ %	Temperatura esterna $T_e$ °C	Umidità relativa esterna $\phi_e$ %	Ricambio d'aria n 1/h
gennaio	20,0	-	3,0	90,0	0,5
febbraio	20,0	-	5,3	79,0	0,5
marzo	20,0	-	8,7	78,2	0,5
aprile	20,0	-	11,7	78,1	0,5
maggio	20,0	-	16,8	73,2	0,5
giugno	20,0	-	21,9	79,0	0,5
luglio	20,0	-	22,8	80,8	0,5
agosto	20,0	-	22,0	83,8	0,5
settembre	20,0	-	18,0	70,9	0,5
ottobre	20,0	-	13,1	92,9	0,5
novembre	20,0	-	7,5	94,3	0,5
dicembre	20,0	-	3,6	83,3	0,5

CONDIZIONE	Temperatura interna $\theta_i$ °C	Pressione parziale interna $p_i$ Pa	Temperatura esterna $\theta_e$ °C	Pressione parziale esterna $p_e$ Pa
INVERNALE	20,00	1.519,00	3,00	681,60
ESTIVA	20,00	1.803,10	22,80	2.242,60

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 97,189 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m <sup>2</sup> (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale $\Delta P$ è pari a 97,189 Pa.

**VERIFICA FORMAZIONE MUFFE SUPERFICIALI****CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE ED ESTERNE**

Mese	Temperatura esterna $T_e$ °C	Pressione esterna $P_e$ Pa	Variazione di pressione $\Delta P$ Pa	Pressione interna $P_i$ Pa	Temperatura interna $T_i$ °C	Umidità relativa interna $\phi_i$ %
ottobre	13,1	1399,44	344,95	1744,39	20	93
novembre	7,5	977,68	543,75	1521,43	20	94
dicembre	3,6	658,2	682,2	1340,4	20	83
gennaio	3,0	681,6	703,5	1385,1	20	90
febbraio	5,3	703,17	621,85	1325,02	20	79
marzo	8,7	879,18	501,15	1380,33	20	78
aprile	11,7	1073,38	394,65	1468,03	20	78

**CALCOLO DEL FATTORE DI RISCHIO**

La verifica della formazione di muffa è eseguita in maniera conforme a quanto riportato nella norma UNI EN ISO 13788

Mese	Temperatura superficiale critica $T_{si-critica}$ °C	Fattore di rischio ammissibile $f_{rsi-amm}$ -
ottobre	18,89	0,8385
novembre	16,71	0,7371
dicembre	14,73	0,6789
gennaio	15,24	0,7202
febbraio	14,56	0,6296
marzo	15,19	0,5744
aprile	16,15	0,5364

**Riepilogo dei risultati:**

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale  $f_{Rsi}$ : 0,8385 (mese di Ottobre)

Fattore di resistenza superficiale ammissibile massimo  $f_{RsiAmm}$ : 0,9790

ESITO VERIFICA DI MUFFA: OK

**PRESSIONE DI VAPORE E PRESSIONE DI SATURAZIONE**

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.385,1	1.325,0	1.380,3	1.468,0	1.613,2	2.106,7	2.243,2	2.244,4	1.633,5	1.744,4	1.521,4	1.340,4
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.385,1	1.325,0	1.380,3	1.468,0	1.613,2	2.106,7	2.243,2	2.244,4	1.633,5	1.744,4	1.521,4	1.340,4
	2.151,5	2.175,8	2.212,2	2.244,7	2.301,0	2.358,5	2.368,8	2.359,7	2.314,4	2.260,0	2.199,3	2.157,8
A-B	684,5	705,8	881,3	1.075,0	1.400,5	2.074,3	2.242,6	2.215,6	1.463,2	1.400,9	980,0	661,1
	2.151,3	2.175,6	2.212,0	2.244,6	2.301,0	2.358,5	2.368,8	2.359,7	2.314,4	2.260,0	2.199,1	2.157,6
B-C	684,4	705,7	881,2	1.075,0	1.400,4	2.074,3	2.242,6	2.215,6	1.463,2	1.400,8	979,9	661,0
	1.368,6	1.474,4	1.644,0	1.807,6	2.118,7	2.475,6	2.543,8	2.483,1	2.198,4	1.888,8	1.582,3	1.395,5
C-D	684,3	705,6	881,1	1.074,9	1.400,4	2.074,3	2.242,6	2.215,5	1.463,2	1.400,8	979,8	660,9
	848,0	980,0	1.208,2	1.447,1	1.949,2	2.597,8	2.729,9	2.612,2	2.087,4	1.572,1	1.122,8	880,9
D-E	684,0	705,3	880,9	1.074,7	1.400,3	2.074,2	2.242,6	2.215,5	1.463,1	1.400,6	979,6	660,6
	822,4	954,8	1.184,8	1.426,9	1.939,0	2.605,5	2.741,9	2.620,4	2.080,7	1.554,0	1.098,6	855,3
E-F	682,9	704,3	880,1	1.074,1	1.400,0	2.074,2	2.242,6	2.215,5	1.462,8	1.400,1	978,6	659,4
	796,3	929,0	1.160,8	1.406,1	1.928,5	2.613,7	2.754,5	2.629,0	2.073,7	1.535,4	1.073,8	829,2
F-G	681,7	703,3	879,2	1.073,4	1.399,6	2.074,1	2.242,6	2.215,4	1.462,5	1.399,5	977,7	658,3
	771,0	903,9	1.137,2	1.385,5	1.918,0	2.621,8	2.767,1	2.637,6	2.066,7	1.516,9	1.049,4	803,9
G-H	681,7	703,2	879,2	1.073,4	1.399,6	2.074,1	2.242,6	2.215,4	1.462,5	1.399,5	977,7	658,3
	770,8	903,6	1.137,0	1.385,3	1.917,9	2.621,9	2.767,2	2.637,7	2.066,6	1.516,7	1.049,2	803,6
H-I	681,6	703,2	879,2	1.073,4	1.399,6	2.074,1	2.242,6	2.215,4	1.462,5	1.399,4	977,7	658,2
	763,3	896,2	1.130,0	1.379,2	1.914,7	2.624,4	2.771,0	2.640,3	2.064,5	1.511,2	1.042,0	796,2
I-Add	681,6	703,2	879,2	1.073,4	1.399,6	2.074,1	2.242,6	2.215,4	1.462,5	1.399,4	977,7	658,2
	757,4	890,3	1.124,4	1.374,3	1.912,2	2.626,3	2.774,0	2.642,4	2.062,8	1.506,8	1.036,2	790,2

**TEMPERATURE**

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,7	19,8	19,8	19,9	19,9	20,0	20,0	20,0	20,0	19,9	19,8	19,7
A-B	18,7	18,9	19,1	19,4	19,7	20,1	20,2	20,2	19,8	19,5	19,0	18,7
B-C	18,7	18,8	19,1	19,4	19,7	20,1	20,2	20,2	19,8	19,5	19,0	18,7
C-D	11,6	12,8	14,4	15,9	18,4	20,9	21,4	21,0	19,0	16,6	13,9	11,9
D-E	4,6	6,7	9,8	12,5	17,1	21,7	22,5	21,8	18,2	13,8	8,7	5,1
E-F	4,2	6,3	9,5	12,3	17,0	21,8	22,6	21,9	18,1	13,6	8,4	4,7
F-G	3,7	5,9	9,2	12,0	16,9	21,8	22,7	21,9	18,1	13,4	8,0	4,3
G-H	3,3	5,5	8,9	11,8	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,2	7,7	3,8
H-I	3,2	5,5	8,9	11,8	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,2	7,7	3,8
I-Add	3,1	5,4	8,8	11,8	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,1	7,6	3,7
Add-Esterno	3,0	5,3	8,7	11,7	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,1	7,5	3,6

**VERIFICA FORMAZIONE CONDENSA INTERSTIZIALE**

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

Verifica di condensa interstiziale:

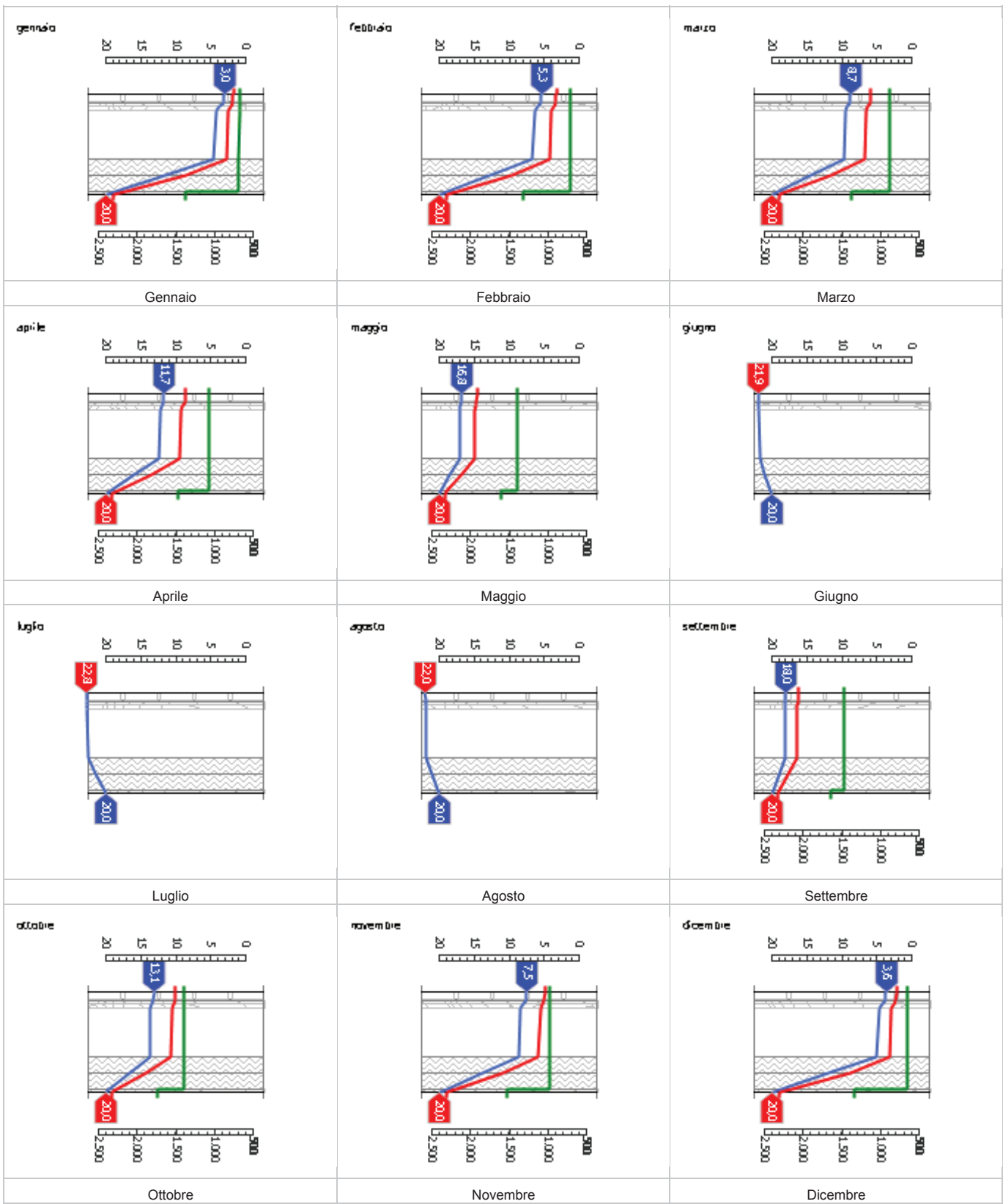
Quantità massima di vapore accumulato mensilmente G<sub>c</sub>: 0,0000 (mese di -) kg/m<sup>2</sup> nell'interfaccia -

Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia G<sub>c,max</sub>: 0,5000 kg/m<sup>2</sup>

Quantità di vapore residuo M<sub>a</sub>: 0,0000 (mese di -) kg/m<sup>2</sup> nell'interfaccia -

ESITO VERIFICA DI CONDENSA INTERSTIZIALE: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



LEGENDA



**VERIFICA DI MASSA E INERZIA TERMICA**

Il comportamento termico dinamico dell'elemento opaco è valutato secondo le procedure di calcolo contenute nella UNI EN ISO 13786.

Verifica di massa:

Massa della struttura per metro quadrato di superficie: 87 kg/m<sup>2</sup>

Valore minimo di massa superficiale: 230 kg/m<sup>2</sup>

ESITO VERIFICA DI MASSA: OK

Riferimento normativo: [Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017](#)

**CONDIZIONI AL CONTORNO**

Comune:	<u>Villongo</u>		
Orientamento:	<u>S</u>	Mese massima insolazione:	luglio
Temp. media mese massima insolaz.:	23,8 °C	Temperatura massima estiva:	31,1 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno:	13,0 °C	Irradian. mensile massima piano orizz.:	262,73 W/m <sup>2</sup>

**INERZIA TERMICA**

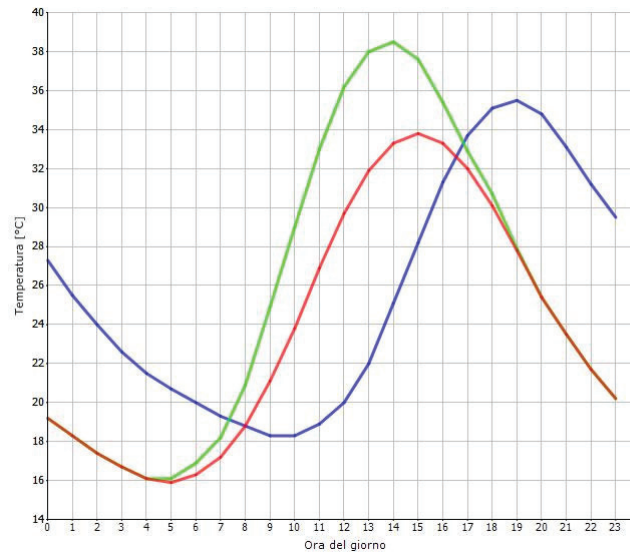
Tempo sfasamento dell'onda termica:	5h 09'	Fattore di attenuazione:	0,7657
Capacità termica interna C <sub>1</sub> :	12,7 kJ/(m <sup>2</sup> /K)	Capacità termica esterna C <sub>2</sub> :	69,0 kJ/(m <sup>2</sup> /K)
Ammettenza interna oraria:	16,5 W/(m <sup>2</sup> /K)	Ammettenza interna in modulo:	0,8 W/(m <sup>2</sup> /K)
Ammettenza esterna oraria:	16,0 W/(m <sup>2</sup> /K)	Ammettenza esterna in modulo:	4,9 W/(m <sup>2</sup> /K)
Trasmittanza termica periodica Y:	0,124 W/(m <sup>2</sup> K)	Classificazione struttura da normativa:	
Trasmitt. termica periodica limite Y <sub>lim</sub> :	0,180 W/(m <sup>2</sup> K)		

ESITO VERIFICA DI INERZIA: OK

Ora	Temperatura esterna nel giorno più caldo T <sub>e</sub> °C	Irradiazione solare nel giorno più caldo dell'anno I <sub>e</sub> W/m <sup>2</sup>	Temp. superficiale esterna nel giorno più caldo T <sub>e,sup</sub> °C	Temperatura interna nel giorno più caldo T <sub>i</sub> °C
0:00	19,16	0,00	19,16	27,34
1:00	18,26	0,00	18,26	25,47
2:00	17,37	0,00	17,37	23,96
3:00	16,65	0,00	16,65	22,59
4:00	16,12	0,00	16,12	21,49
5:00	15,94	10,33	16,06	20,67
6:00	16,30	49,33	16,89	19,98
7:00	17,19	85,83	18,22	19,30
8:00	18,80	174,33	20,89	18,75
9:00	21,13	317,50	24,94	18,34
10:00	23,81	434,83	29,03	18,30
11:00	26,86	510,50	32,98	18,93
12:00	29,72	536,50	36,16	19,95
13:00	31,87	510,50	37,99	22,00
14:00	33,30	434,83	38,52	25,09
15:00	33,84	317,50	37,65	28,23
16:00	33,30	174,33	35,39	31,25
17:00	32,05	73,00	32,92	33,69
18:00	30,08	49,67	30,67	35,09
19:00	27,75	10,33	27,88	35,49
20:00	25,42	0,00	25,42	34,83
21:00	23,46	0,00	23,46	33,10
22:00	21,67	0,00	21,67	31,21
23:00	20,23	0,00	20,23	29,49



## DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



### LEGENDA

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

## INTERVENTO SU SUPERFICIE TRASPARENTE

In quanto l'intervento sulla superficie trasparente è di mera sostituzione dei serramenti, si ritengono soddisfatti i requisiti minimi imposti per tali strutture, in quanto i serramenti dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- La permeabilità dell'aria dovrà essere di classe 4
- La trasmittanza termica dei nuovi serramenti dovrà essere  $\leq 1,30 \text{ W/mqK}$ , quelli esistenti hanno una trasmittanza stimata di  $4,50 \text{ W/mqK}$
- Il fattore di trasmissione solare del vetro dovrà essere  $< 0,35$

Di seguito si espone calcolo trasmittanza serramento tipo

SERRAMENTO: SER serramento tipo

### GEOMETRIA DEL SERRAMENTO

Nome: SER serramento tipo

Larghezza: 100 cm

Altezza : 150 cm

Disperde verso: Esterno

Spessore superiore del telaio: 8 cm

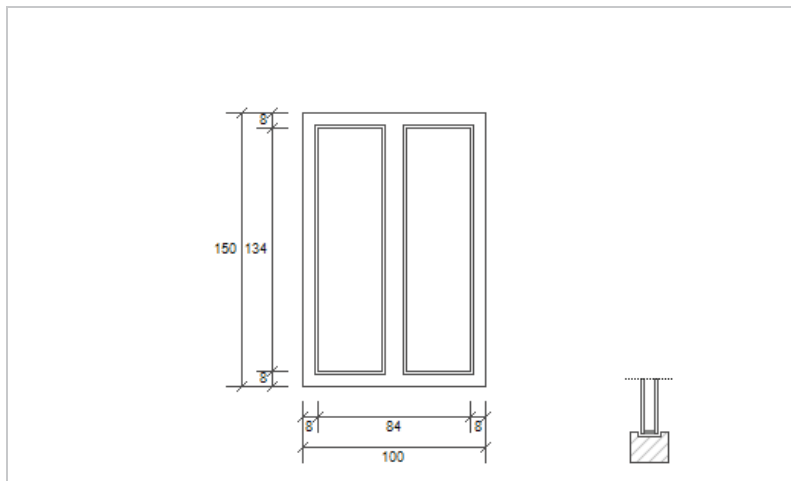
Spessore inferiore del telaio: 8 cm

Spessore sinistro del telaio: 8 cm

Spessore destro del telaio: 8 cm

Numero divisioni verticali: 1

Spessore divisioni verticali: 14 cm



Area del vetro  $A_g$ :  $0,938 \text{ m}^2$

Area totale del serramento  $A_w$ :  $1,500 \text{ m}^2$

Area del telaio  $A_f$ :  $0,562 \text{ m}^2$

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ :  $6,760 \text{ m}$

### PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAI0

#### Vetro

Tipologia vetro: Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo

Coefficiente di trasmissione solare  $g$ :  $< 0,350$

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ :  $1,000 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$

#### Telaio

Materiale: Legno

Tipologia telaio: Legno tenero

Distanziatore: Plastica

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ :  $1,050 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ :  $0,060 \text{ W/(m K)}$

### SCHERMATURE MOBILI

Tipo schermatura: Persiane

Posizione: Schermatura esterna

Colore: Pastello

Trasparenza: Opaca

### PERMEABILITÀ ALL'ARIA

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

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

### PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO

Trasmittanza termica del serramento  $U_w$ :  $1,289 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$

## 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.

*L'edificio oggetto della presente relazione ricade nei vincoli di cui art 3.3 a) DGR 18/12/2019 n.18546, per cui si sono ritrovate soluzioni , per quanto possibili, compatibili con tali vincoli.*

## VALUTAZIONI BENEFICI INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Di seguito si espone la valutazione della stima del risparmio energetico, ed i tempi di ritorno in base al costo dell'intervento (analisi costi/benefici):

- **SOL1 Solaio di copertura piano primo solaio in laterocemento**

Risparmio energetico atteso 15.000Kw/h anno, tempo di ritorno stimato 3 anni.

- **SOL2 Solaio di copertura piano primo solaio in legno**

Risparmio energetico atteso 7.000Kw/h anno, tempo di ritorno stimato 7 anni.

- **COP1 Copertura in legno e controsoffitto isolato**

Risparmio energetico atteso 4.500Kw/h, tempo di ritorno stimato 6 anni.

- **Sostituzione serramenti**

Risparmio energetico atteso 17.000Kw/h, tempo di ritorno stimato 22 anni.

## IMPIANTI

Relativamente agli impianti meccanici oggetto di sostituzione/modifica, essi dovranno essere rispondenti alla normativa DDUO 18/12/2019 n. 18546, in particolare:

- Le macchine frigorifere di nuova installazione dovranno rispettare quanto richiesto dall'art 8.8 c) DDUO 18/12/2019 n. 18546
- Gli apparecchi di produzione acqua calda sanitaria dovranno rispettare quanto richiesto dall'art 8.9 DDUO 18/12/2019 n. 18546
- Gli impianti di illuminazione dovranno rispettare quanto richiesto dall'art 8.10 DDUO 18/12/2019 n. 18546

## DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

Piante ove sono individuate le strutture opache oggetto di intervento

## DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto Per Ind Paolo Alberto Ravelli, iscritto al Collegio dei Periti Industriali di Bergamo al n° 1384, con studio in Via Duca d'Aosta, 93 24058 Romano di Lombardia (Bg) tel 0363.901520 [info@studioravelli.it](mailto:info@studioravelli.it), essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 27 della Legge regionale 11 dicembre 2006 - n. 24 e s.m.i.

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

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



### NOTA BENE:

In codesto elaborato progettuale sono espresse le tabelle di calcolo delle trasmittanze termiche delle superfici opache e trasparenti e le verifiche energetiche, richieste dalla normativa sopra richiamata.

Tale elaborato è valido solamente per gli scopi qualitativi e quantitativi di valutazione delle prestazioni energetiche dell'immobile. Non si sostituisce alla progettazione statica, architettonica e di prevenzione incendi, delle strutture facenti parte l'edificio.

La progettazione architettonica, statica e la direzione lavori, dovranno verificare sulla scorta delle caratteristiche qualitative energetiche richieste dalla relazione; l' idoneità dei materiali proposti in base all' effettivo utilizzo, la tipologia di posa e di protezione dei materiali isolanti, la conformità con i vincoli architettonici con l' esecuzione dell' opera, in relazione anche alle prestazioni acustiche richieste alla struttura (non oggetto della presente relazione).

Potranno essere previsti valori dei singoli componenti costituenti il serramento (telaio, vetro e distanziale), diversi da quelli considerati alla base del calcolo di codesta relazione tecnica, ma i valori di trasmittanza globale  $U_w$  dei serramenti e le caratteristiche di trasmissione luminosa, dovranno essere equivalenti o migliorativi a quanto considerato in codesta relazione tecnica. Si consideri quindi il risultato globale del serramento  $U_w$ , comprensivo dell' incidenza del telaio, del vetro (a parità di caratteristiche di trasmittanza luminosa) e del distanziale.

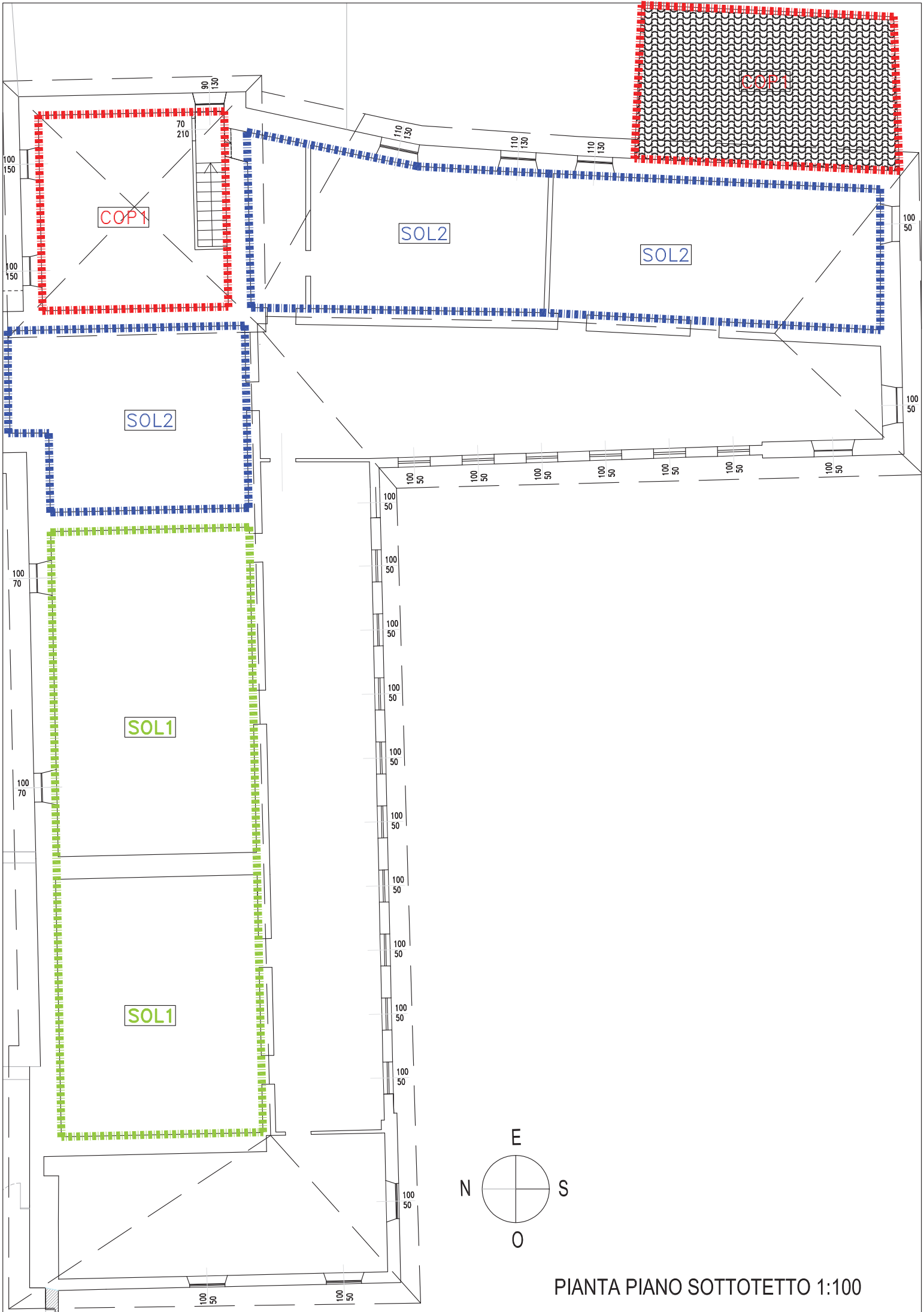
Le strutture proposte, dovranno essere valutate dal punto di vista di reazione, comportamento e resistenza al fuoco, ove sia richiesta una particolare prestazione.

Sarà necessario inoltre, come specificato in codesta relazione, lo sviluppo esecutivo e costruttivo, dei nodi critici dell' isolamento termico, al fine di evitare ponti termici con rischio di condensazioni esterne e condensazioni interstiziali.

Al fine di eliminare o ridurre la presenza di ponti termici si prescrivono opere di adeguato isolamento termico che consentano di ridurre le dispersioni anche agli spigoli, in presenza di pilastri, inserimenti di pareti interne verticali e orizzontali.

Ai fini del calcolo analitico la valutazione quantitativa dell' incidenza dei ponti termici è di seguito esposta in relazione, essi sono stati considerati corretti.

I materiali utilizzati nella presente relazione tecnica, dovranno rispondere integralmente a quanto richiesto dal DM 11/01/2017 e s.m.i. (disassemblabilità, requisiti sostanze pericolose, materia recuperata o riciclata, criteri per i componenti edilizi, ect., ect.).



PIANTA PIANO SOTTOTETTO 1:100