

PROGETTO

## Interreg III – Alpine Space WP 7 – Urban Environment “Living in Mountain Areas”



documento 2

## CASI STUDIO – PARTE 3

OSSERVATORIO TECNOLOGICO BIOEDILIZIA

RESPONSABILE STEFANO DOTTA

PROGETTO A CURA DI ANDREA MORO

DATA LUGLIO 2006

CONTRIBUTI PRINCIPALI STEFANO DOTTA, ENRICO BIZZETTI, DANIELA DI FAZIO,  
VALENTINA COLALEO, DAVIDE GIACHINO, GIANLUCA APRILE, ANTONELLA DI MATTEO

PIANIFICAZIONE  
GESTIONE  
AMBIENTALE

HYSY LAB

CLEAN NT LAB

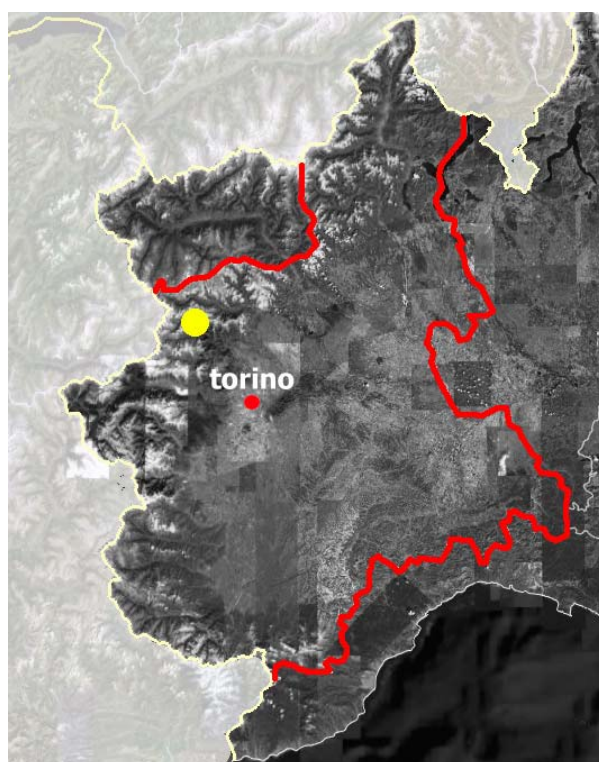
ECO-EFFICIENZA

BIOEDILIZIA

TI TECH



Denominazione	Porzione di fabbricato ex-rurale
Indirizzo	Via Scarveiri 14
Città	Ceres (TO)
Comunità montana	Valli di Lanzo
Data di costruzione	Fine '800
Tipologia edificio	Casa privata
Superficie utile	136 mq



Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Centro storico densamente edificato
Qualità del trasporto pubblico	Sufficiente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile	Sufficiente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'energia elettrica	Sufficiente
Uso principale del sito e area circostante	Centro storico cittadino con edifici a destinazione residenziale e commerciale



Prospetto principale



Prospetto principale



Prospetto principale



Prospetto laterale



Accessi secondari



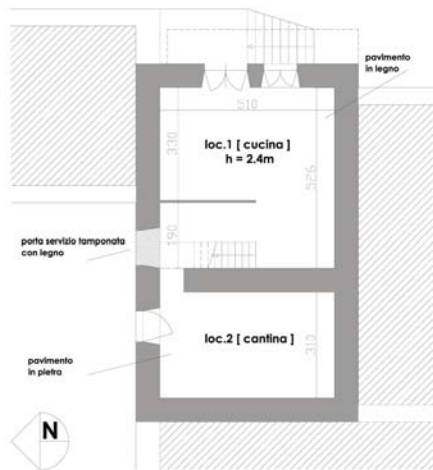
Scala interna



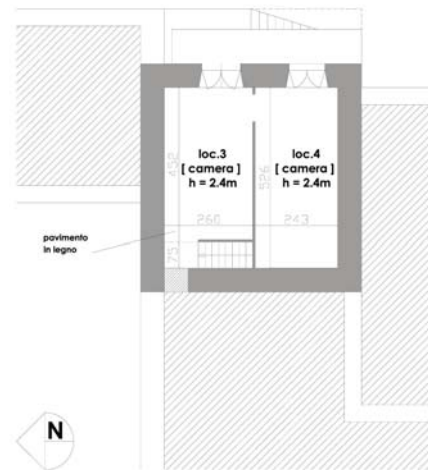
Prospetti laterali



Particolari locali interni

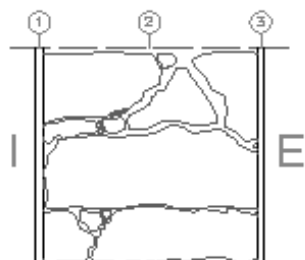


Pianta piano terra



Pianta piano primo





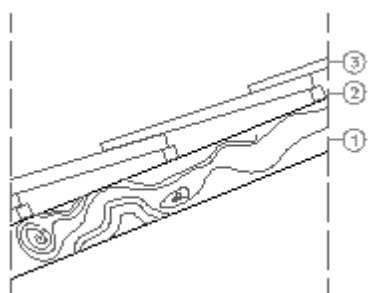
### Parete portante



1 Intonaco	2 cm
2 Misto pietra e mattoni	68 cm
3 Intonaco	2 cm

Apertura con telaio in legno e vetro chiaro semplice con sistema di chiusura a persiana

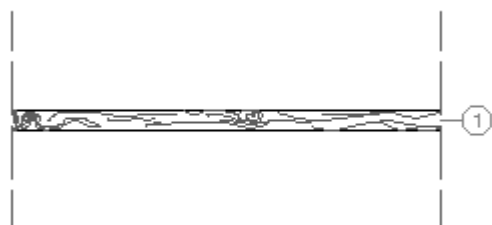
### Serramenti



### Copertura



1 Travi in legno	16 cm
2 Arcarecci	4 cm
3 Lose in pietra tipo gneiss	4 cm



### Solaio inferiore



1 Pavimento in legno	5 cm
----------------------	------



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B** 11

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Parete portante	2,2	78
Copertura	5,4	78
Solaio inferiore	2,2	43
Area vetrata	3,5	5

Rendimento ipotetico del sistema di riscaldamento	0.7	
Massa termica	160	Wh/m <sup>2</sup> K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m <sup>2</sup>
Gradi giorno	3410	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO

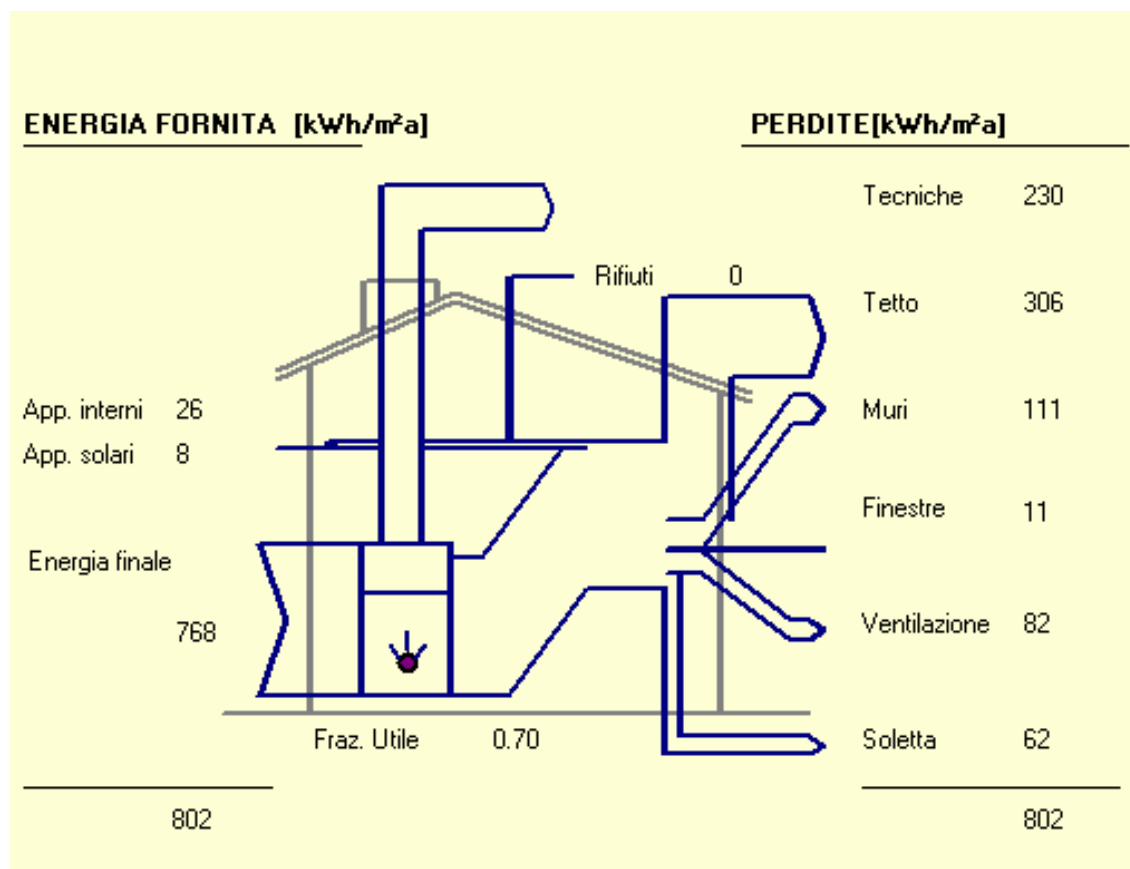
ELEMENTO	Perdite (kWh/m <sup>2</sup> anno)	% sul totale
Pareti	111	19
Copertura	306	53
Solaio inferiore	62	11
Serramenti	11	2
Ventilazione	82	14
TOTALE	572	100

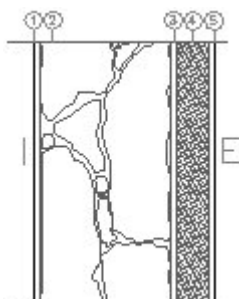


Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B** 11

Fabbisogno energia primaria	768	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti solari	8	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti interni	26	kWh/m <sup>2</sup> anno

BILANCIO ENERGETICO



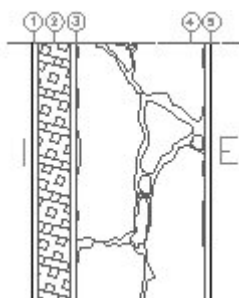


### Cappotto esterno realizzato con pannelli in fibra di legno e intonaco:

1	Intonaco	2 cm
2	Pietra tipo gneiss	68 cm
3	Intonaco	2 cm
4	Pannelli in fibra di legno	12 cm
5	Intonaco	2 cm

#### Parete portante

Descrizione	L'intervento consiste nell'applicare alla muratura in pietra dei pannelli isolanti (cappotto isolante esterno) in fibra di legno di 12 cm attraverso tasselli piatti a secco. La muratura viene precedentemente intonacata per poter operare su una superficie piana e, in seguito, sulla faccia a vista del pannello viene applicato uno strato di intonaco di 2 cm attraverso una rete porta intonaco in fibra di vetro, e un protettivo silossanico.
Spessore	86 cm
Tramittanza	0,35 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	17 kWh/m <sup>2</sup>



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa e intonaco:

1	Cartongesso	2 cm
2	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
3	Intonaco	2 cm
4	Pietra tipo gneiss	68 cm
5	Intonaco	1 cm

#### Parete portante

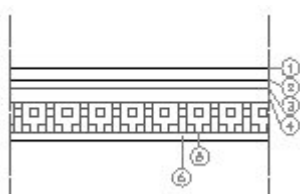
Descrizione	L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti (cappotto isolante interno) in fibra di cellulosa di 12 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di lastre di cartongesso di spessore totale di 2 cm.
Spessore	85 cm
Tramittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	16 kWh/m <sup>2</sup>





### Serramenti

Descrizione	Sostituzione serramenti esistenti. Impiego di finestre con telaio in legno e vetrocamera (4-12-4)
Spessore	33 cm
Tramittanza	2,2 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	7 kWh/m <sup>2</sup>

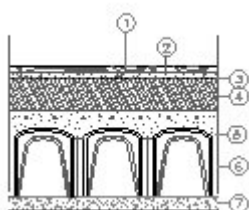


### Isolamento della falda con pannelli in fibra di cellulosa

1 Rivestimento in pietra tipo gneiss	4	cm
2 Barriera all'acqua traspirante	0,04	cm
3 Tavolato in legno	3	cm
4 Aria debolmente ventilata	5	cm
5 Pannello in fibra di cellulosa	12	cm
6 Tavolato in legno	3	

### Copertura

Descrizione	Isolamento della falda attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato in legno. Il pacchetto di copertura comprende una camera d'aria debolmente ventilata.
Spessore	27 cm
Tramittanza	0,31 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	16 kWh/m <sup>2</sup>



### Isolamento termico con pannelli in fibra di cellulosa:

1	Pavimento in legno	1 cm
2	Struttura in legno	2 cm
3	Aria non ventilata	8 cm
4	Pannello in fibra di cellulosa	10 cm
5	Carta kraft	0.08 Cm
6	Tavolato in legno	2 cm

### Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato.
Spessore	23 cm
Tramittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	9 kWh/m <sup>2</sup>



Valutazione prestazione energetica dell'edificio post retrofit

D

11

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)		Superficie (m <sup>2</sup> )
	Ipotesi 1 isolante in fibra di legno	Ipotesi 2 isolante in fibra di cellulosa	
Parete portante	0,35	0,32	78
Copertura	0,31	0,31	78
Solaio inferiore	0,32	0,32	43
Area vetrata	2,2	2,2	5

Rendimento del sistema di riscaldamento	0.75	
Massa termica	160	Wh/m <sup>2</sup> K
Ricambi d'aria	0,6	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m <sup>2</sup>
Gradi giorno	3410	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

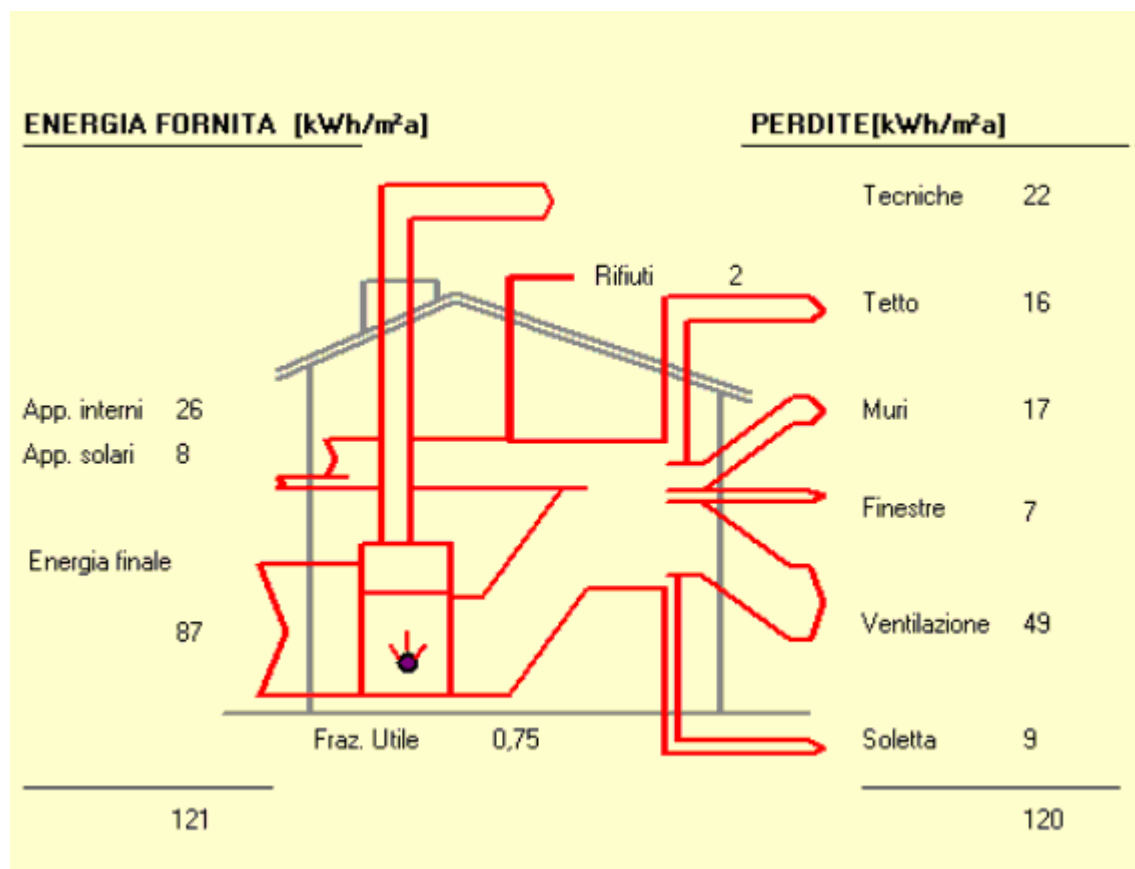
BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1

ELEMENTO	Perdite (kWh/m <sup>2</sup> anno)	% sul totale
Pareti	17	17,4
Copertura	16	16,3
Solaio inferiore	9	9,2
Serramenti	7	7,1
Ventilazione	49	50
TOTALE	98	100



Fabbisogno energia primaria	87	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti solari	8	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti interni	26	kWh/m <sup>2</sup> anno

## BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1





Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto

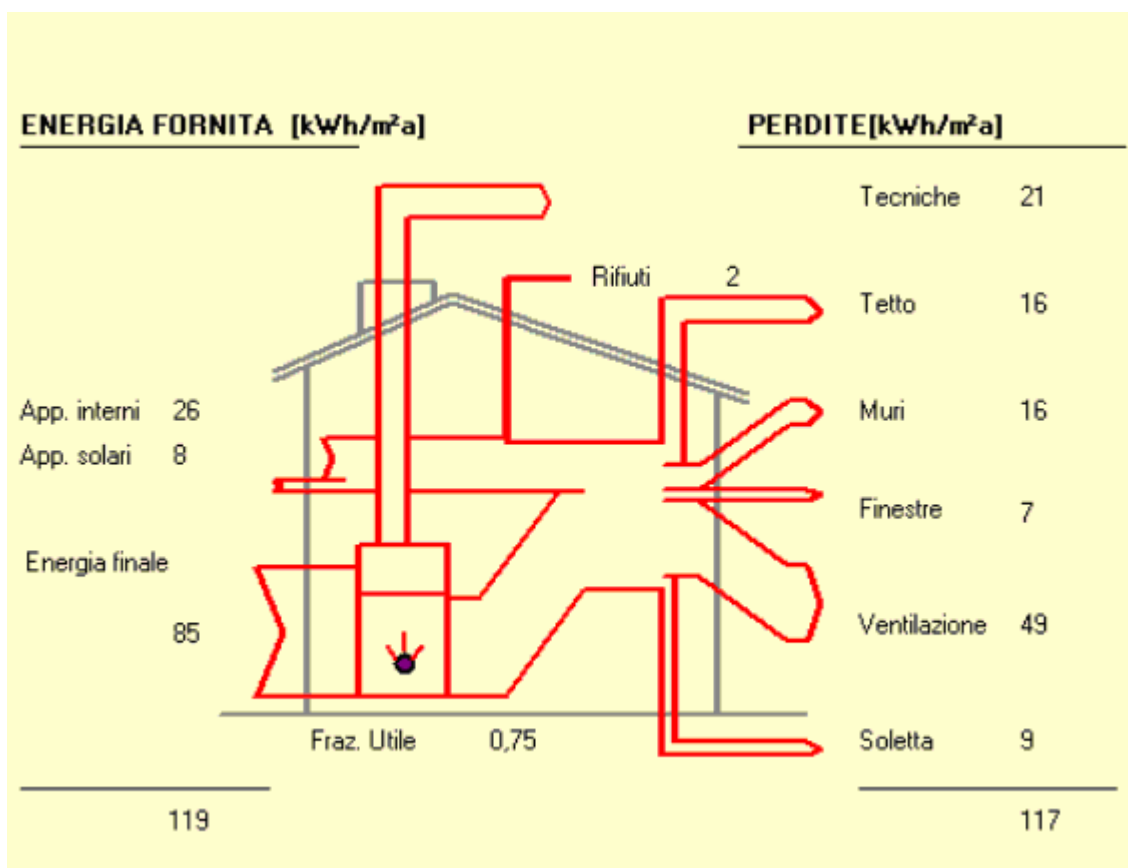
**D** 11

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2**

ELEMENTO	Perdite (kWh/m <sup>2</sup> anno)	% sul totale
Pareti	16	16,5
Copertura	16	16,5
Solaio inferiore	9	9,3
Serramenti	7	7,2
Ventilazione	49	50,5
<b>TOTALE</b>	<b>97</b>	<b>100</b>

Fabbisogno energia primaria	85	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti solari	8	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti interni	26	kWh/m <sup>2</sup> anno

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2**







AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



**CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI  
DELL'EDIFICIO (STATO DI FATTO)**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_A**

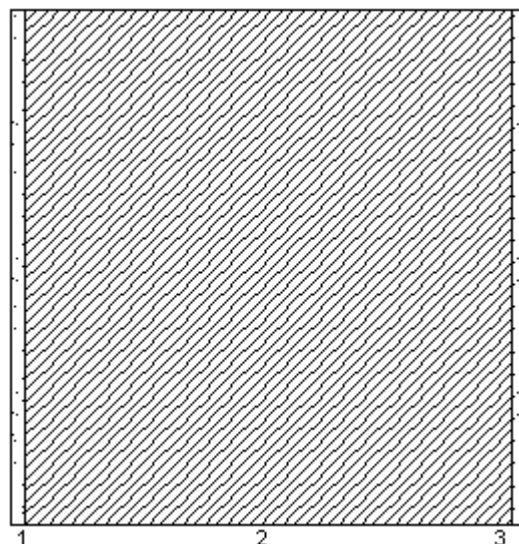
Codice struttura:

**M1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
2	Muratura in pietra naturale	680	3,000	4,412	3000	1,333	1,333	0,227
3	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**720**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,239**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,447**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1244	-2,2	418
Estiva (luglio)	20,7	1568	20,7	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 595 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_A

Codice struttura:

M1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,953 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,559$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

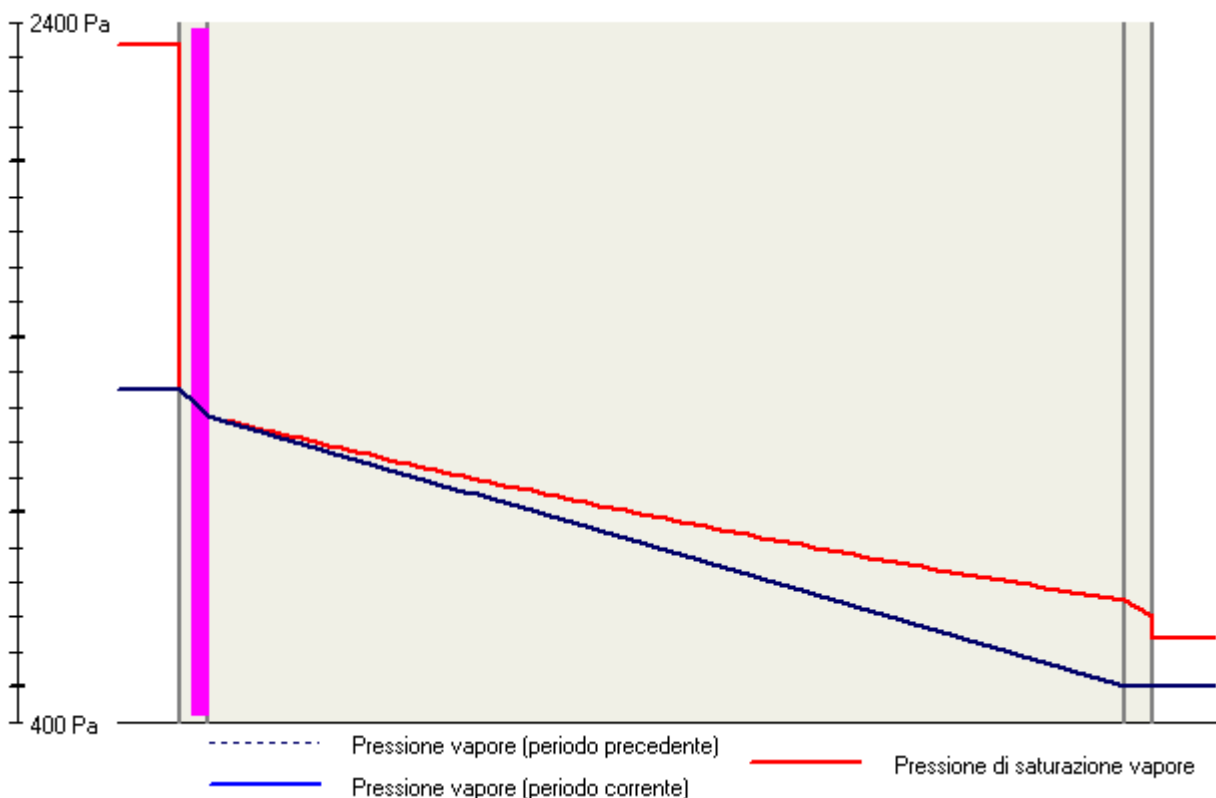
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

595 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ST\_A

Codice struttura:

P1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

- Te UR variabili, medie mensili.  
 T fissa, media annuale 9,77 °C UR fissa pari a 100,0%  
 T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

- Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1  Umidità relativa interna costante:  
 Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota:  Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:

**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 93,023 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

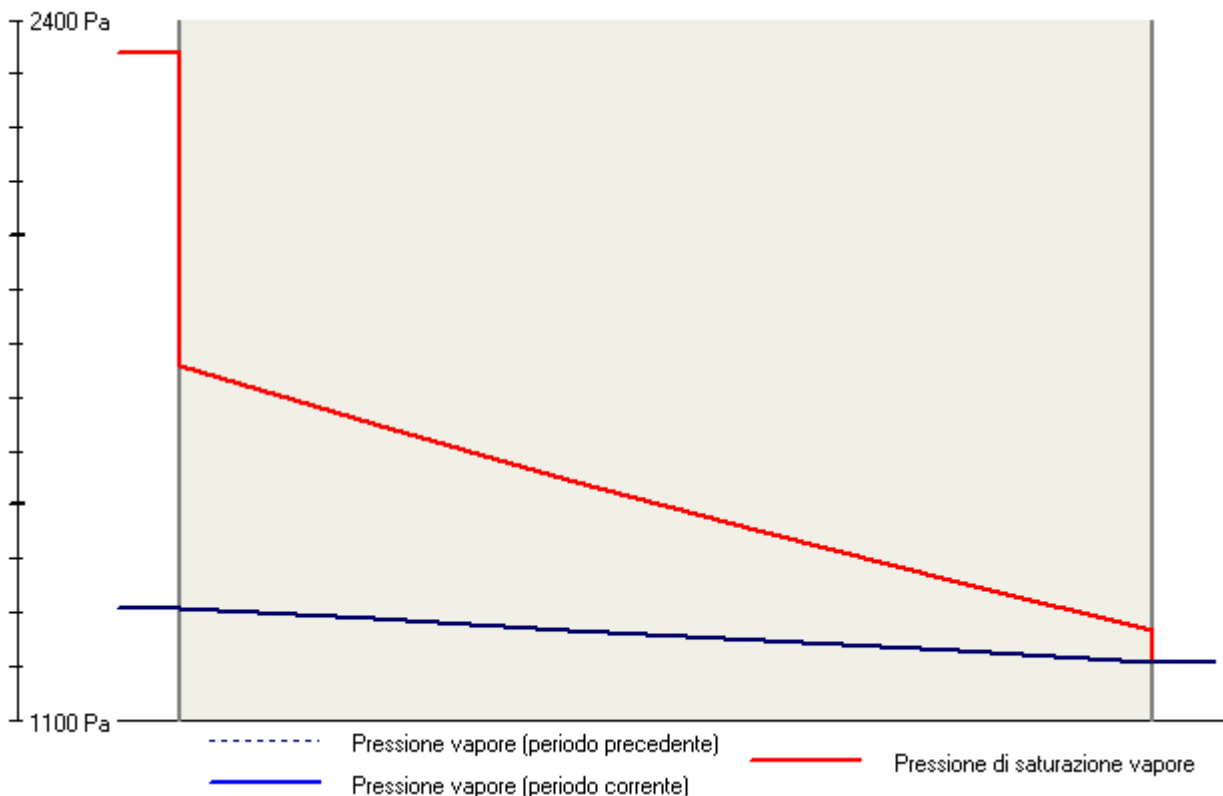
Mese critico Ottobre

 $f_{Rsi}^{max} 0,593 \leq f_{Rsi} 0,560$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

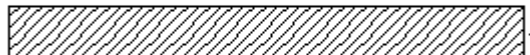
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C\_A**

Codice struttura:

**S1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	50	3,000	60,000	2700	0,020	0,020	0,017
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**50**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**5,357**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,187****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	700	-2,2	418
Estiva (luglio)	20,7	1568	20,7	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_A

Codice struttura:

S1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 0,400 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

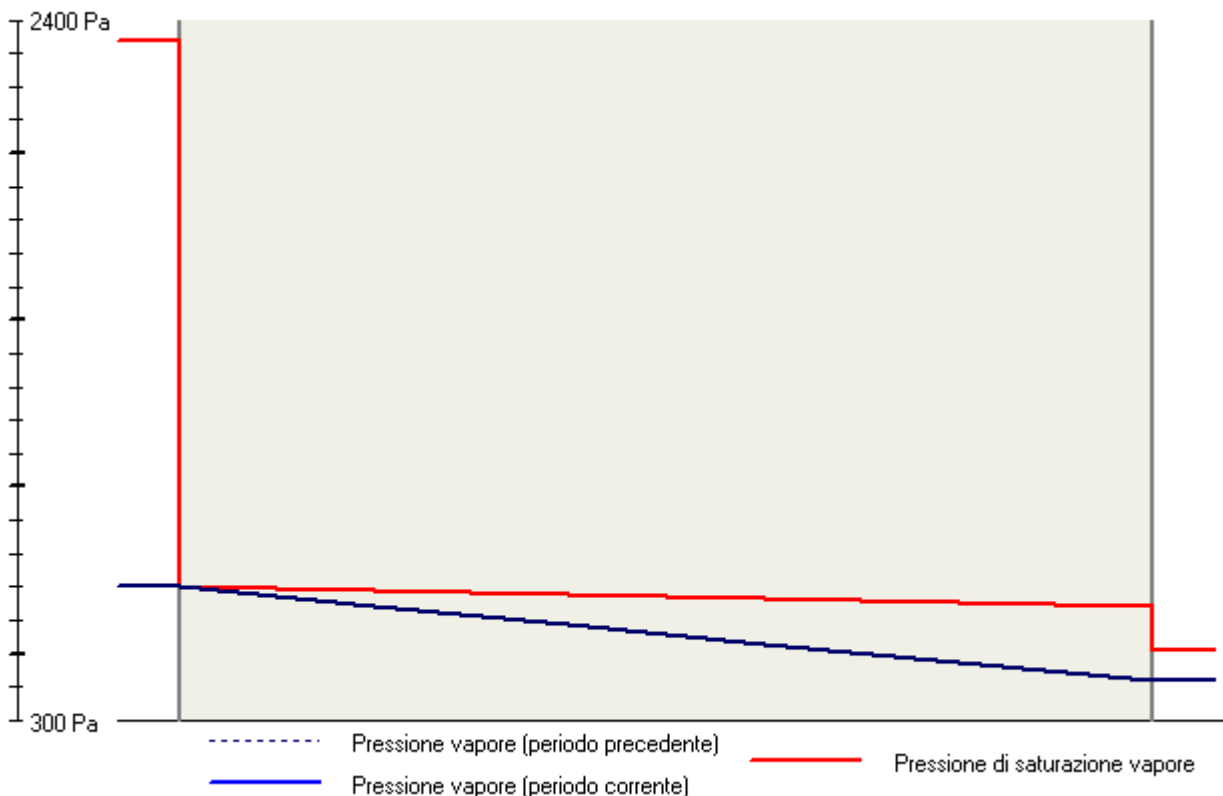
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,185$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





Interreg III B  
CO-FUNDING ERDF



AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



## CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO (RETROFIT ENERGETICO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_B1**

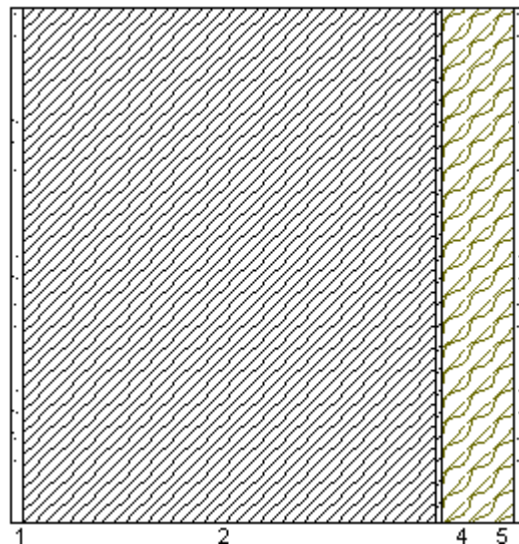
Codice struttura:

**M2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
2	Muratura in pietra naturale	680	3,000	4,412	3000	1,333	1,333	0,227
3	Intonaco di calce e sabbia	10	0,700	70,000	1400	20,000	33,333	0,014
4	Pannelli di fibra di legno	120	0,050	0,417	250	40,000	15,385	2,400
5	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**850**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,350**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**2,861**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1309	-2,2	418
Estiva (luglio)	20,7	1568	20,7	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 95 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 708 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_B1

Codice struttura:

M2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,940 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 < f_{Rsi} 0,916$ 

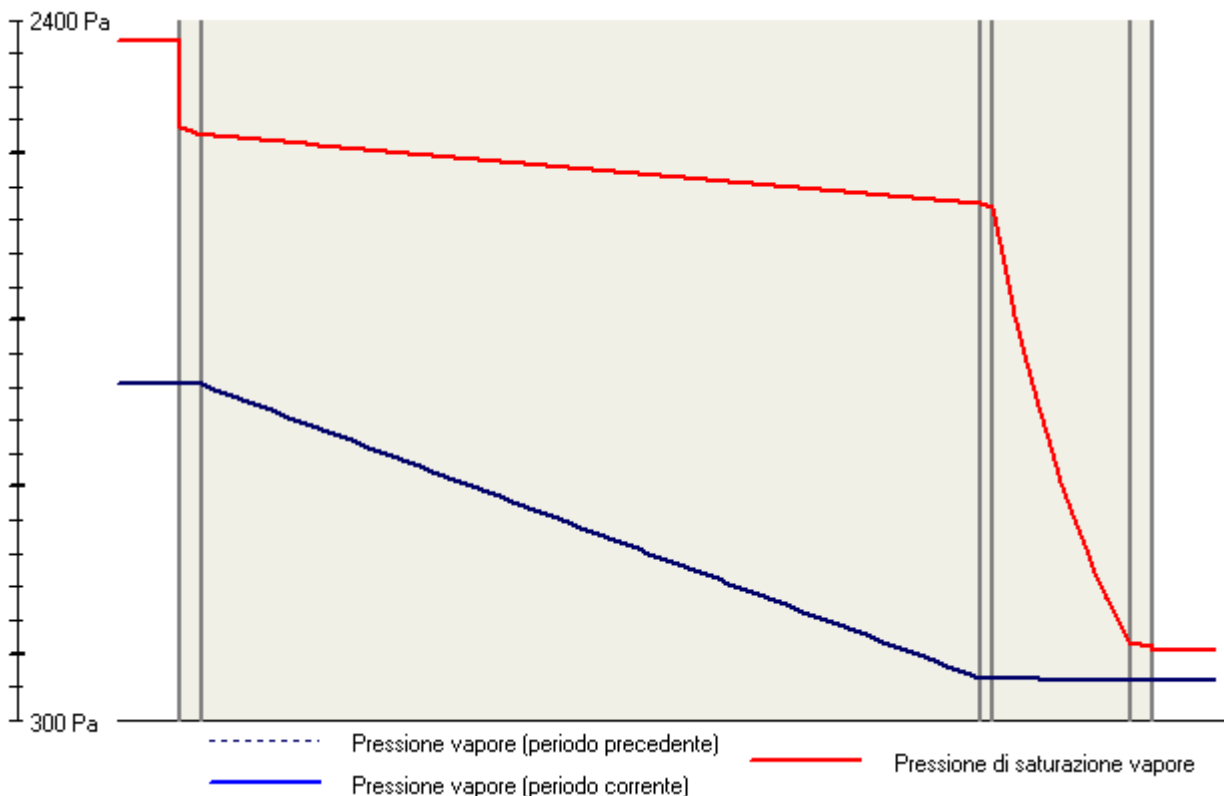
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

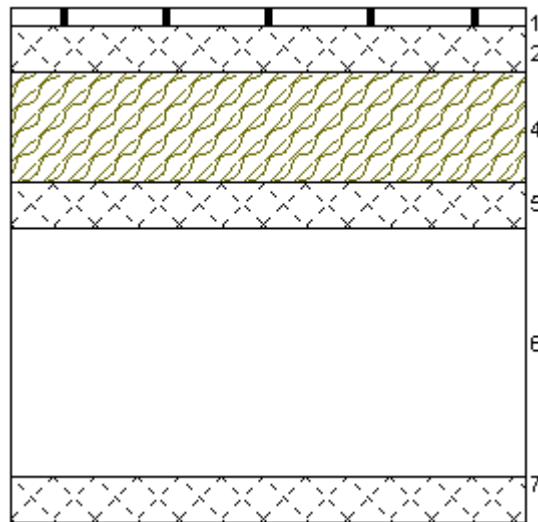
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ST\_B1**

Codice struttura:

**P2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	20	0,220	11,000	850	3,333	3,333	0,091
2	Sottofondo di cemento magro	50	0,700	14,000	1600	10,000	10,000	0,071
3	Impermeabilizzazione con PVC in fogli	0,4	0,160	400	1400	0,004	0,004	0,003
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50	1,490	29,800	2200	2,857	2,857	0,034
6	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	270	3,000	11,111	0	-	-	0,090
7	Sottofondo di cemento magro	50	0,700	14,000	1600	-	-	0,071
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**560,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,313**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,196****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1309	9,8	1208
Estiva (luglio)	20,7	1568	9,8	1208

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 1,28 E-01 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 789 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ST\_B1

Codice struttura:

P2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

- Te UR variabili, medie mensili.  
 T fissa, media annuale 9,77 °C UR fissa pari a 100,0%  
 T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

- Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1  Umidità relativa interna costante:  
 Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota:  Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:

**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 7,605 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

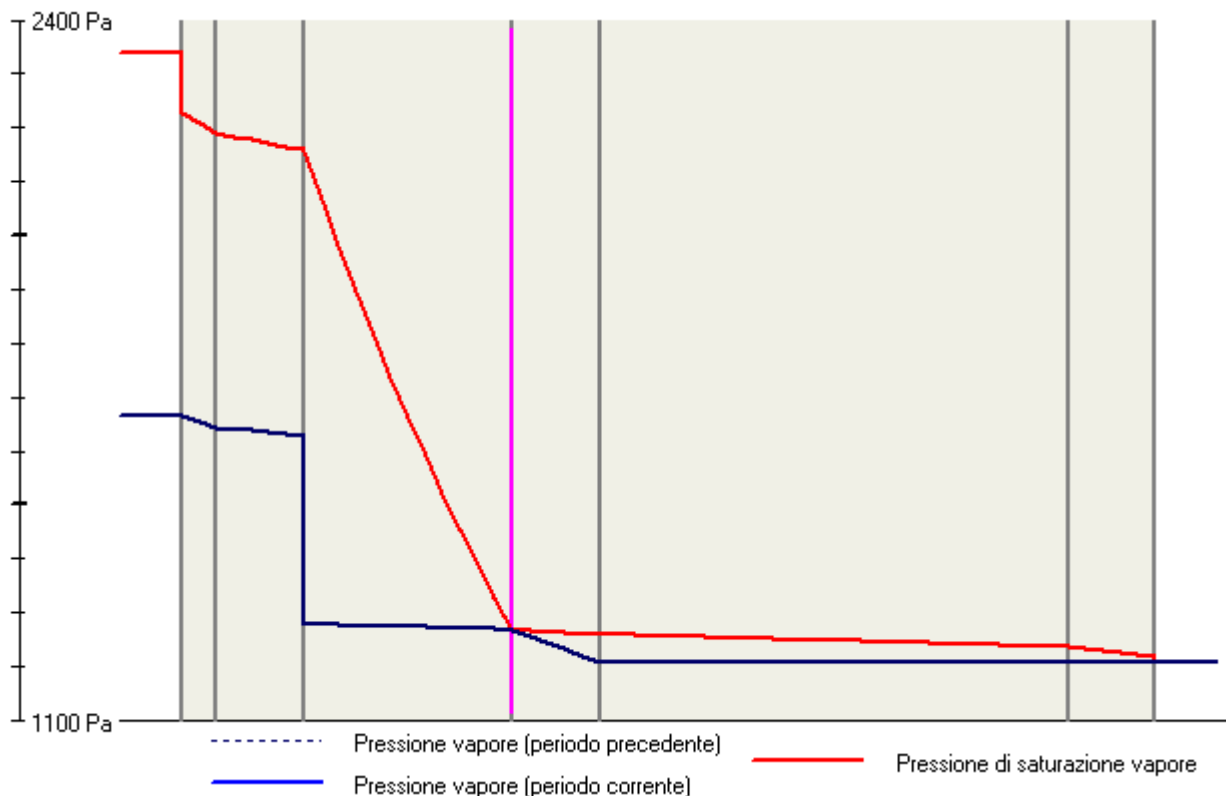
Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Positiva per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%  
 Mese critico Ottobre  $f_{Rsi}^{max}$  0,593 ≤  $f_{Rsi}$  0,925

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Mese con massima condensa accumulata: Agosto  
 Quantità di condensa ammissibile: 100 g/m²  
 Q.tà massima di condensa durante l'anno: 1,28 E-01 g/m²  
 L'evaporazione alla fine della stagione è: Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Agosto



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

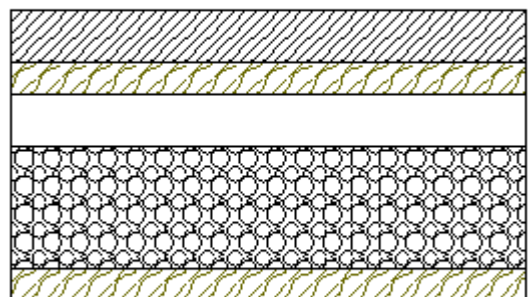
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C\_B1**

Codice struttura:

**S2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	50	3,000	60,000	2700	-	-	0,011
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	1	0,170	170	800	-	-	0,004
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	-	-	0,109
4	Aria debolmente ventilata (fl.ascend.)	50	0,625	12,500	0	-	-	0,080
5	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
6	Carta kraft	0,4	0,170	425	590	0,089	0,089	0,002
7	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	4,651	6,250	0,167
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**281,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**38,203**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,313**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,026**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,196****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1309	-2,2	418
Estiva (luglio)	20,7	1568	20,7	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 149 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 731 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_B1

Codice struttura:

S2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 78,431 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,026 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,925$ 

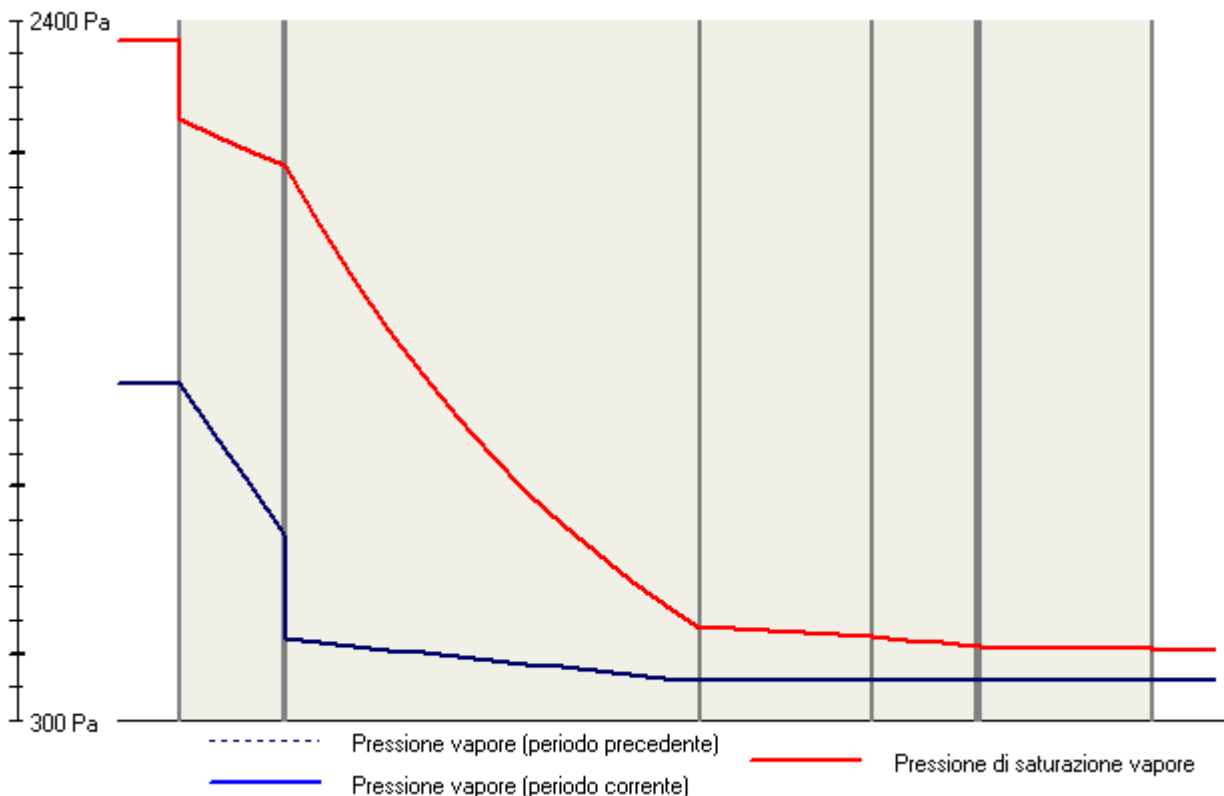
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termogrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_B2**

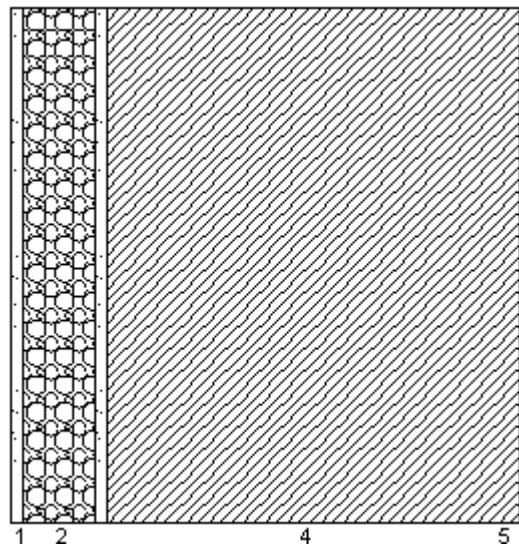
Codice struttura:

**M4**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
3	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
4	Muratura in pietra naturale	680	3,000	4,412	3000	1,333	1,333	0,227
5	Intonaco di calce e sabbia	10	0,700	70,000	1400	20,000	33,333	0,014
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**850**Conduktanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduktanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,314**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,183**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1309	-2,2	418
Estiva (luglio)	20,7	1568	20,7	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 2606 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 730 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduktanza

 $\lambda$  conduktività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_B2

Codice struttura:

M4

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,944 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,924$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

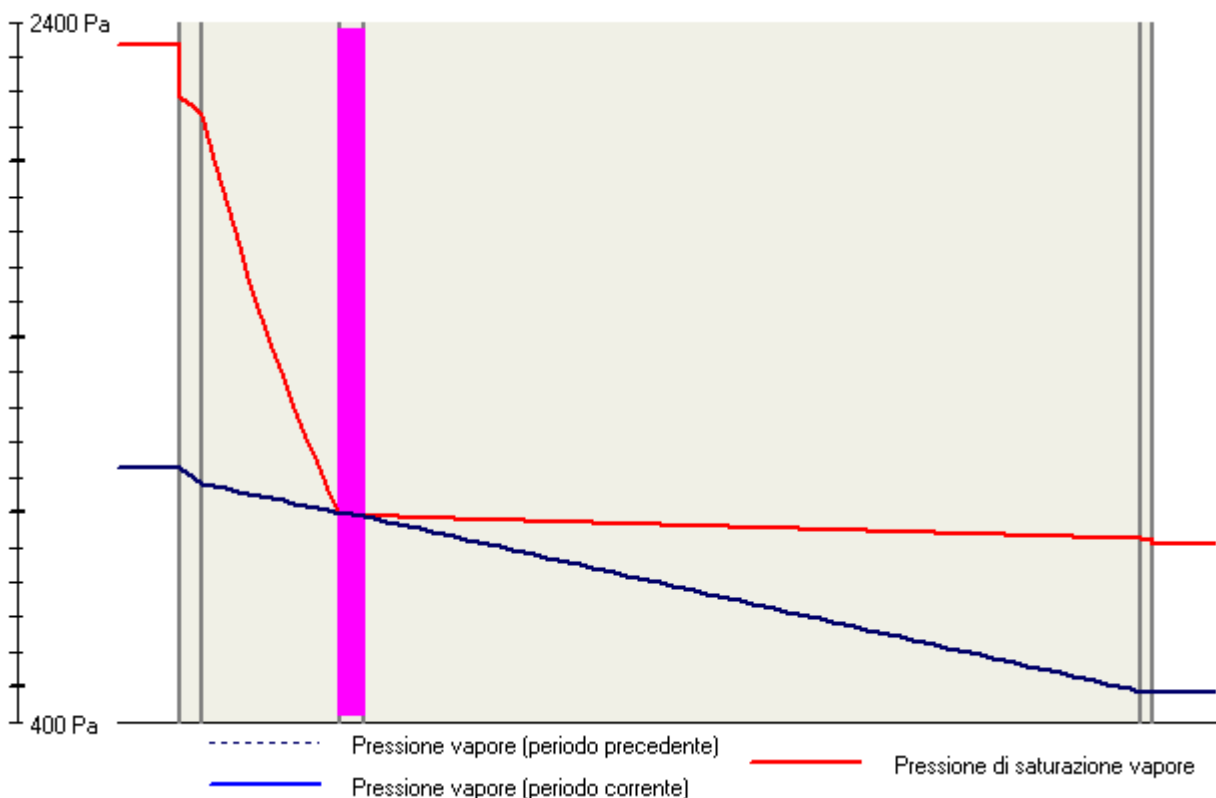
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

2606 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Marzo





**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

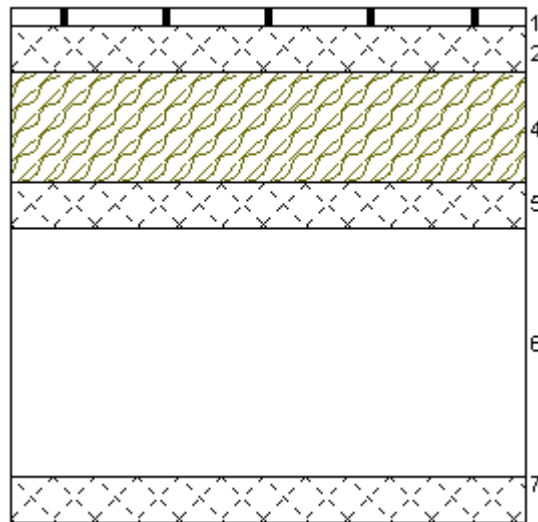
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ST\_B1**

Codice struttura:

**P2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	20	0,220	11,000	850	3,333	3,333	0,091
2	Sottofondo di cemento magro	50	0,700	14,000	1600	10,000	10,000	0,071
3	Impermeabilizzazione con PVC in fogli	0,4	0,160	400	1400	0,004	0,004	0,003
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50	1,490	29,800	2200	2,857	2,857	0,034
6	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	270	3,000	11,111	0	-	-	0,090
7	Sottofondo di cemento magro	50	0,700	14,000	1600	-	-	0,071
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**560,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,313**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,196****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1309	9,8	1208
Estiva (luglio)	20,7	1568	9,8	1208

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 1,28 E-01 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 789 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ST\_B1

Codice struttura:

P2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrametrica:

- Te UR variabili, medie mensili.  
 T fissa, media annuale 9,77 °C UR fissa pari a 100,0%  
 T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

- Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1  Umidità relativa interna costante:  
 Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota:  Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:

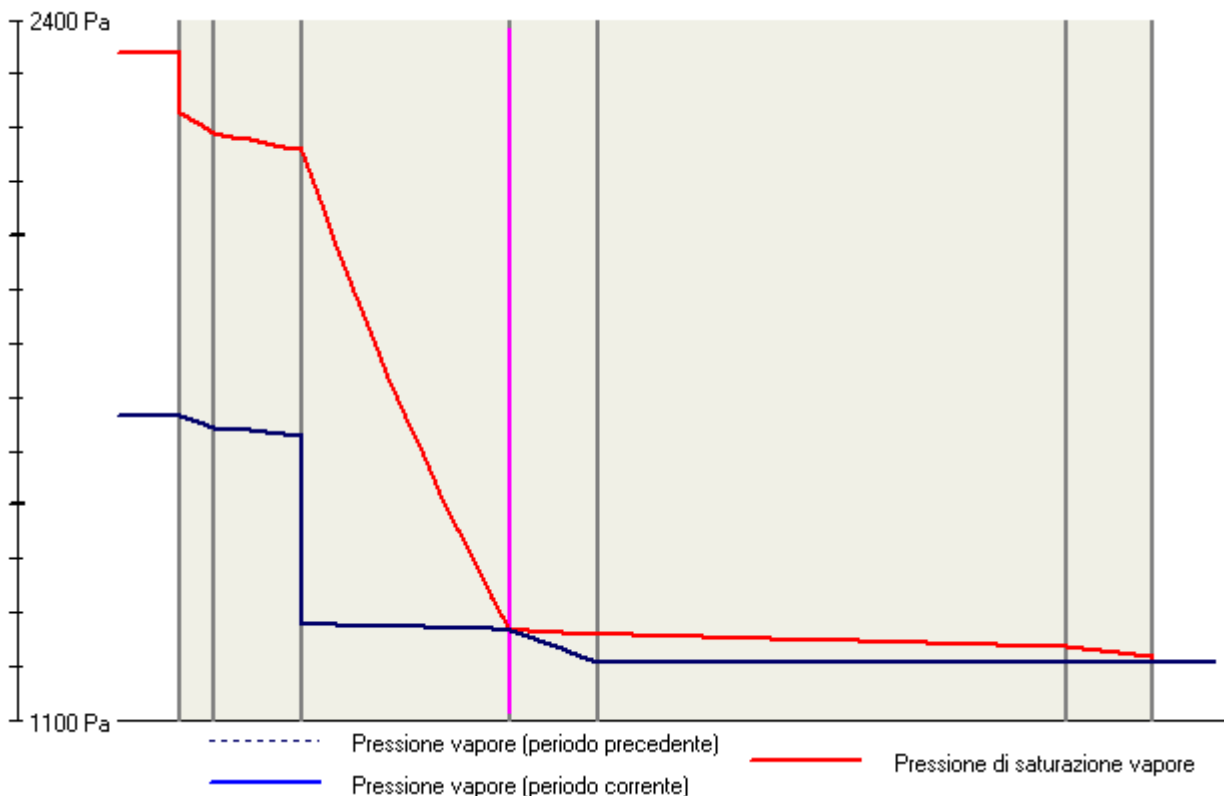
**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 7,605 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Positiva per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%  
 Mese critico Ottobre  $f_{Rsi}^{max}$  0,593 ≤  $f_{Rsi}$  0,925

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Mese con massima condensa accumulata: Agosto  
 Quantità di condensa ammissibile: 100 g/m<sup>2</sup>  
 Q.tà massima di condensa durante l'anno: 1,28 E-01 g/m<sup>2</sup>  
 L'evaporazione alla fine della stagione è: Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Agosto



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

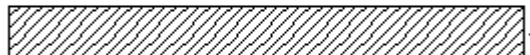
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C\_A**

Codice struttura:

**S1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	50	3,000	60,000	2700	0,020	0,020	0,017
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**50**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**5,357**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,187****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	700	-2,2	418
Estiva (luglio)	20,7	1568	20,7	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_A

Codice struttura:

S1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 0,400 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

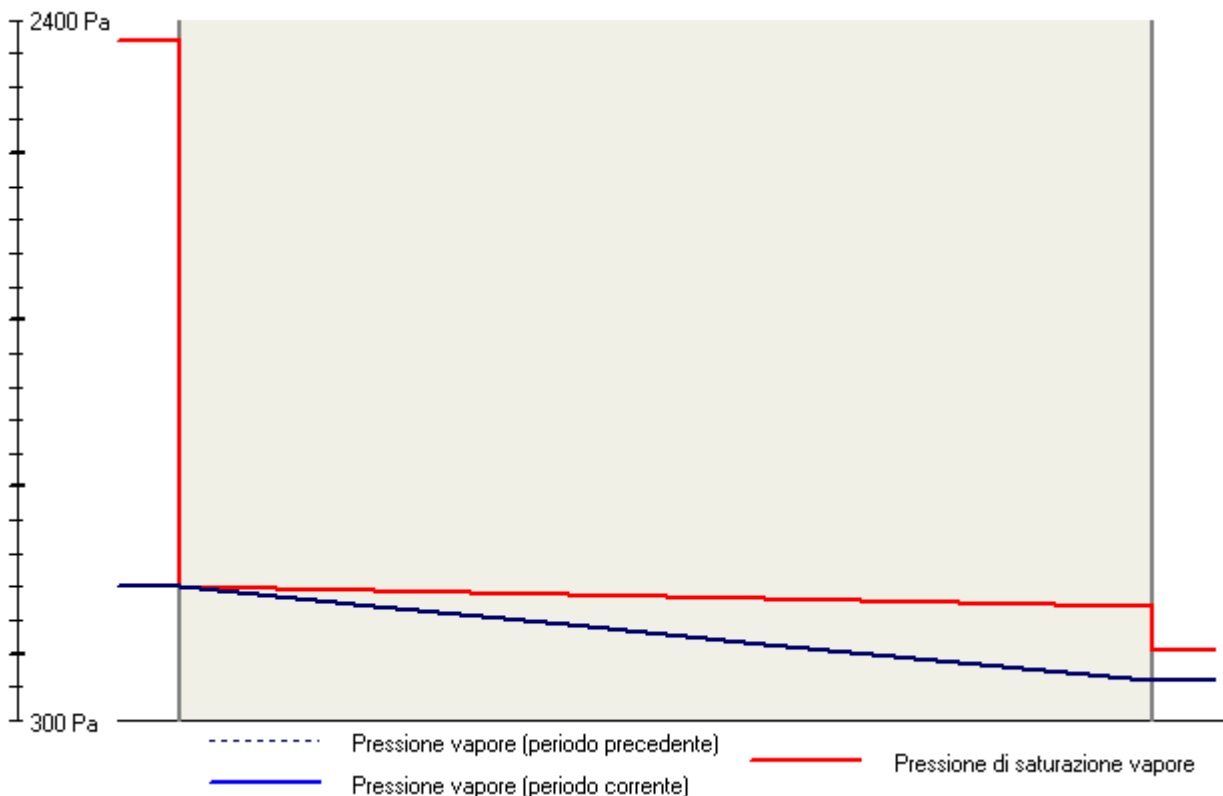
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,185$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

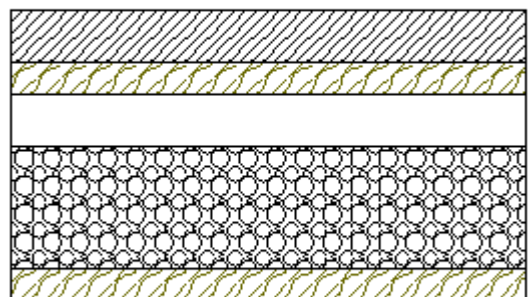
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C\_B1**

Codice struttura:

**S2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	50	3,000	60,000	2700	-	-	0,011
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	1	0,170	170	800	-	-	0,004
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	-	-	0,109
4	Aria debolmente ventilata (fl.ascend.)	50	0,625	12,500	0	-	-	0,080
5	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
6	Carta kraft	0,4	0,170	425	590	0,089	0,089	0,002
7	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	4,651	6,250	0,167
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**281,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**38,203**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,313**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,026**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,196****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1309	-2,2	418
Estiva (luglio)	20,7	1568	20,7	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 149 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 731 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_B1

Codice struttura:

S2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 78,431 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,026 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 < f_{Rsi} 0,925$ 

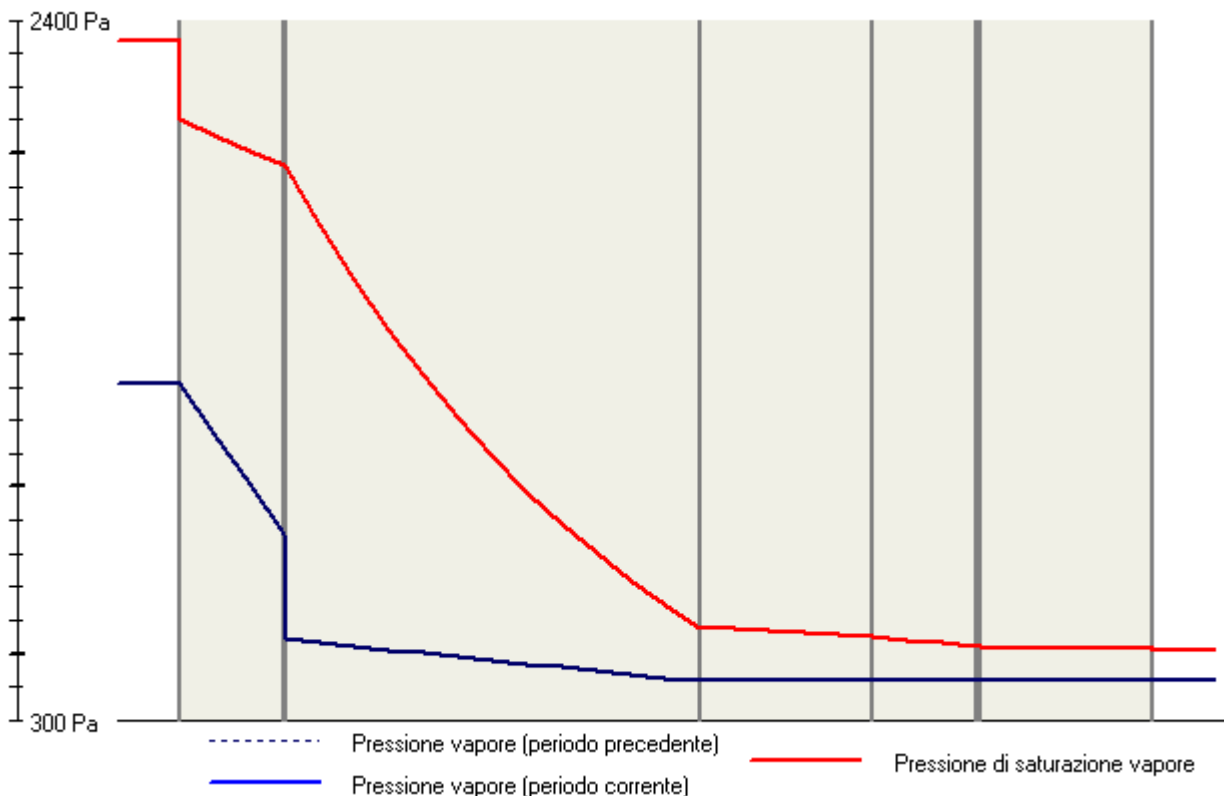
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





## COSTO DEGLI INTERVENTI E TEMPO DI RITORNO

Elemento	PARETE PORTANTE	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Materiali utilizzati		
Isolante termico	43,76 €/m <sup>2</sup>	25,72 €/m <sup>2</sup>
Intonaco interno	23,17 €/m <sup>2</sup>	16,90 €/m <sup>2</sup>
Intonaco esterno	65,15 €/m <sup>2</sup>	23,17 €/m <sup>2</sup>
Cartongesso, montanti in legno	-	37,79 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>132,00 €/m<sup>2</sup></b>	<b>103,58 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>10 296,00 €</b>	<b>8 079,24 €</b>

Elemento	SOLAIO INFERIORE SU TERRAPIENO	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	
Calcestruzzo, rete elettrosaldata	38,84 €/m <sup>2</sup>	
Igloo	25,72 €/m <sup>2</sup>	
Isolante termico e guaine	43,07 €/m <sup>2</sup>	
Pavimento in legno	47,90 €/m <sup>2</sup>	
<b>Costo intervento</b>	<b>155,53 €/m<sup>2</sup></b>	
<b>Costo complessivo</b>	<b>6 687,79 €</b>	

Elemento	COPERTURA	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Tavolato, listelli, controlistelli	72,20 €/m <sup>2</sup>	72,20 €/m <sup>2</sup>
Guaine	6,74 €/m <sup>2</sup>	6,74 €/m <sup>2</sup>
Pannelli isolanti	38,44 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>117,38 €/m<sup>2</sup></b>	<b>102,00 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>9 155,64 €</b>	<b>7 956,00 €</b>



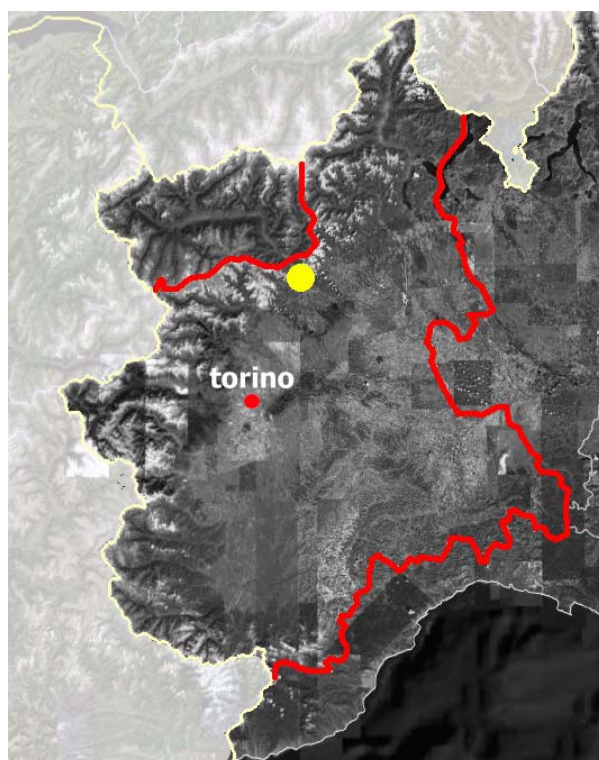


Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO
Materiali utilizzati	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4
Serramento in larice	227,00 €/m <sup>2</sup>
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m <sup>2</sup>
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>329,90 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>1 649,50 €</b>

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	
<b>B1 – Isolante in fibra di legno</b>	
Costo totale intervento retrofit energetico	27 788,93 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	7,1
<b>B2 – Isolante in fibra di cellulosa</b>	
Costo totale intervento retrofit energetico	24 372,53€
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	7,5



Denominazione	Alpeggio Girondo
Indirizzo	Località Piovanetto
Città	Tavagnasco
Comunità montana	Dora Baltea Canavesana
Data di costruzione	1860 circa
Tipologia edificio	Ex Alpeggio
Superficie utile	352 mq



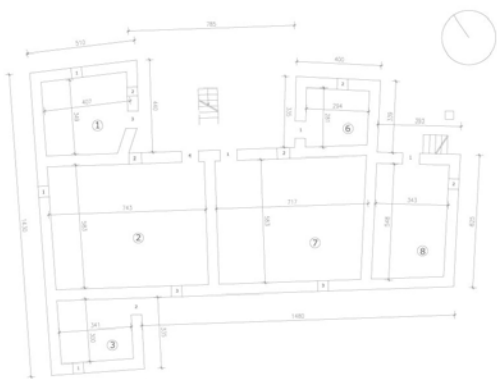
Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Basso
Qualità del trasporto pubblico	Assente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile	Assente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'energia elettrica	Sufficiente
Uso principale del sito e area circostante	Pascoli



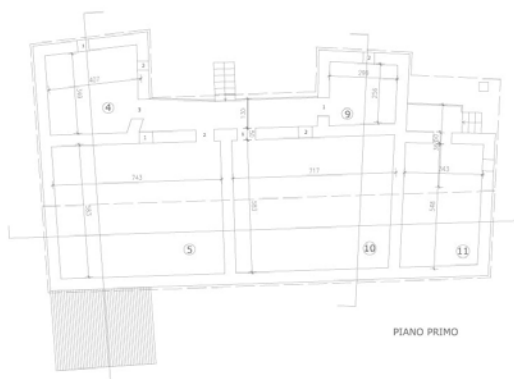
Prospetto nord



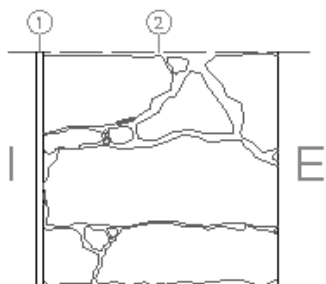
Prospetto nord



Pianta piano terra



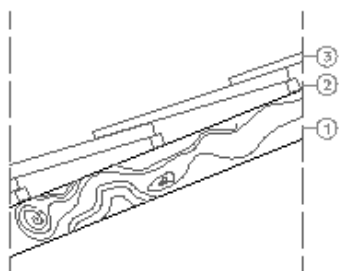
Pianta piano primo



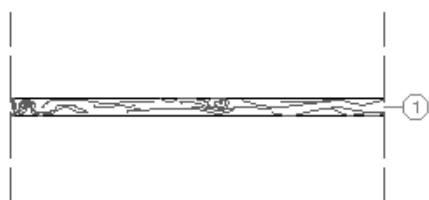
**Parete portante**

Apertura con telaio in legno e vetro chiaro semplice con sistema di chiusura a persiana

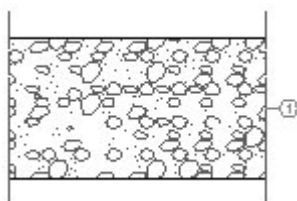
**Serramenti**



**Copertura**



**Solaio inferiore**



**Solaio inferiore**



1 Intonaco	3 cm
2 Pietra calcarea	50 cm



1 Travi in legno	18 cm
2 Travetti	6 cm
3 Pietra tipo gneiss	5 cm

1 Pavimento in legno	2 cm
----------------------	------



1 Pietra di fiume	20 cm
-------------------	-------



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B** 12

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Parete portante esterna	2,7	298,4
Parete portante verso zona non riscaldata	2,2	98,2
Copertura	5,4	210
Solaio inferiore su terrapieno	4,1	133
Solaio inferiore su spazio non riscaldato	1,4	123
Area vetrata	3,5	15,9

Rendimento ipotetico del sistema di riscaldamento	0.7	
Massa termica	160	Wh/m2 K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m2
Gradi giorno	2763	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO

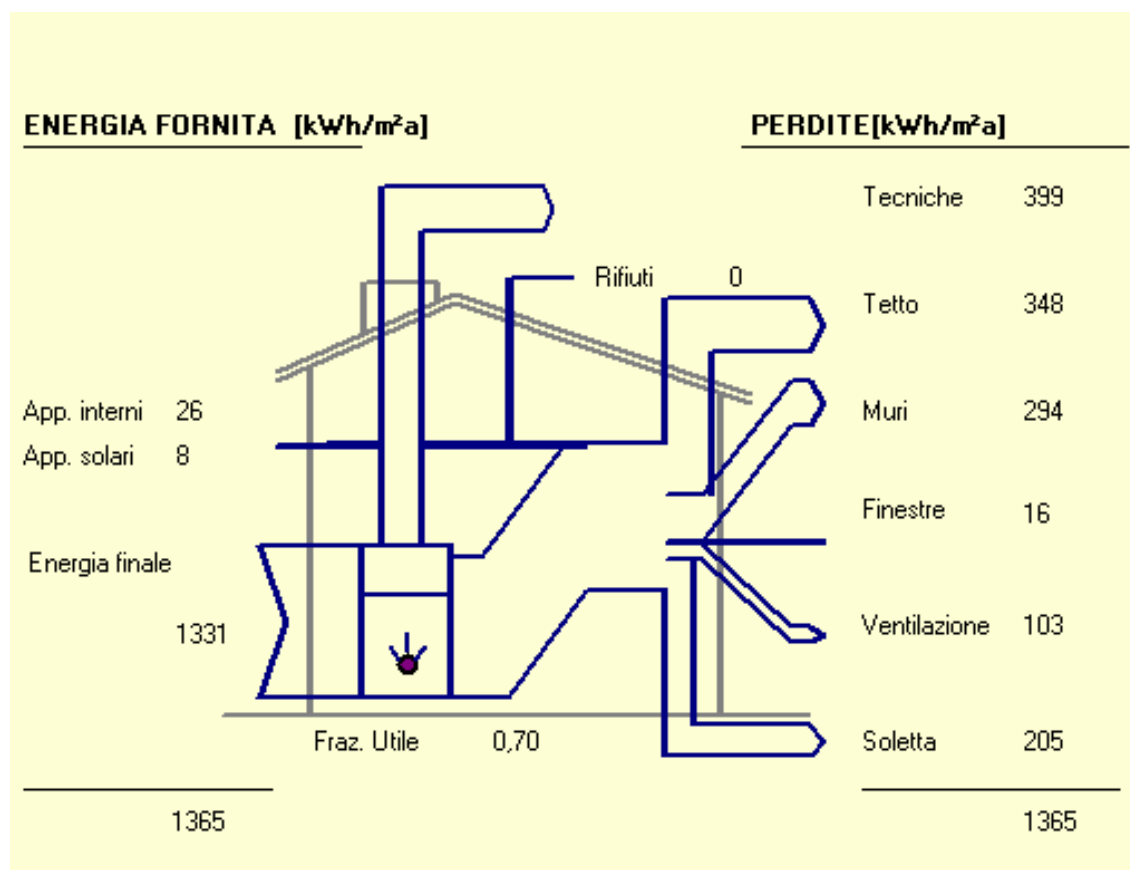
ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	294	30,4
Copertura	348	36
Solaio inferiore	205	21,2
Serramenti	16	1,7
Ventilazione	103	10,7
<b>TOTALE</b>	<b>966</b>	<b>100</b>



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B** 12

Fabbisogno energia primaria	797	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti solari	14	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti interni	26	kWh/m <sup>2</sup> anno

BILANCIO ENERGETICO





### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno e intonaco

1	Intonaco	3 cm
2	Pannello in fibra di legno	12 cm
3	Intonaco	2 cm
4	Pietra calcarea	50 cm

#### Parete portante

Descrizione

L'intervento consiste nell'applicare alla muratura in pietra dei pannelli isolanti in fibra di legno di 12 cm attraverso tasselli piatti a secco. La muratura viene precedentemente intonacata per poter operare su una superficie piana e, in seguito, sulla faccia a vista del pannello viene applicato uno strato di intonaco di 2 cm attraverso una rete porta intonaco in fibra di vetro.

Spessore

67 cm

Trasmittanza

0,33 W/m<sup>2</sup> °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento

27 kWh/m<sup>2</sup>



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa

1	Cartongesso	2 cm
2	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
3	Intonaco	2 cm
4	Pietra calcarea	50 cm

#### Parete portante

Descrizione

L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti in fibra di cellulosa di 12 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di lastre di cartongesso di spessore totale di 2 cm.

Spessore

66 cm

Trasmittanza

0,35 W/m<sup>2</sup> °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento

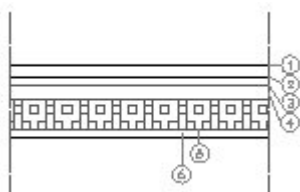
42 kWh/m<sup>2</sup>





## Serramenti

Descrizione	Sostituzione serramenti esistenti. Impiego di finestre con telaio in legno e vetrocamera (4-12-4)
Trasmittanza	2,2 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	9 kWh/m <sup>2</sup>



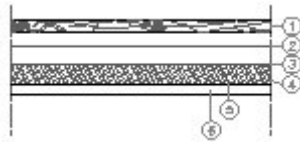
### Isolamento del solaio con pannelli in fibra di cellulosa

1	Pavimento in legno	1 cm
2	Struttura in legno	2 cm
3	Aria non ventilata	8 cm
4	Pannello in fibra di cellulosa	10 cm
5	Carta kraft	0.08 cm
6	Cartongesso	2 cm

## Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato e realizzazione di camera d'aria.
Spessore	23,08 cm
Trasmittanza	0,31 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	9 kWh/m <sup>2</sup>



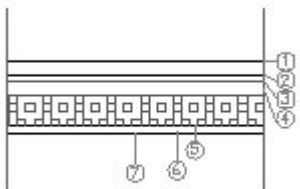


### Isolamento del solaio con pannelli in fibra di legno

1	Pavimento in legno	1 cm
2	Struttura in legno	2 cm
3	Aria non ventilata	8 cm
4	Pannello in fibra di legno	10 cm
5	Carta kraft	0,08 cm
6	Cartongesso	2 cm

#### Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di legno posati su tavolato e realizzazione di camera d'aria.
Spessore	23,08 cm
Tramittanza	0,34 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	6 kWh/m <sup>2</sup>

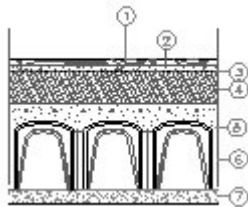


### Isolamento della falda con pannelli in fibra di cellulosa

1	Rivestimento in pietra tipo gneiss	4 cm
2	Barriera all'acqua traspirante	0,04 cm
3	Tavolato in legno	3 cm
4	Aria debolmente ventilata	5 cm
5	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
6	Carta kraft	0,04 cm
7	Tavolato in legno	3 cm

#### Copertura

Descrizione	Isolamento della falda attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato in legno. Il pacchetto di copertura comprende una camera d'aria debolmente ventilata.
Spessore	27,08 cm
Tramittanza	0,34 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	6 kWh/m <sup>2</sup>



### Isolamento del solaio con pannelli in fibra di legno

1	Pavimento in legno	2 cm
2	Sottofondo di cemento magro	5 cm
3	Impermeabilizzazione in PVC	0,04 cm
4	Pannello in fibra di legno	12 cm
5	Massetto ripartitore in cls con rete	5 cm
6	Aria debolmente ventilata	27 cm
7	Sottofondo di cemento magro	5 cm

### Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di legno posati su tavolato e realizzazione di camera d'aria.
Spessore	56,04 cm
Tramittanza	0,34 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	6 kWh/m <sup>2</sup>



### DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)		Superficie (m <sup>2</sup> )
	Ipotesi B1 isolante in fibra di legno	Ipotesi B2 isolante in fibra di cellulosa	
Parete portante esterna	0,36	0,32	298,4
Parete portante verso zona non riscaldata	0,35	0,32	98,2
Copertura	0,32	0,32	210
Solaio inferiore su terrapieno	0,32	0,30	133
Solaio inferiore su spazio non riscaldato	0,34	0,34	123
Area vetrata	2,2	2,2	15,9

Rendimento del sistema di riscaldamento	0.75	
Massa termica	160	Wh/m2 K
Ricambi d'aria	0,6	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m2
Gradi giorno	2763	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

### BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1

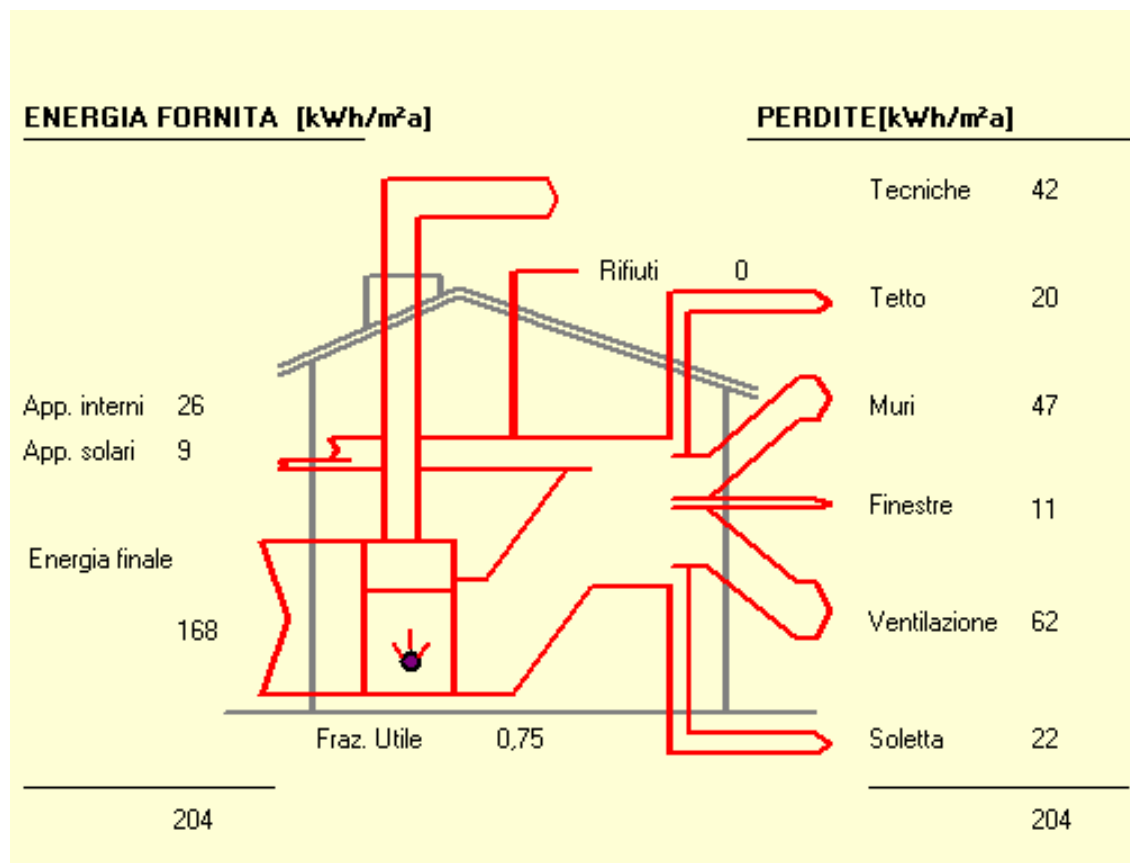
ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	47	29
Copertura	20	12,3
Solaio inferiore	22	13,6
Serramenti	11	6,8
Ventilazione	62	38,3
TOTALE	162	100



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **D 12**

Fabbisogno energia primaria	168	kWh/m2 anno
Apporti solari	9	kWh/m2 anno
Apporti interni	26	kWh/m2 anno

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1**





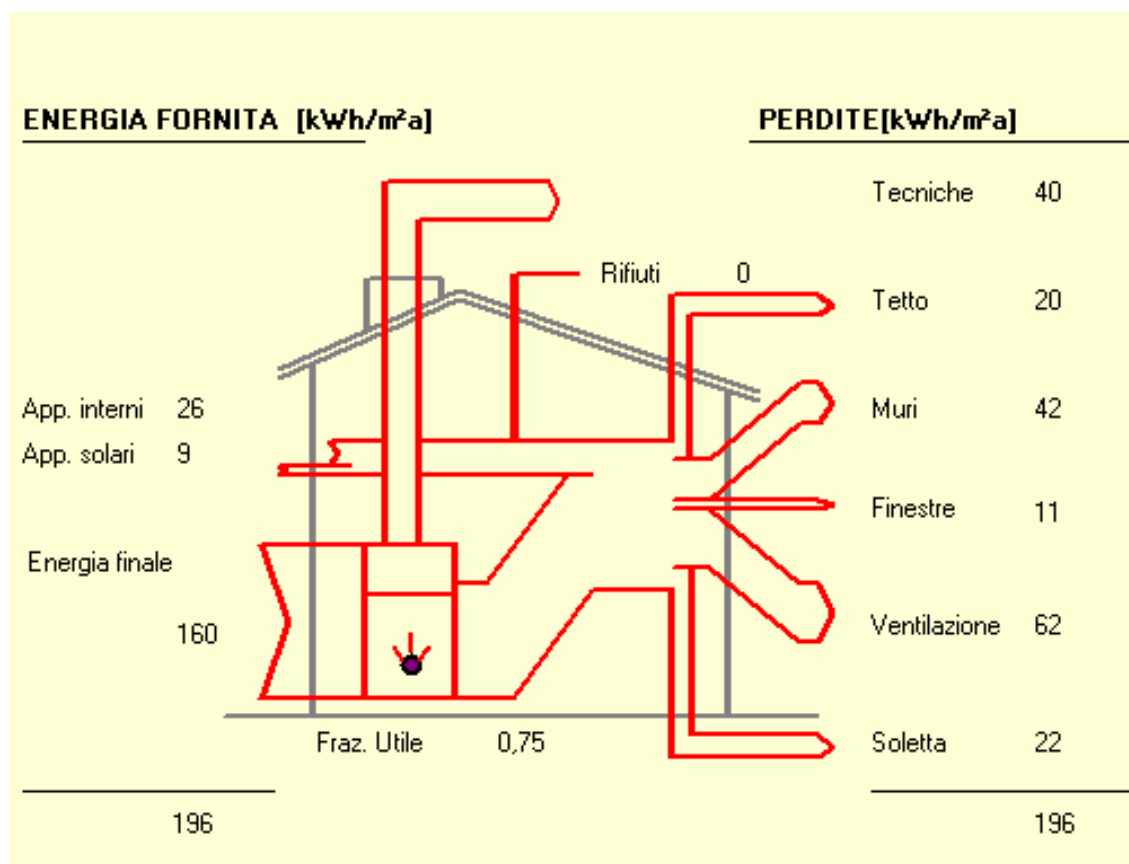
Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **D 12**

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2**

ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	42	26,8
Copertura	20	12,7
Solaio inferiore	22	14
Serramenti	11	7
Ventilazione	62	39,5
<b>TOTALE</b>	<b>157</b>	<b>100</b>

Fabbisogno energia primaria	160	kWh/m2 anno
Apporti solari	9	kWh/m2 anno
Apporti interni	26	kWh/m2 anno

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2**





AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI  
DELL'EDIFICIO (STATO DI FATTO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **MN\_A**

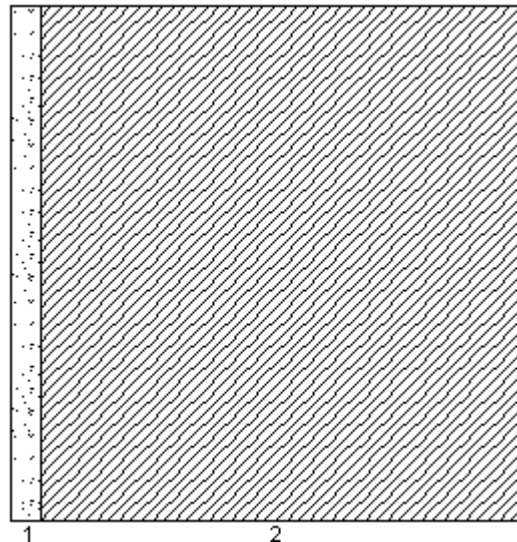
Codice struttura:

**M11**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	30	0,800	26,667	1600	20,000	33,333	0,037
2	Muratura in pietra naturale	500	3,000	6,000	3000	1,333	1,333	0,167
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**530**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,154**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,464**

Interno



Esterno

Simbologia:

s spessore dello strato  
C conduttanza  
 $\lambda$  conduttività  
 $\rho$  massa volumica

$\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%  
 $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%  
R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **MN\_A**

Codice struttura:

**M11**

Calcolo per

Resistenza superficiale interna  
Resistenza superficiale esterna  
Maggiorazione isolante / non isolante

m<sup>2</sup>K/W  
m<sup>2</sup>K/W  
%

**POTENZA**

**CCR**

0,130  
0,130  
100% / 100%

0,130  
0,130  
50% / 0%

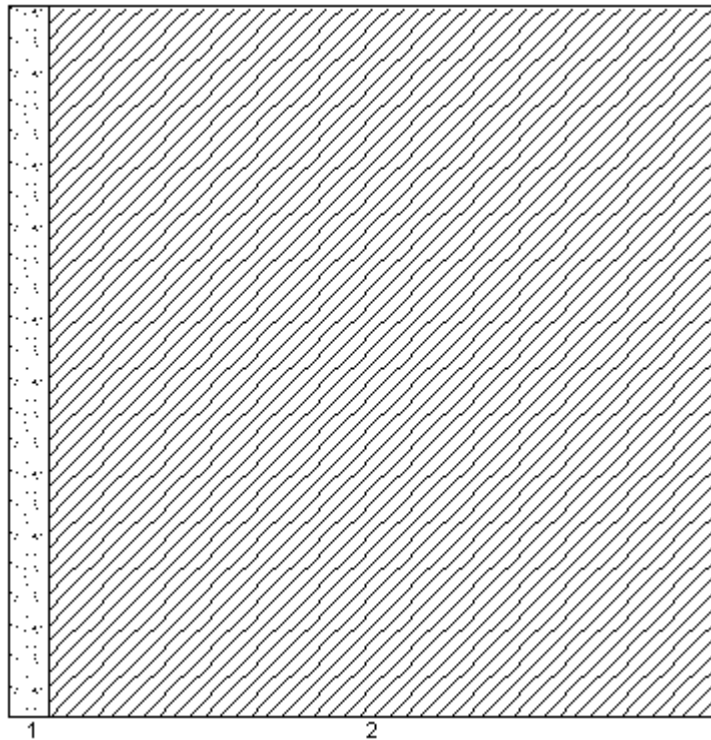
N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	30	0,800	0,037	0,800	0,037
2	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	500	3,000	0,167	3,000	0,167
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **530** mm  
Massa areica **1548** kg/m<sup>2</sup>

R **0,464** m<sup>2</sup>K/W  
U **2,154** W/m<sup>2</sup>K

<b>0,464</b>	<b>0,464</b>
<b>2,154</b>	<b>2,154</b>

Interno



Esterno



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_A**

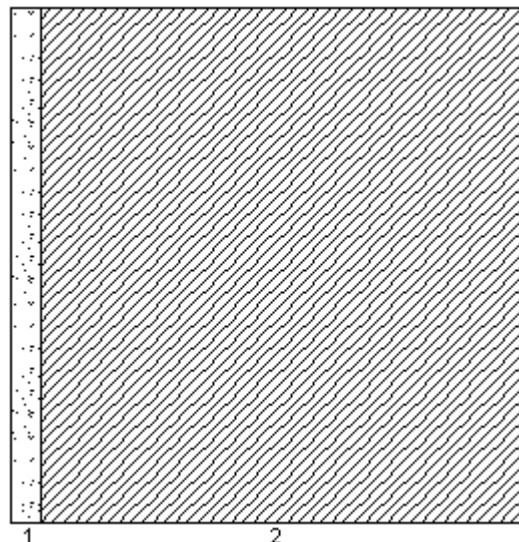
Codice struttura:

**M1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	30	0,800	26,667	1600	20,000	33,333	0,037
2	Muratura in pietra naturale	500	3,000	6,000	3000	1,333	1,333	0,167
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**530**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,673**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,374**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1226	0,2	509
Estiva (luglio)	23,1	1815	23,1	1815

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 603 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_A**

Codice struttura:

**M1**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m²K/W  
 Resistenza superficiale esterna m²K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

**CCR**

1,6  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

0,8  
 0,130  
 0,086  
 50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m³]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	30	0,800	0,037	0,800	0,037
2	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	500	3,000	0,167	3,000	0,167
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

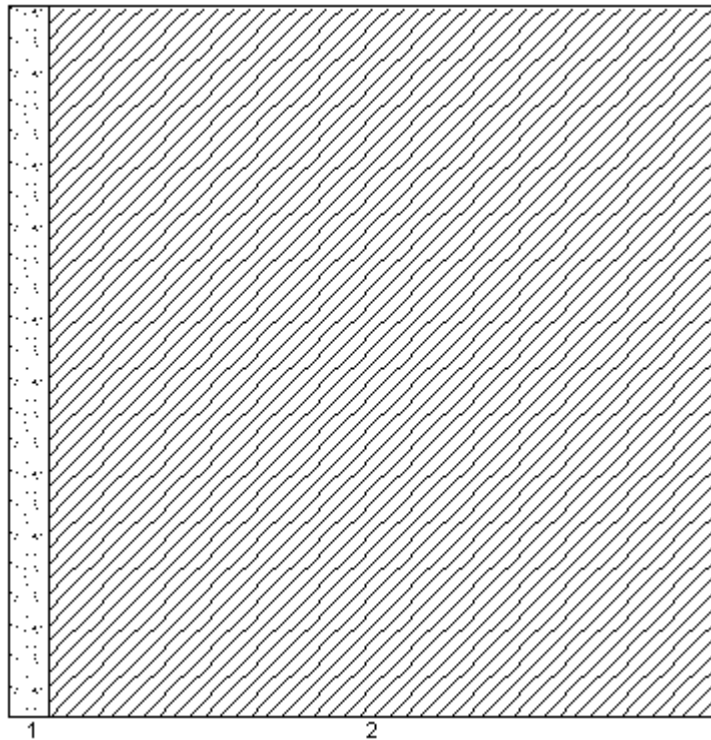
Spessore totale **530** mm  
 Massa areica **1548** kg/m²

R **0,374** m²K/W  
 U **2,673** W/m²K

**0,420**

**2,381**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_A

Codice struttura:

M1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -8,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 2,656 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,494$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

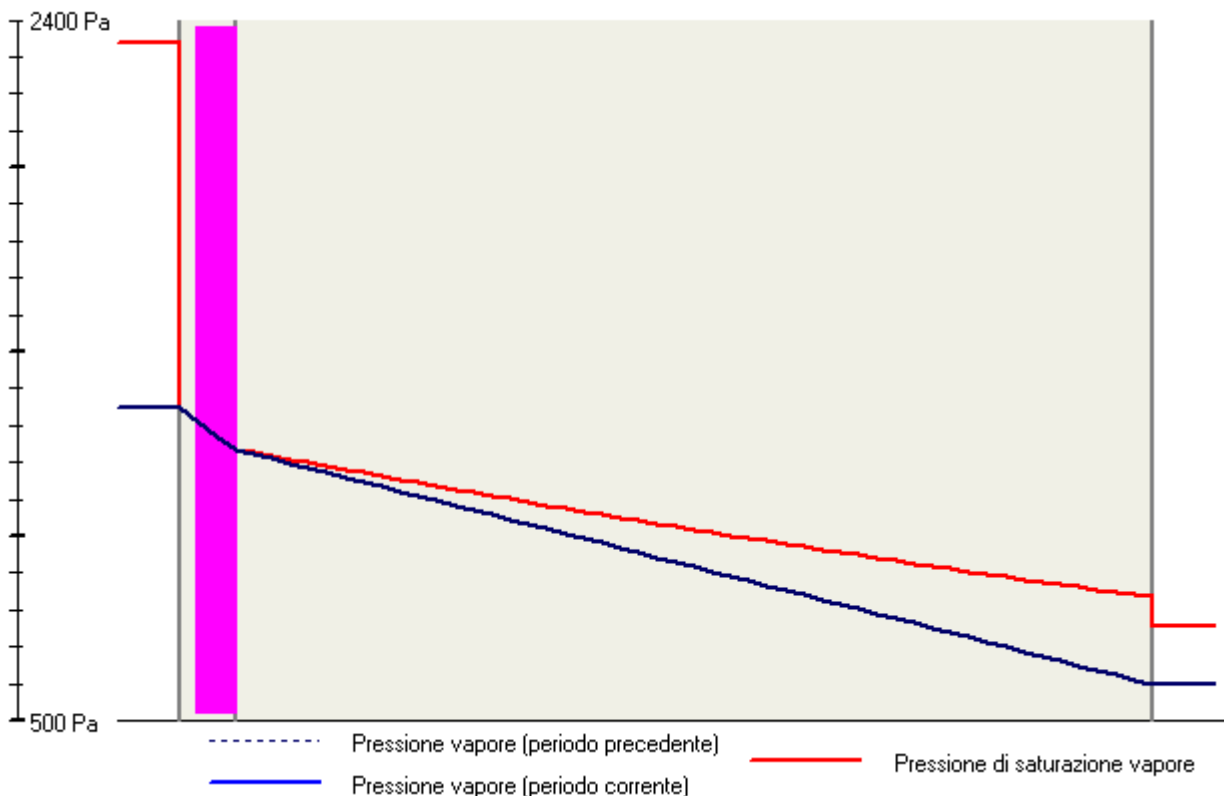
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

603 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **SINn\_A**

Codice struttura:

**P2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**20**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,344**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,427**

## Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn\_A

Codice struttura:

P2

Calcolo per

Resistenza superficiale interna  
Resistenza superficiale esterna  
Maggiorazione isolante / non isolante

m<sup>2</sup>K/W  
m<sup>2</sup>K/W  
%

POTENZA

CCR

0,170  
0,170  
100% / 100%

0,170  
0,170  
50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 20 mm  
Massa areica 9 kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
U W/m<sup>2</sup>K

0,507  
1,974

0,522  
1,916



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

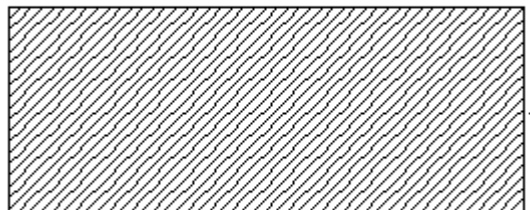
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ST**

Codice struttura:

**P1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pietra di fiume	200	2,600	13,000	2600	0,800	1,000	0,077
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**200**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**4,050**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,247****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1391	12,2	1417
Estiva (luglio)	23,1	1777	12,2	1417

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ST**

Codice struttura:

**P1**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

**CCR**

1,6  
 0,170  
 0,040  
 100% / 100%

0,8  
 0,170  
 0,086  
 50% / 0%

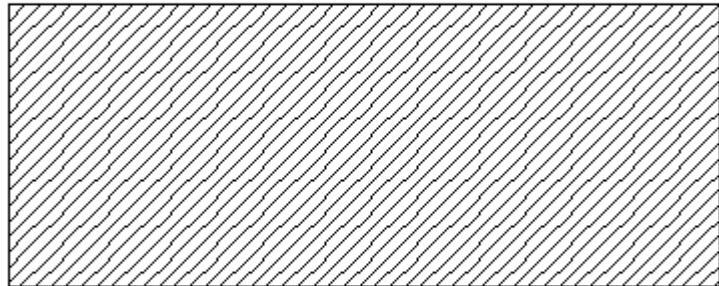
N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pietra di fiume	2600	250	0%	200	2,600	0,077	2,600	0,077
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **200** mm  
 Massa areica **520** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

**0,287**  
**3,485**

**0,333**  
**3,005**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ST

Codice struttura:

P1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -8,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

- Te UR variabili, medie mensili.  
 T fissa, media annuale 12,17 °C UR fissa pari a 100,0%  
 T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

- Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x 1.1  Umidità relativa interna costante:  
 Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota:  Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:

**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 4,000 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

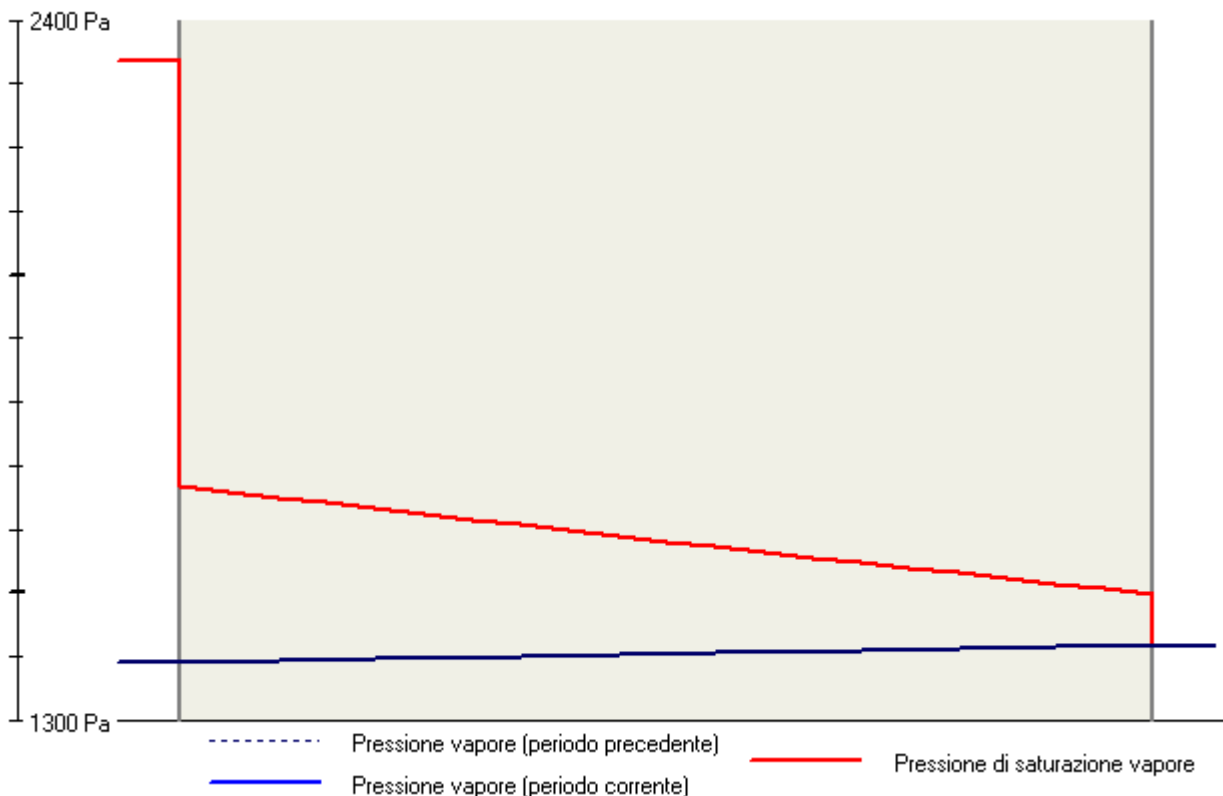
Mese critico Ottobre

 $f_{Rsi}^{max} 0,556 \leq f_{Rsi} 0,319$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

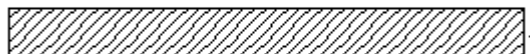
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C**

Codice struttura:

**S1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	50	3,000	60,000	2700	0,020	0,020	0,017
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**50**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**5,357**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,187****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	668	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **C**

Codice struttura:

**S1**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

**CCR**

2,8  
 0,100  
 0,040  
 100% / 100%

1,4  
 0,100  
 0,072  
 50% / 0%

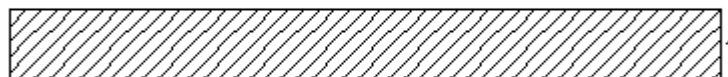
N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	2700	10000	0%	50	3,000	0,017	3,000	0,017
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **50** mm  
 Massa areica **135** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

**0,157**  
**6,383**

**0,189**  
**5,302**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C

Codice struttura:

S1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 0,400 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

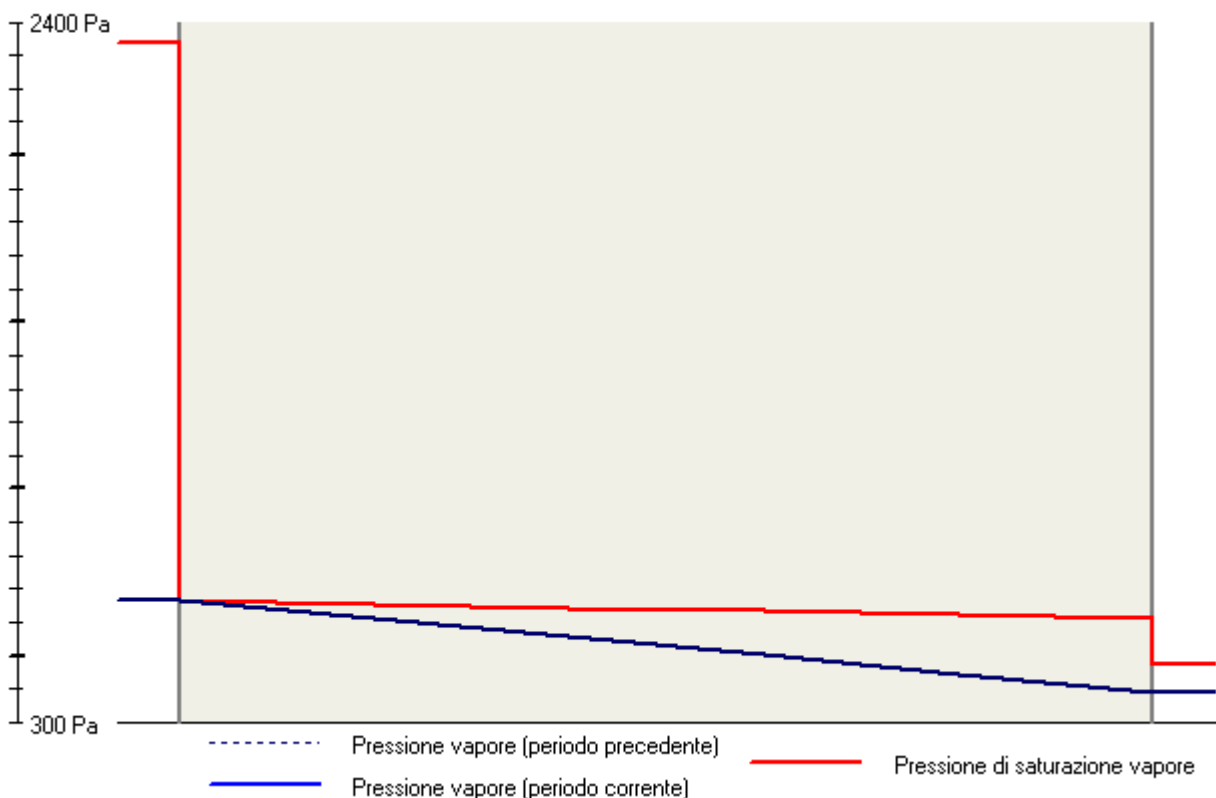
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,185$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





Interreg III B  
CO-FUNDING ERDF



AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



## CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO (RETROFIT ENERGETICO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_B1**

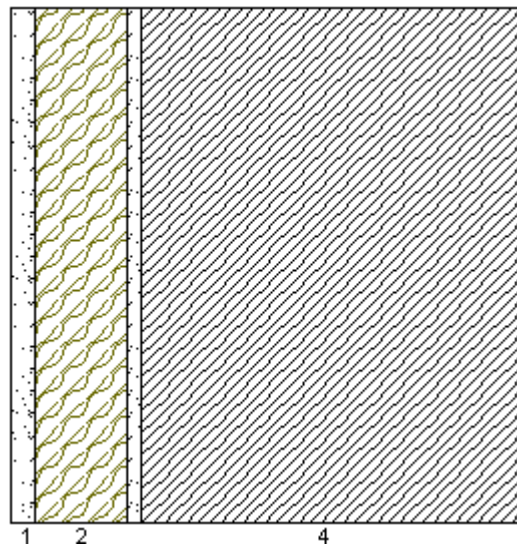
Codice struttura:

**M5**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	30	0,800	26,667	1600	20,000	33,333	0,037
2	Pannelli di fibra di legno	120	0,050	0,417	250	40,000	15,385	2,400
3	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
4	Muratura in pietra naturale	500	3,000	6,000	3000	1,333	1,333	0,167
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**670**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,357**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**2,803**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1391	0,2	509
Estiva (luglio)	23,1	1815	23,1	1815

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 1283 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 712 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_B1**

Codice struttura:

**M5**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

1,6

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

0,8

0,130

0,086

50% / 0%

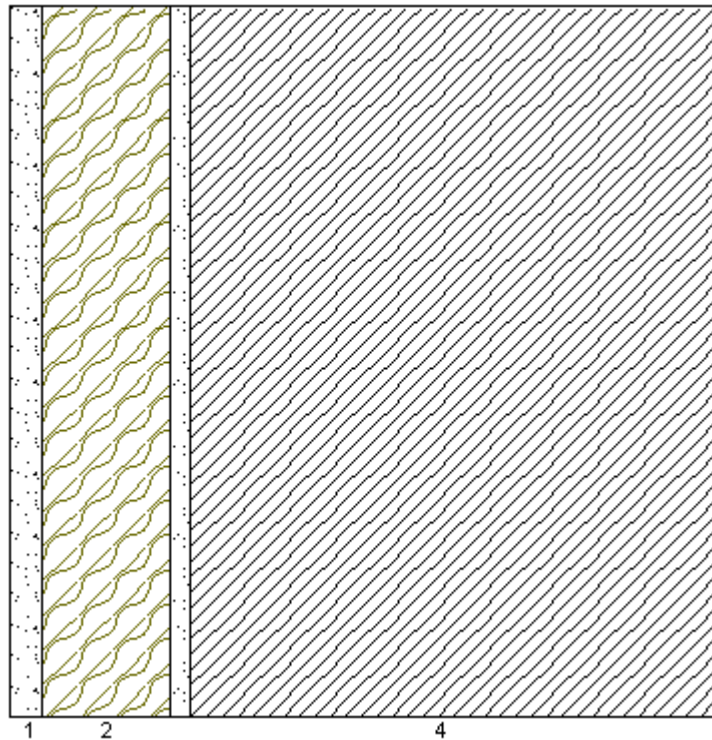
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	Calcolo per		Calcolo per	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	30	0,800	0,037	0,800	0,037
2	Pannelli di fibra di legno	250	5	20%	120	0,050	2,400	0,046	2,618
3	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
4	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	500	3,000	0,167	3,000	0,167
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **670**

mm

R m<sup>2</sup>K/W**2,803****3,067**Massa areica **1606**kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,357****0,326**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_B1

Codice struttura:

M5

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -8,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 2,628 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,914$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

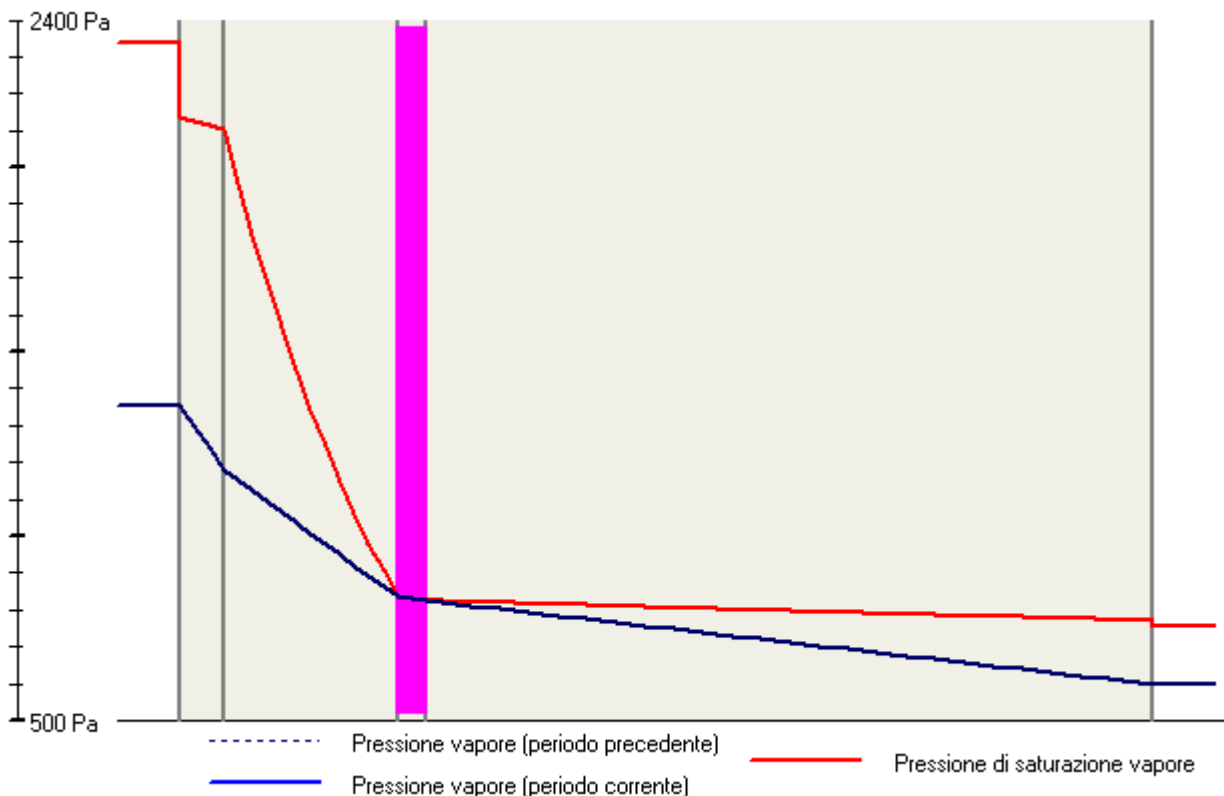
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

1283 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_B2**

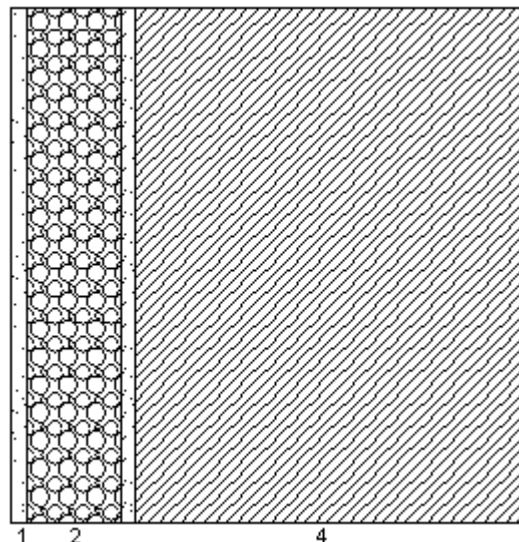
Codice struttura:

**M7**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
3	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
4	Muratura in pietra naturale	500	3,000	6,000	3000	1,333	1,333	0,167
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**660**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,321**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,112**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1391	0,2	509
Estiva (luglio)	23,1	1815	23,1	1815

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 2097 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 733 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_B2**

Codice struttura:

**M7**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

1,6  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

**CCR**

0,8  
 0,130  
 0,086  
 50% / 0%

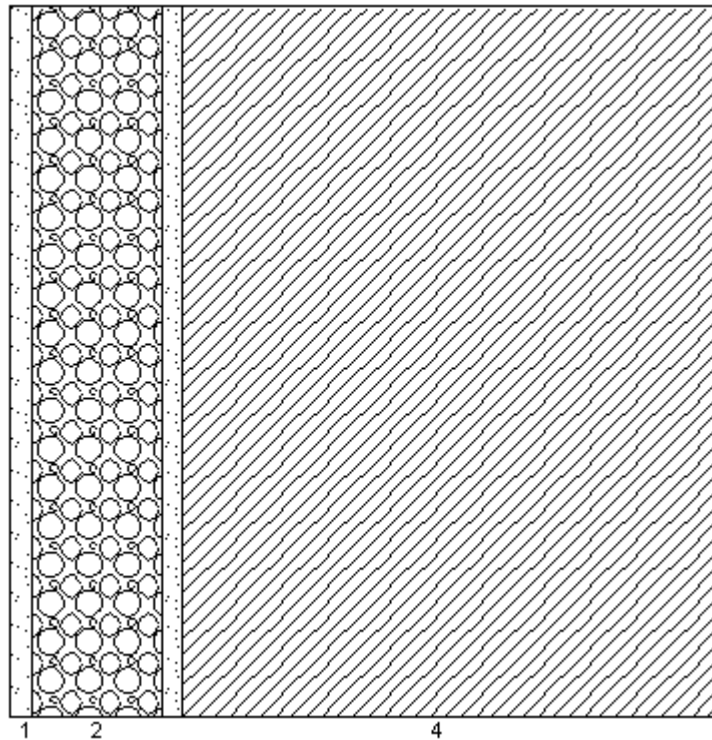
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
3	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
4	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	500	3,000	0,167	3,000	0,167
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **660** mm  
 Massa areica **1556** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W **3,112**  
 U W/m<sup>2</sup>K **0,321**

**3,648****0,274**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_B2

Codice struttura:

M7

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -8,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 2,640 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,923$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

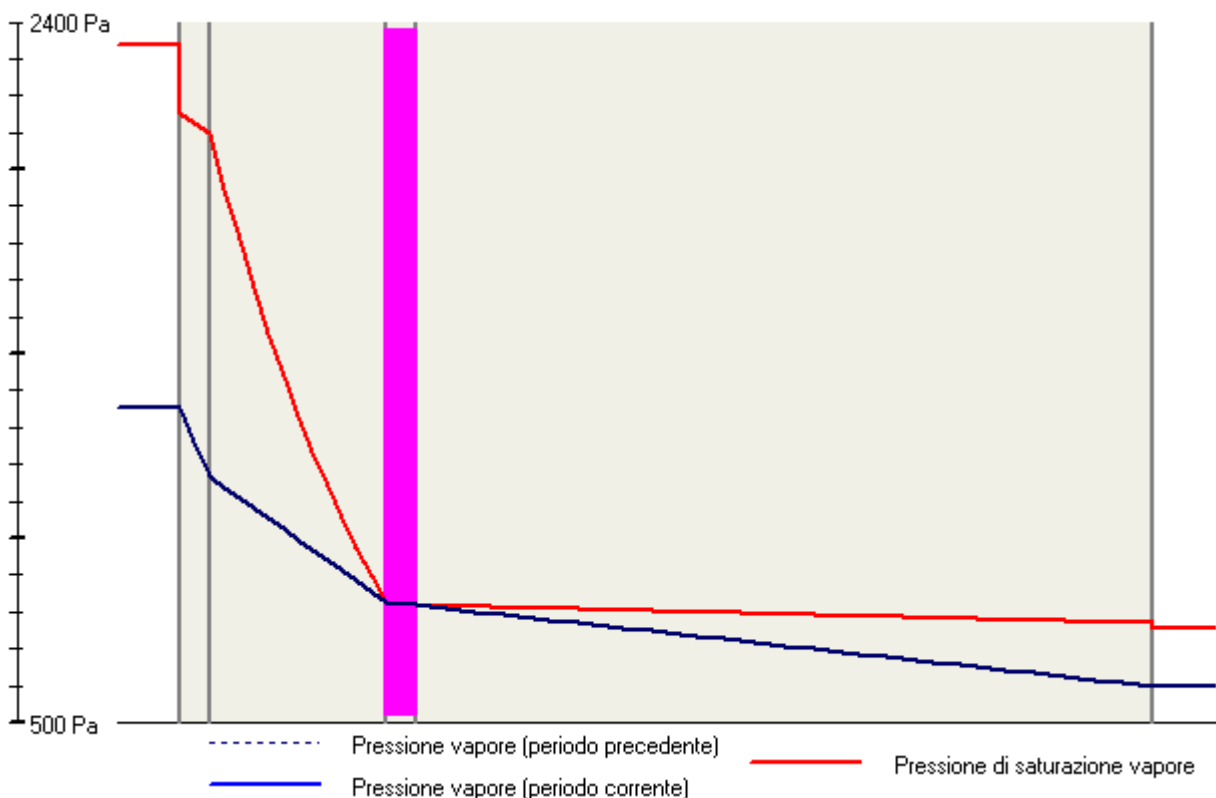
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

2097 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **MN\_B1**

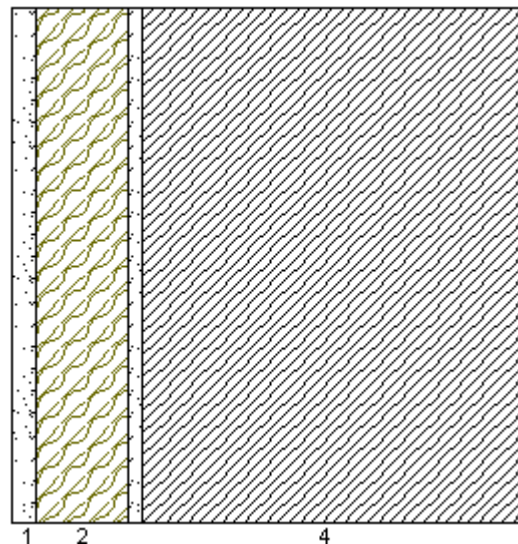
Codice struttura:

**M9**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	30	0,800	26,667	1600	20,000	33,333	0,037
2	Pannelli di fibra di legno	120	0,050	0,417	250	40,000	15,385	2,400
3	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
4	Muratura in pietra naturale	500	3,000	6,000	3000	1,333	1,333	0,167
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**670**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,346**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**2,893**

Interno



Esterno

Simbologia:

s spessore dello strato  
C conduttanza  
 $\lambda$  conduttività  
 $\rho$  massa volumica

$\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%  
 $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%  
R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **MN\_B1**

Codice struttura:

**M9**

Calcolo per

Resistenza superficiale interna  
Resistenza superficiale esterna  
Maggiorazione isolante / non isolante

$m^2K/W$   
 $m^2K/W$   
%

**POTENZA**

**CCR**

0,130  
0,130  
100% / 100%

0,130  
0,130  
50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	30	0,800	0,037	0,800	0,037
2	Pannelli di fibra di legno	250	5	20%	120	0,050	2,400	0,046	2,618
3	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
4	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	500	3,000	0,167	3,000	0,167
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

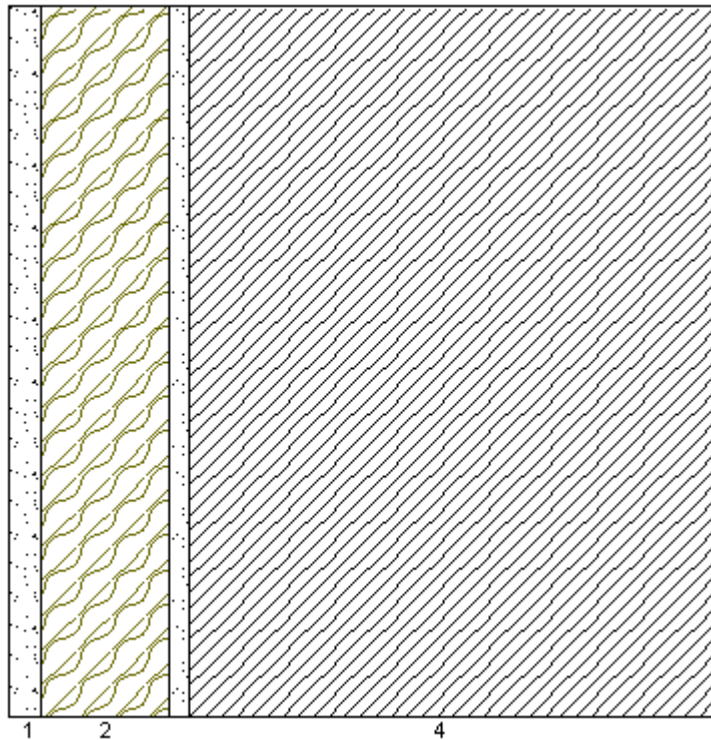
Spessore totale **670** mm  
Massa areica **1606** kg/m<sup>2</sup>

R  $m^2K/W$   
U  $W/m^2K$

**2,893**  
**0,346**

**3,111**  
**0,321**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **MN\_B2**

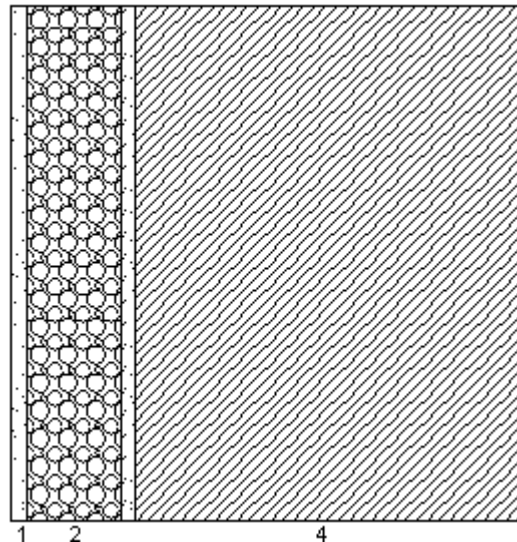
Codice struttura:

**M10**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
3	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
4	Muratura in pietra naturale	500	3,000	6,000	3000	1,333	1,333	0,167
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**660**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,312**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,202**

Interno



Esterno

Simbologia:

s spessore dello strato  
C conduttanza  
 $\lambda$  conduttività  
 $\rho$  massa volumica

$\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%  
 $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%  
R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **MN\_B2**

Codice struttura:

**M10**

Calcolo per

Resistenza superficiale interna  
Resistenza superficiale esterna  
Maggiorazione isolante / non isolantem<sup>2</sup>K/Wm<sup>2</sup>K/W

%

**POTENZA**

0,130

0,130

100% / 100%

**CCR**

0,130

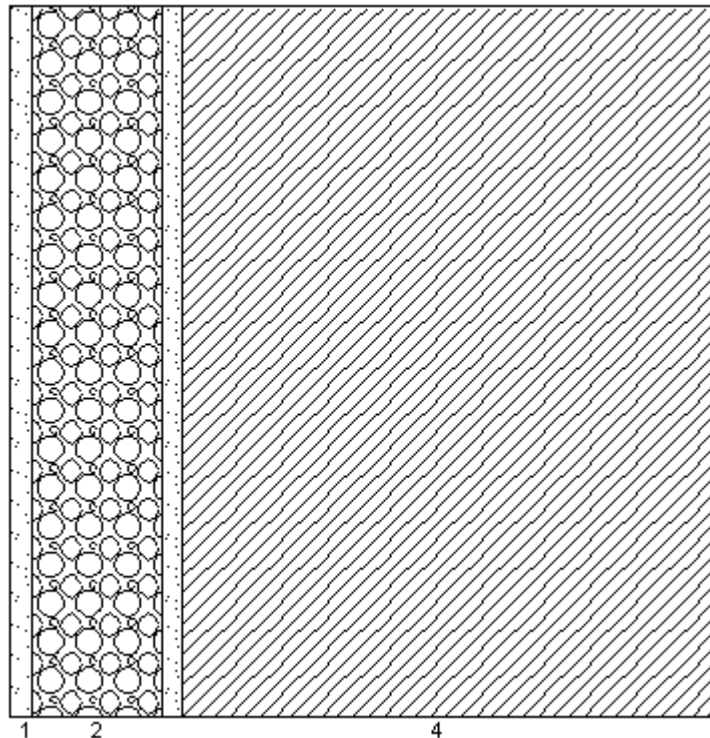
0,130

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	Calcolo per		Potenza		CCR	
						λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]		
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080		
2	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156		
3	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029		
4	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	500	3,000	0,167	3,000	0,167		
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											

Spessore totale **660** mm  
Massa areica **1556** kg/m<sup>2</sup>R **3,202** m<sup>2</sup>K/W  
U **0,312** W/m<sup>2</sup>K**3,692****0,271**

Interno



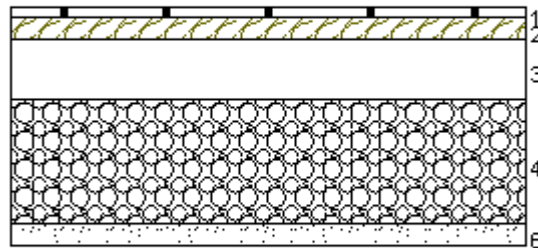
Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **SINn\_B2**

Codice struttura:

**P4**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	10	0,220	22,000	850	3,333	3,333	0,045
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	60	0,333	5,556	0	1200,000	1200,000	0,180
4	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
5	Carta kraft	0,8	0,170	213	590	0,089	0,089	0,005
6	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**230,8**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,294**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,403**

Simbologia:

s spessore dello strato  
C conduttanza  
 $\lambda$  conduttività  
 $\rho$  massa volumica

$\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%  
 $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%  
R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B2**

Codice struttura:

**P4**

Calcolo per

Resistenza superficiale interna  
Resistenza superficiale esterna  
Maggiorazione isolante / non isolantem<sup>2</sup>K/Wm<sup>2</sup>K/W

%

**POTENZA**

0,170

0,170

100% / 100%

**CCR**

0,170

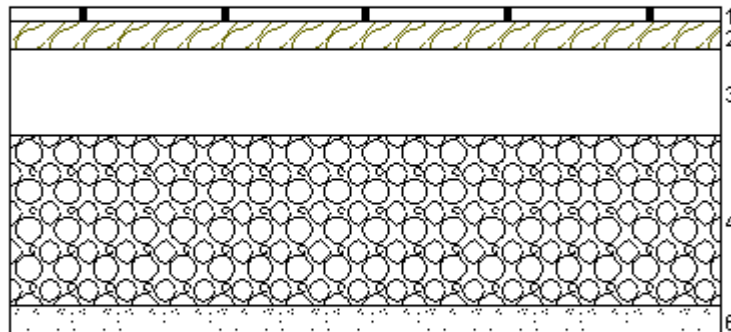
0,170

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	850	60	20%	10	0,220	0,045	0,202	0,050
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	0	0,167	0%	60	0,333	0,180	0,333	0,180
4	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
5	Carta kraft	590	2250	0%	0,8	0,170	0,005	0,170	0,005
6	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale    **230,8**    mm  
 Massa areica      **46**      kg/m<sup>2</sup>

R    m<sup>2</sup>K/W    **3,483**  
 U    W/m<sup>2</sup>K    **0,287**



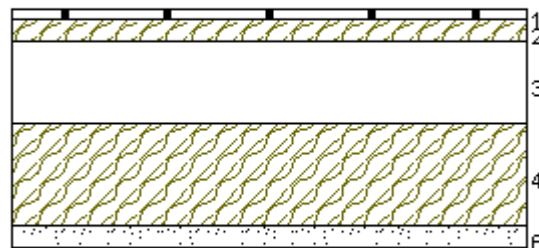


**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P5**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	10	0,220	22,000	850	3,333	3,333	0,045
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	80	0,444	5,556	0	1600,000	1600,000	0,180
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	100	0,045	0,450	250	40,000	15,385	2,222
5	Carta kraft	0,8	0,170	213	590	0,089	0,089	0,005
6	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**230,8**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,338**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**2,959**

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P5**

Calcolo per

**POTENZA****CCR**

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

Maggiorazione isolante / non isolante

%

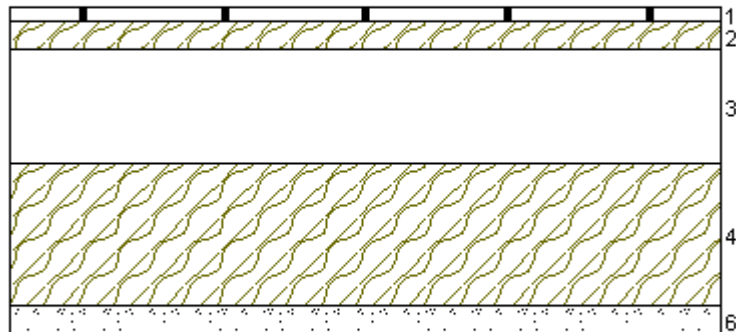
100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	850	60	20%	10	0,220	0,045	0,202	0,050
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	0	0,125	0%	80	0,444	0,180	0,444	0,180
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	100	0,045	2,222	0,041	2,424
5	Carta kraft	590	2250	0%	0,8	0,170	0,005	0,170	0,005
6	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale    **230,8**    mm  
 Massa areica      **61**      kg/m<sup>2</sup>

R    m<sup>2</sup>K/W    **3,039**                    **3,260**  
 U    W/m<sup>2</sup>K    **0,329**                    **0,307**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

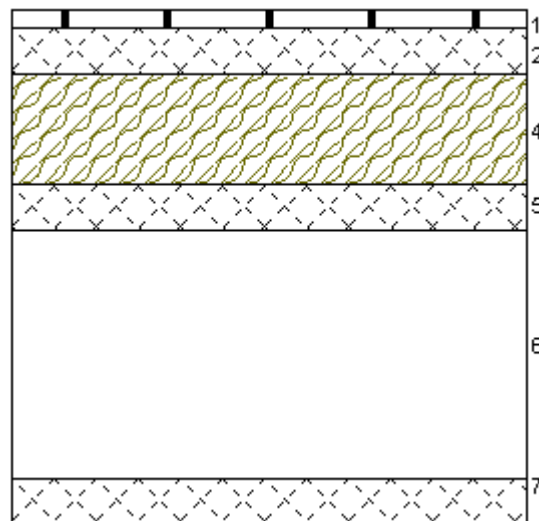
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ST\_B1**

Codice struttura:

**P6**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	20	0,220	11,000	850	3,333	3,333	0,091
2	Sottofondo di cemento magro	50	0,700	14,000	1600	10,000	10,000	0,071
3	Impermeabilizzazione con PVC in fogli	0,4	0,160	400	1400	0,004	0,004	0,003
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50	1,490	29,800	2200	2,857	2,857	0,034
6	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	270	3,000	11,111	0	-	-	0,090
7	Sottofondo di cemento magro	50	0,700	14,000	1600	-	-	0,071
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**560,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,313**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,196****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1391	12,2	1417
Estiva (luglio)	23,1	1815	12,2	1417

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 1 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 750 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ST\_B1**

Codice struttura:

**P6**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

1,6  
 0,170  
 0,040  
 100% / 100%

**CCR**

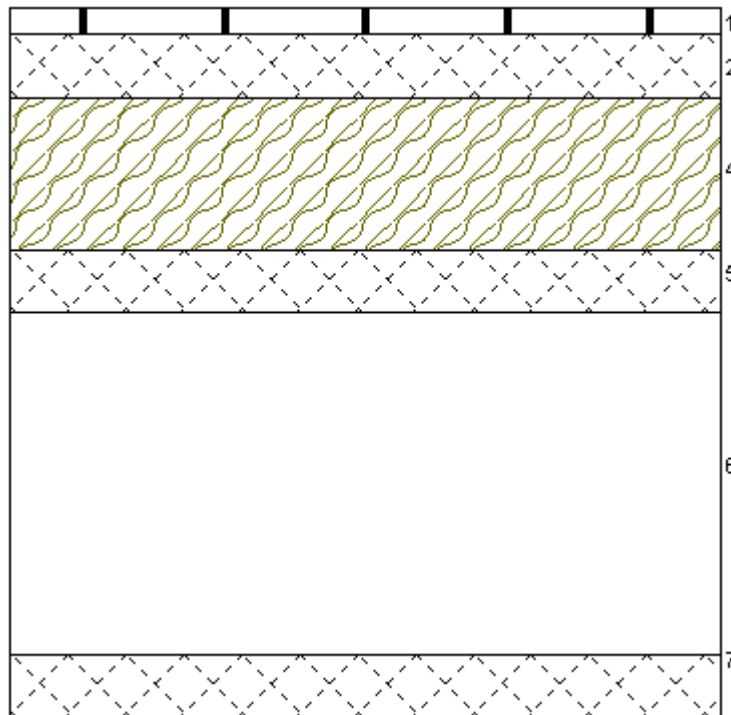
0,8  
 0,170  
 0,075  
 50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	850	60	20%	20	0,220	0,091	0,202	0,099
2	Sottofondo di cemento magro	1600	20	20%	50	0,700	0,071	0,583	0,086
3	Impermeabilizzazione con PVC in fogli	1400	50000	0%	0,4	0,160	0,003	0,160	0,003
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	2200	70	20%	50	1,490	0,034	1,242	0,040
6	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	0	-	0%	270	3,000	0,090	3,000	0,090
7	Sottofondo di cemento magro	1600	-	20%	50	0,700	0,071	0,583	0,075
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **560,4** mm  
 Massa areica **318** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W **3,236**  
 U W/m<sup>2</sup>K **0,309**

**3,547**  
**0,282**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ST\_B1

Codice struttura:

P6

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -8,0 °C

T e UR esterne verifica termogrametrica:

- Te UR variabili, medie mensili.  
 T fissa, media annuale 12,17 °C UR fissa pari a 100,0%  
 T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

- Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1  Umidità relativa interna costante:  
 Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota:  Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:

**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 7,605 · 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Ottobre

 $f_{Rsi}^{max} 0,556 \leq f_{Rsi} 0,925$ 

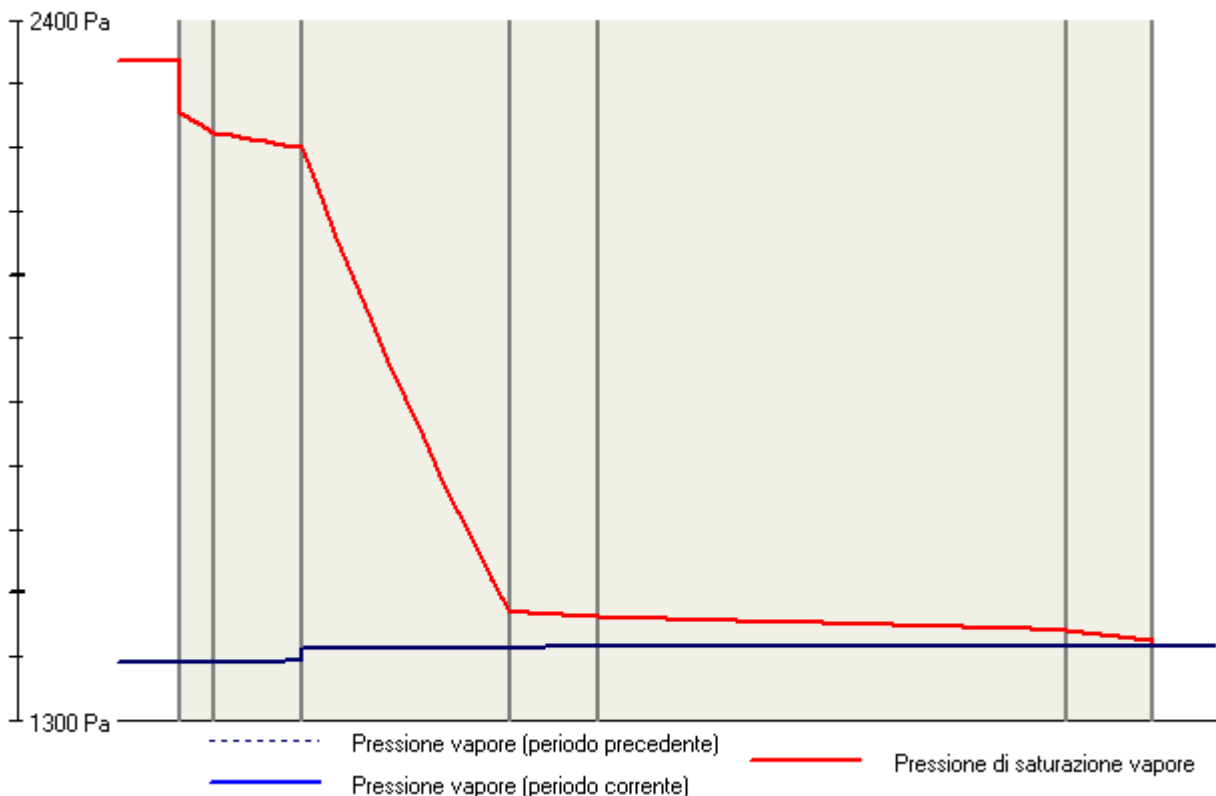
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

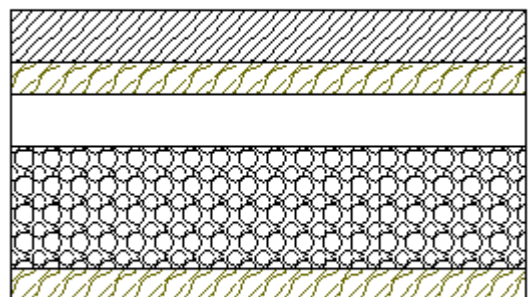
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C\_B1**

Codice struttura:

**S2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	50	3,000	60,000	2700	-	-	0,011
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	1	0,170	170	800	-	-	0,004
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	-	-	0,109
4	Aria debolmente ventilata (fl.ascend.)	50	0,625	12,500	0	-	-	0,080
5	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
6	Carta kraft	0,4	0,170	425	590	0,089	0,089	0,002
7	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	4,651	6,250	0,167
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**281,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**38,203**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,313**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,026**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,196****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1309	-2,2	418
Estiva (luglio)	20,7	1568	20,7	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 149 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 731 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_B1

Codice struttura:

S2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 78,431 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,026 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

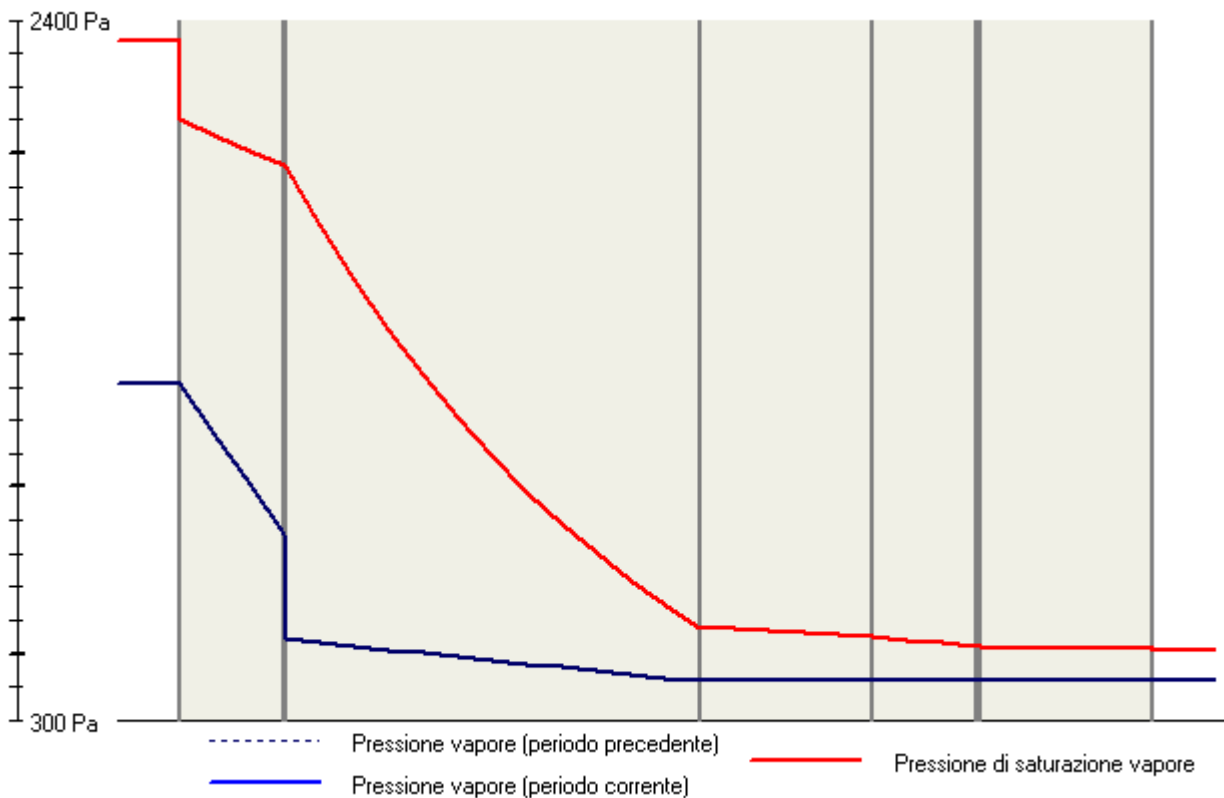
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 < f_{Rsi} 0,925$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





## COSTO DEGLI INTERVENTI E TEMPO DI RITORNO

Elemento	PARETE PORTANTE	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Materiali utilizzati		
Isolante termico	43,76 €/m <sup>2</sup>	25,72 €/m <sup>2</sup>
Intonaco interno	65,15 €/m <sup>2</sup>	16,90 €/m <sup>2</sup>
Cartongesso, montanti in legno	-	37,79 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>108,91 €/m<sup>2</sup></b>	<b>84,21 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>32 498,74 €</b>	<b>25 128,26 €</b>

Elemento	SOLAIO INFERIORE SU SPAZIO NON RISCALDATO	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATO CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Materiali utilizzati		
Pavimento in legno	47,90 €/m <sup>2</sup>	47,90 €/m <sup>2</sup>
Isolante termico e carta kraft	31,94 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
Tavolato e magatelli	39,56 €/m <sup>2</sup>	39,56 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>119,40 €/m<sup>2</sup></b>	<b>110,52 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>14 686,20 €</b>	<b>13 593,96 €</b>

Elemento	SOLAIO INFERIORE SU TERRAPIENO	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	
Materiali utilizzati		
Calcestruzzo, rete elettrosaldata		38,84 €/m <sup>2</sup>
Igloo		25,72 €/m <sup>2</sup>
Isolante termico e guaine		43,07 €/m <sup>2</sup>
Pavimento in legno		47,90 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>		<b>155,53 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>		<b>20 685,49 €</b>





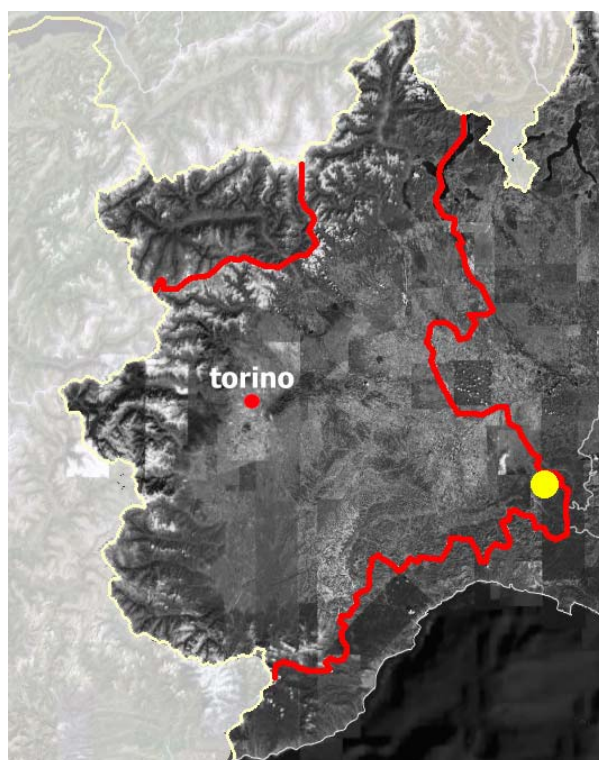
Elemento	COPERTURA	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Tavolato, listelli, controlistelli	72,20 €/m <sup>2</sup>	72,20 €/m <sup>2</sup>
Guaine	6,74 €/m <sup>2</sup>	6,74 €/m <sup>2</sup>
Pannelli isolanti	38,44 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>117,38 €/m<sup>2</sup></b>	<b>102,00 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>24 649,80 €</b>	<b>21 420,00 €</b>

Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO	
	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4	
Materiali utilizzati		
Serramento in larice	227,00 €/m <sup>2</sup>	
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m <sup>2</sup>	
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m <sup>2</sup>	
<b>Costo intervento</b>	<b>329,90 €/m<sup>2</sup></b>	
<b>Costo complessivo</b>	<b>5.245,41 €</b>	

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	
<b>B1 – Isolante in fibra di legno</b>	
Costo totale intervento retrofit energetico	97.765,64 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	10,4
<b>B2 – Isolante in fibra di cellulosa</b>	
Costo totale intervento retrofit energetico	86.073,12 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	11,0



Denominazione	Casa isolata
Indirizzo	Frazione Riarasso
Città	Gremiasco (AL)
Comunità montana	Valli Curone Grue Osson
Data di costruzione	1928
Tipologia edificio	Casa rurale
Superficie utile	62 mq



Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Scarso
Qualità del trasporto pubblico	Scarso
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile	Sufficiente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'energia elettrica	Sufficiente
Uso principale del sito e area circostante	Agricola



Prospetto laterale



Prospetto laterale



Copertura



Copertura



Particolare cornice



Copertura



Ingressi



Interni

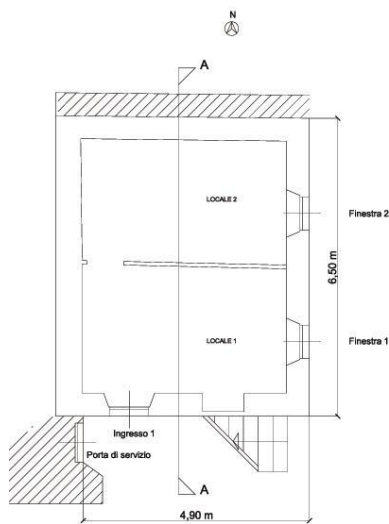




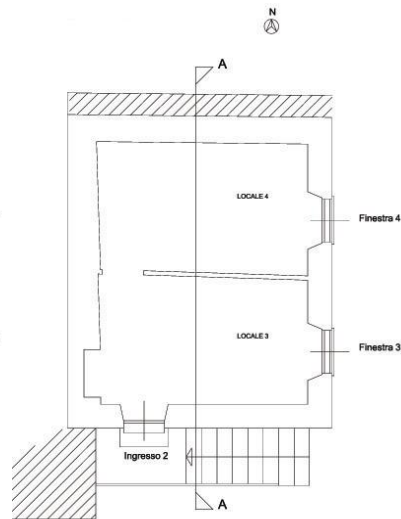
Scala esterna



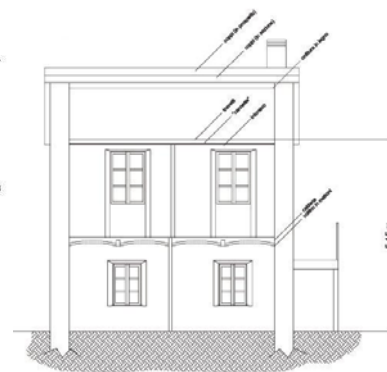
Soffitto



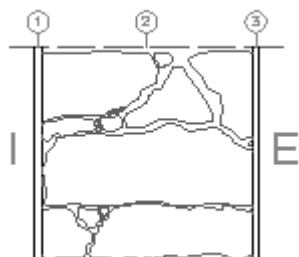
Pianta piano terra



Pianta piano primo



Sezione AA



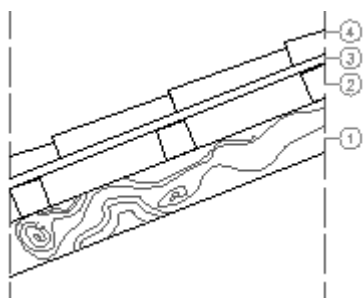
1 Intonaco	2,5 cm
2 Pietra calcarea-arenaria	45 cm
3 Intonaco	2,5 cm

**Parete portante**

Apertura con telaio in legno e vetro chiaro  
semplice con sistema di chiusura a persiana

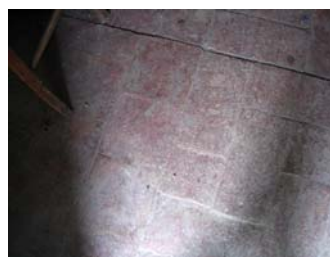
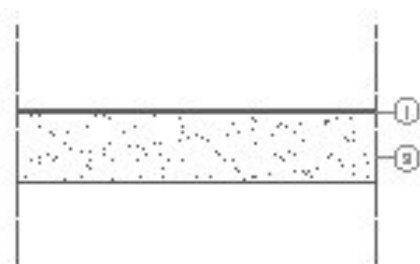


**Serramenti**



1 Travi in legno	16 cm
2 Travetti	10 cm
3 Travicelli	3 cm
4 Coppi a doppio strato	20 cm

**Copertura**



1 Piastrelle in ceramica	0.5 cm
2 Sottofondo in sabbia	20 cm

**Solaio inferiore**



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B** 13

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Parete portante (Sud, Est)	2,2	60
Parete portante (Nord)	2,3	33
Parete portante su zona non riscaldata	1,7	33
Copertura	2,7	42
Solaio inferiore	1,7	24
Area vetrata	3,5	8

Rendimento ipotetico del sistema di riscaldamento	0.7	
Massa termica	160	Wh/m <sup>2</sup> K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m <sup>2</sup>
Gradi giorno	2905	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO

ELEMENTO	Perdite (kWh/m <sup>2</sup> anno)	% sul totale
Pareti	331	53,1
Copertura	141	22,6
Solaio inferiore	51	8,2
Serramenti	28	4,5
Ventilazione	72	11,6
TOTALE	623	100

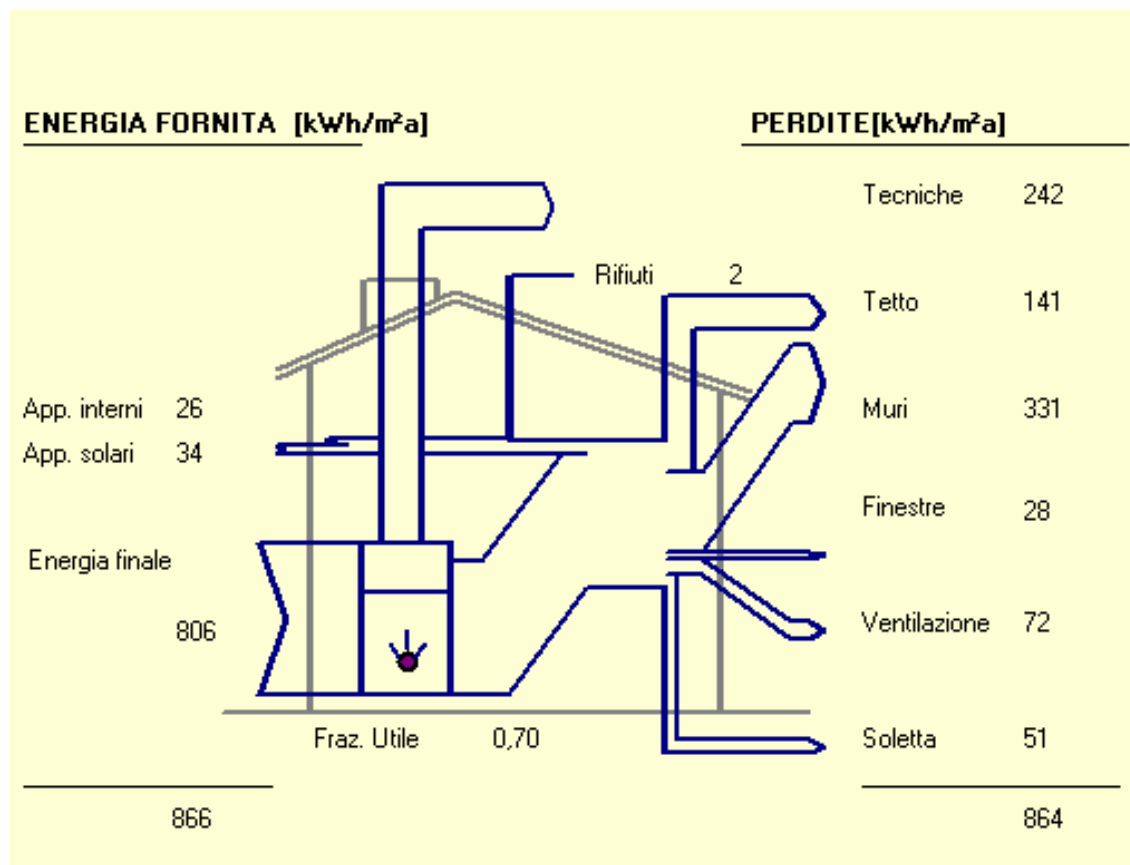


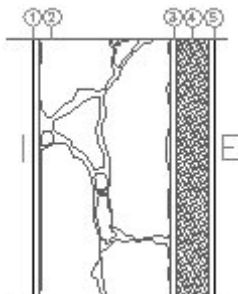
Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto

B 05

Fabbisogno energia primaria	806	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti solari	34	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti interni	26	kWh/m <sup>2</sup> anno

BILANCIO ENERGETICO





### Cappotto esterno realizzato con pannelli in fibra di legno intonacati

1	Intonaco	2,5	cm
2	Pietra calcarea-arenaria	45	cm
3	Intonaco	2,5	cm
4	Pannello in fibra di legno	12	cm
5	Intonaco	2	cm

#### Parete portante

Descrizione

L'intervento consiste nell'applicare alla muratura in pietra dei pannelli isolanti in fibra di legno di 12 cm attraverso tasselli piatti a secco. La muratura viene precedentemente intonacata per poter operare su una superficie piana e, in seguito, sulla faccia a vista del pannello viene applicato uno strato di intonaco di 2 cm attraverso una rete porta intonaco in fibra di vetro.

Spessore

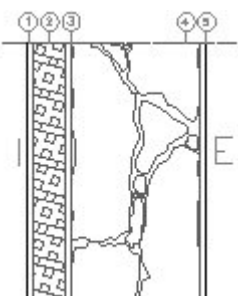
64 cm

Tramittanza

0,32 W/m<sup>2</sup> °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento

52 kWh/m<sup>2</sup>



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa:

1	Cartongesso	2	cm
2	Pannello in fibra di cellulosa	10	cm
3	Intonaco	2,5	cm
4	Pietra calcarea-arenaria	45	cm
5	Intonaco	2,5	cm

#### Parete portante

Descrizione

L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti in fibra di cellulosa di 12 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di lastre di cartongesso di spessore totale di 2 cm.

Spessore

62 cm

Tramittanza

0,36 W/m<sup>2</sup> °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento

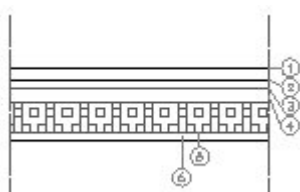
57 kWh/m<sup>2</sup>





## Serramenti

Descrizione	Sostituzione serramenti esistenti. Impiego di finestre con telaio in legno e vetrocamera (4-12-4)
Trasmittanza	2,2 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	22 kWh/m <sup>2</sup>

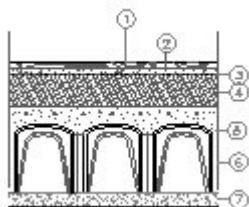


## Isolamento della falda con pannelli in fibra di cellulosa

1	Rivestimento in tegole doppio strato	20	cm
2	Barriera all'acqua traspirante	0,04	cm
3	Tavolato in legno	3	cm
4	Aria debolmente ventilata	5	cm
5	Pannello in fibra di cellulosa	12	cm
6	Tavolato in legno	3	cm

## Copertura

Descrizione	Isolamento della falda attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato in legno. Il pacchetto di copertura comprende una camera d'aria debolmente ventilata.
Spessore	43 cm
Tramittanza	0,31 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	16 kWh/m <sup>2</sup>



### Isolamento del solaio con pannelli in fibra di legno:

1	Pavimento in legno	2 cm
2	Sottofondo in cemento magro	3 cm
3	Impermeabilizzazione in PVC in fogli	0,04 cm
4	Pannello in fibra di legno	12 cm
5	Massetto ripartitore in cls con rete	7 cm
6	Aria debolmente ventilata	27 cm
7	Sottofondo di cemento magro	5 cm

### Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di legno posati su tavolato e realizzazione di camera d'aria.
Spessore	56,04 cm
Tramittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	10 kWh/m <sup>2</sup>



Valutazione prestazione energetica dell'edificio post retrofit **D 05**

**DATI DI INPUT**

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)		Superficie (m <sup>2</sup> )
	Ipotesi B1 isolante in fibra di legno	Ipotesi B2 isolante in fibra di cellulosa	
			60
Parete portante (Sud, Est)	0,32	0,36	33
Parete portante (Nord)	0,32	0,36	33
Copertura	0,31	0,31	42
Solaio inferiore	0,32	0,32	24
Area vetrata	2,2	2,2	8

Rendimento del sistema di riscaldamento	0.75	
Massa termica	160	Wh/m <sup>2</sup> K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m <sup>2</sup>
Gradi giorno	2905	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1**

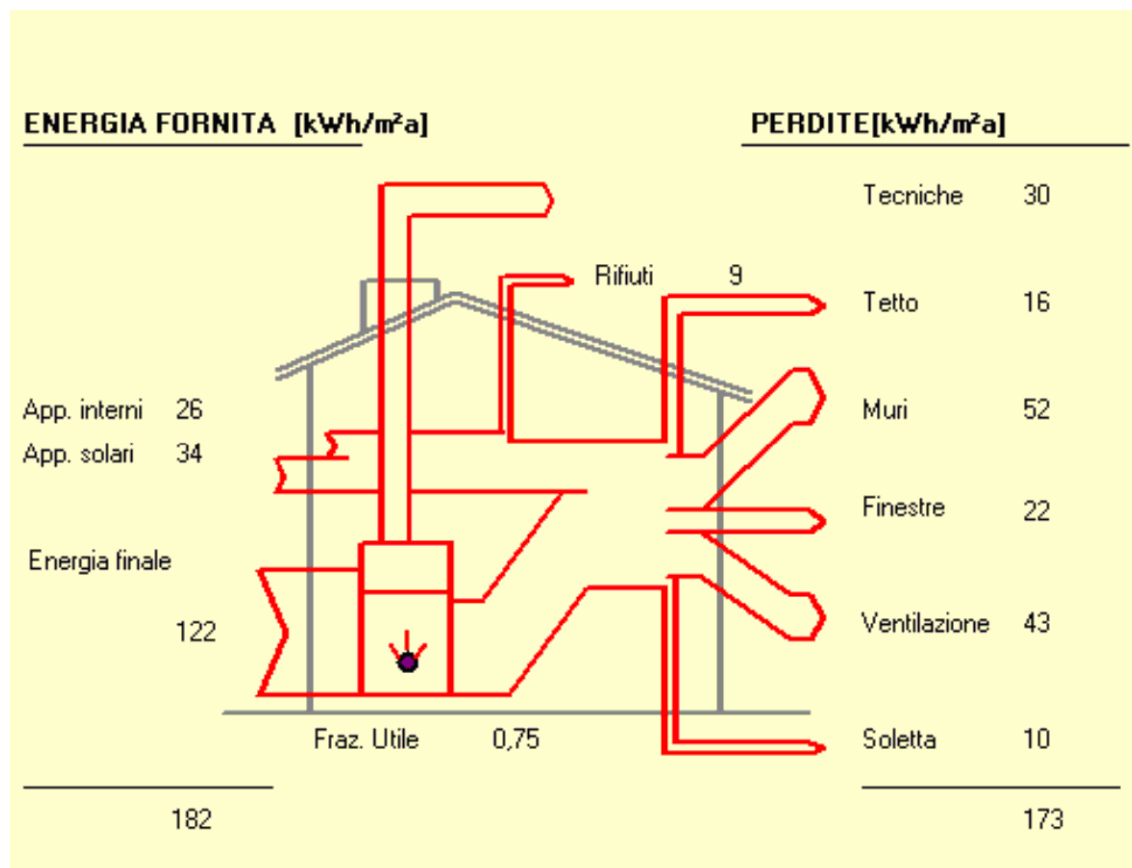
ELEMENTO	Perdite (kWh/m <sup>2</sup> anno)	% sul totale
Pareti	52	36,4
Copertura	16	11,2
Solaio inferiore	10	7,0
Serramenti	22	15,4
Ventilazione	43	30
<b>TOTALE</b>	<b>143</b>	<b>100</b>



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **D 05**

Fabbisogno energia primaria	122	kWh/m2 anno
Apporti solari	34	kWh/m2 anno
Apporti interni	26	kWh/m2 anno

BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1



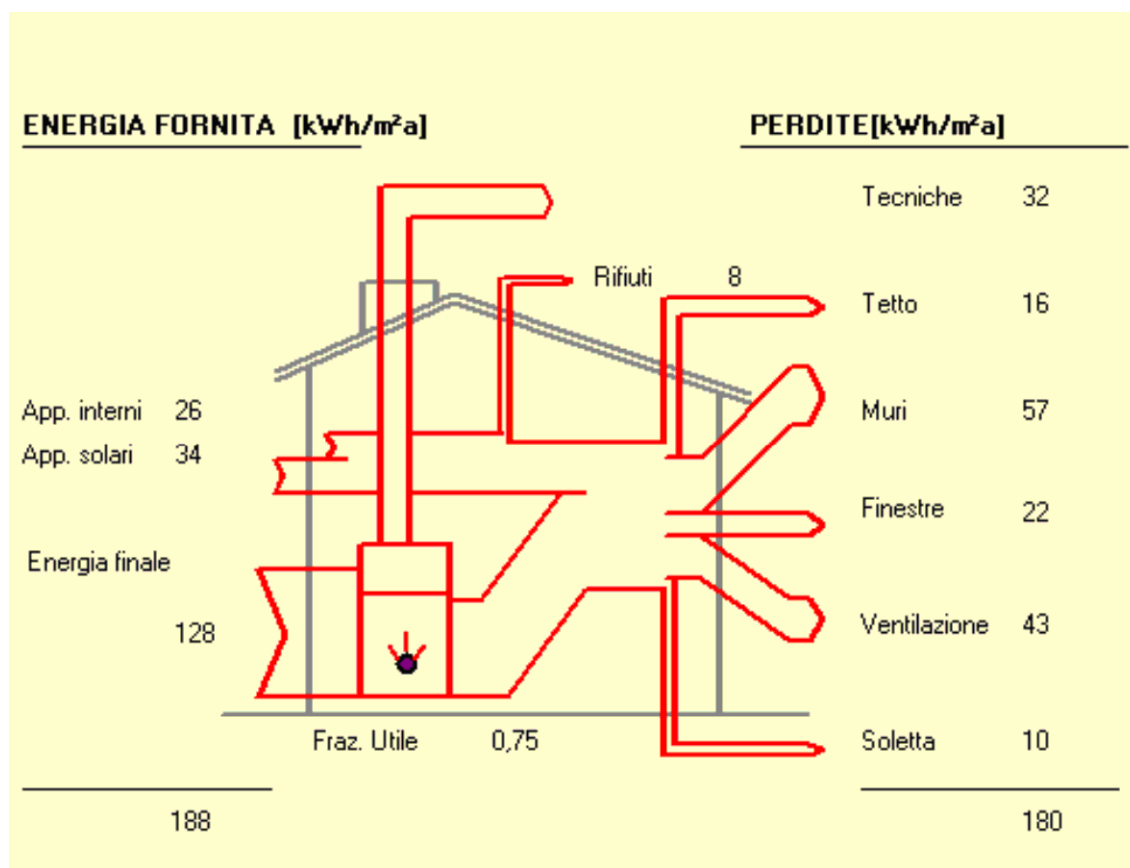


**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2**

ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	57	38,5
Copertura	16	10,8
Solaio inferiore	10	6,8
Serramenti	22	14,9
Ventilazione	43	29,0
<b>TOTALE</b>	<b>119</b>	<b>100</b>

Fabbisogno energia primaria	128	kWh/m2 anno
Apporti solari	34	kWh/m2 anno
Apporti interni	26	kWh/m2 anno

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2**





Interreg III B  
CO-FUNDING ERDF



AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



**CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI  
DELL'EDIFICIO (STATO DI FATTO)**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_E\_A**

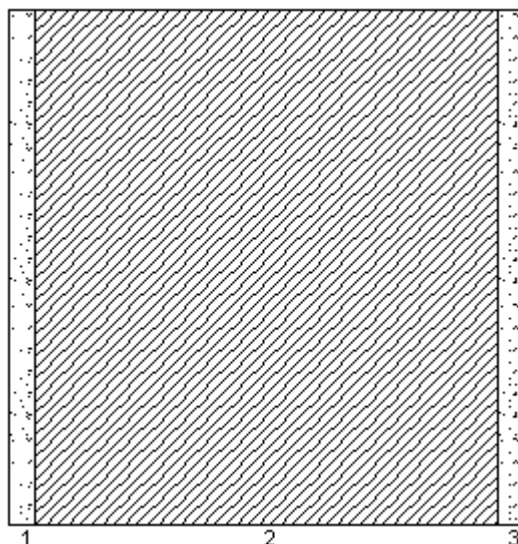
Codice struttura:

**M1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di gesso e sabbia	25	0,800	32,000	1600	20,000	33,333	0,031
2	Muratura in pietra naturale	450	2,000	4,444	2500	2,000	2,000	0,225
3	Intonaco di gesso e sabbia	25	0,800	32,000	1600	20,000	33,333	0,031
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**500**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,186**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,457**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1285	-1,5	450
Estiva (luglio)	23,2	1849	23,2	1849

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 498 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_E\_A**

Codice struttura:

**M1**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

4,3

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

2,1

0,130

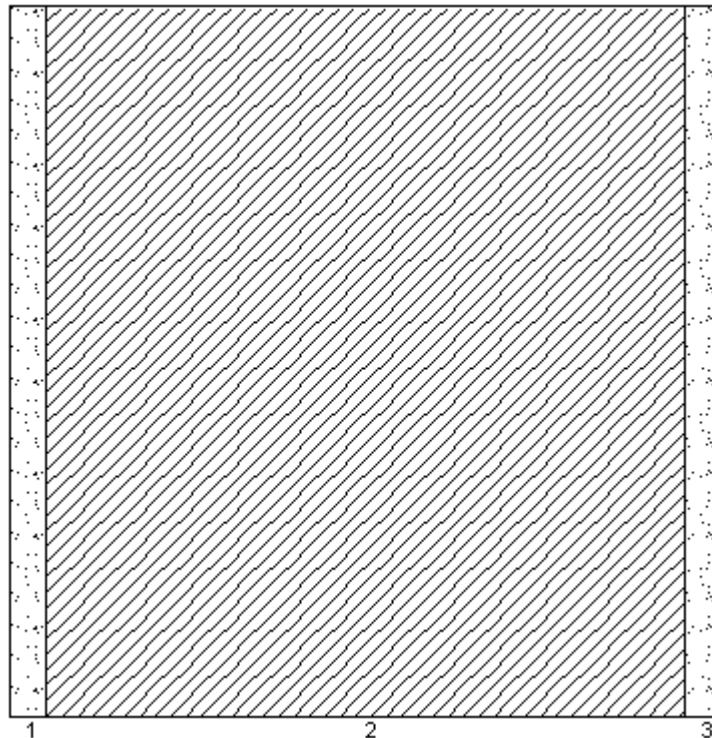
0,060

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di gesso e sabbia	1600	10	0%	25	0,800	0,031	0,800	0,031
2	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	450	2,000	0,225	2,000	0,225
3	Intonaco di gesso e sabbia	1600	10	0%	25	0,800	0,031	0,800	0,031
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **500** mmR m<sup>2</sup>K/W**0,457****0,477**Massa areica **1205** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**2,186****2,096**

Interno



Esterno



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_E\_A

Codice struttura:

M1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -10,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 4,396 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,567$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

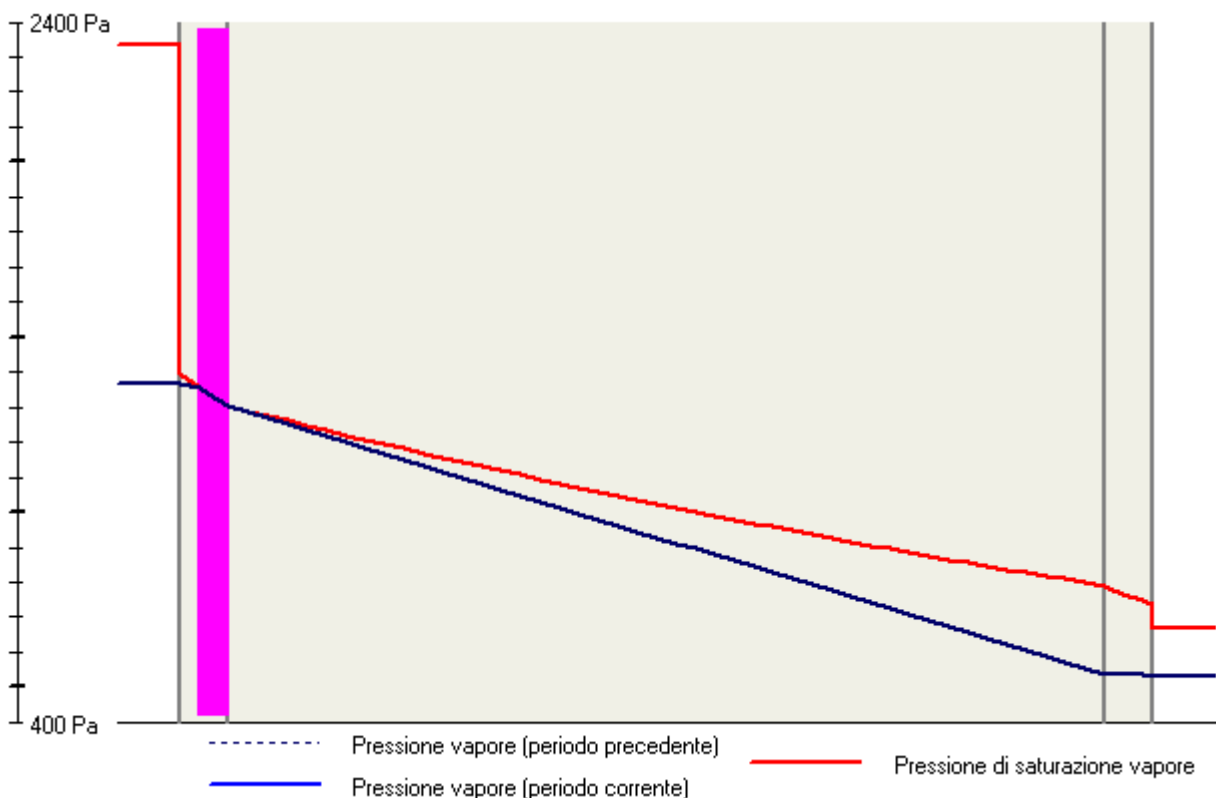
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

498 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_N\_A**

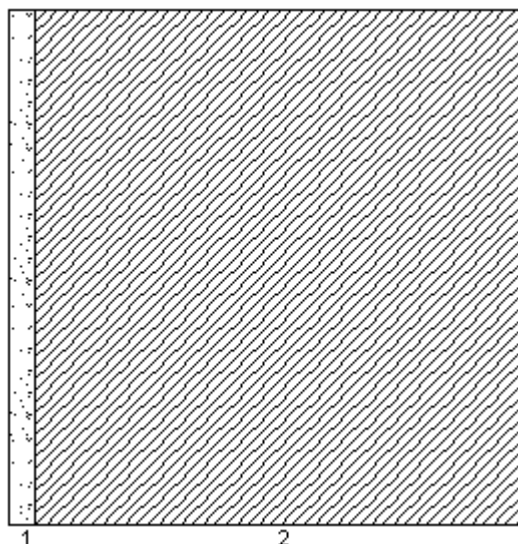
Codice struttura:

**M2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di gesso e sabbia	25	0,800	32,000	1600	20,000	33,333	0,031
2	Muratura in pietra naturale	475	2,000	4,211	2500	2,000	2,000	0,238
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**500**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,279**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,439**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1259	-1,5	450
Estiva (luglio)	23,2	1849	23,2	1849

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 567 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_N\_A**

Codice struttura:

**M2**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m²K/W  
 Resistenza superficiale esterna m²K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

**CCR**

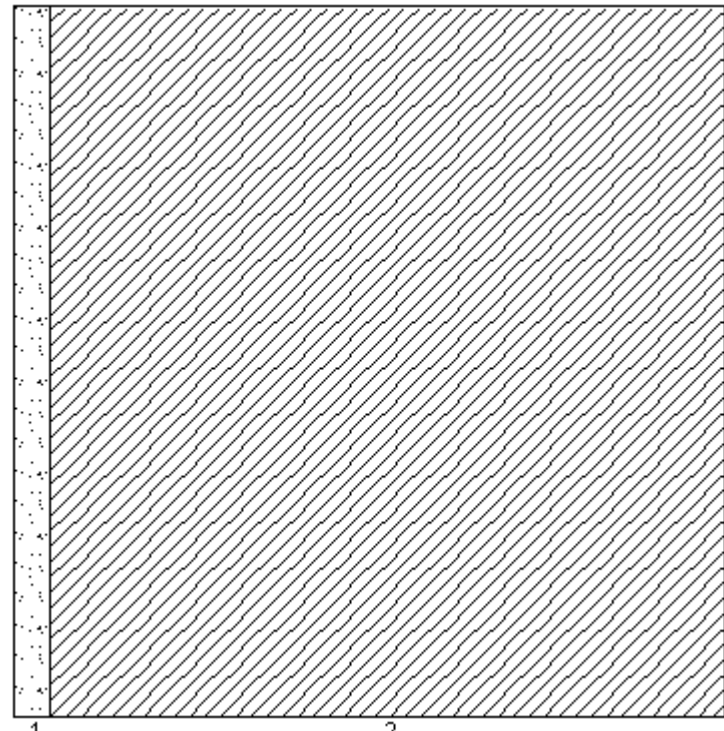
4,3  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

2,1  
 0,130  
 0,060  
 50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m²K/W]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
1	Intonaco di gesso e sabbia	1600	10	0%	25	0,800	0,031	0,800	0,031
2	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	475	2,000	0,238	2,000	0,238
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale	500	mm	R	m²K/W	0,439	0,458
Massa areica	1228	kg/m²	U	W/m²K	2,279	2,182

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_N\_A

Codice struttura:

M2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -10,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 4,188 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,553$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

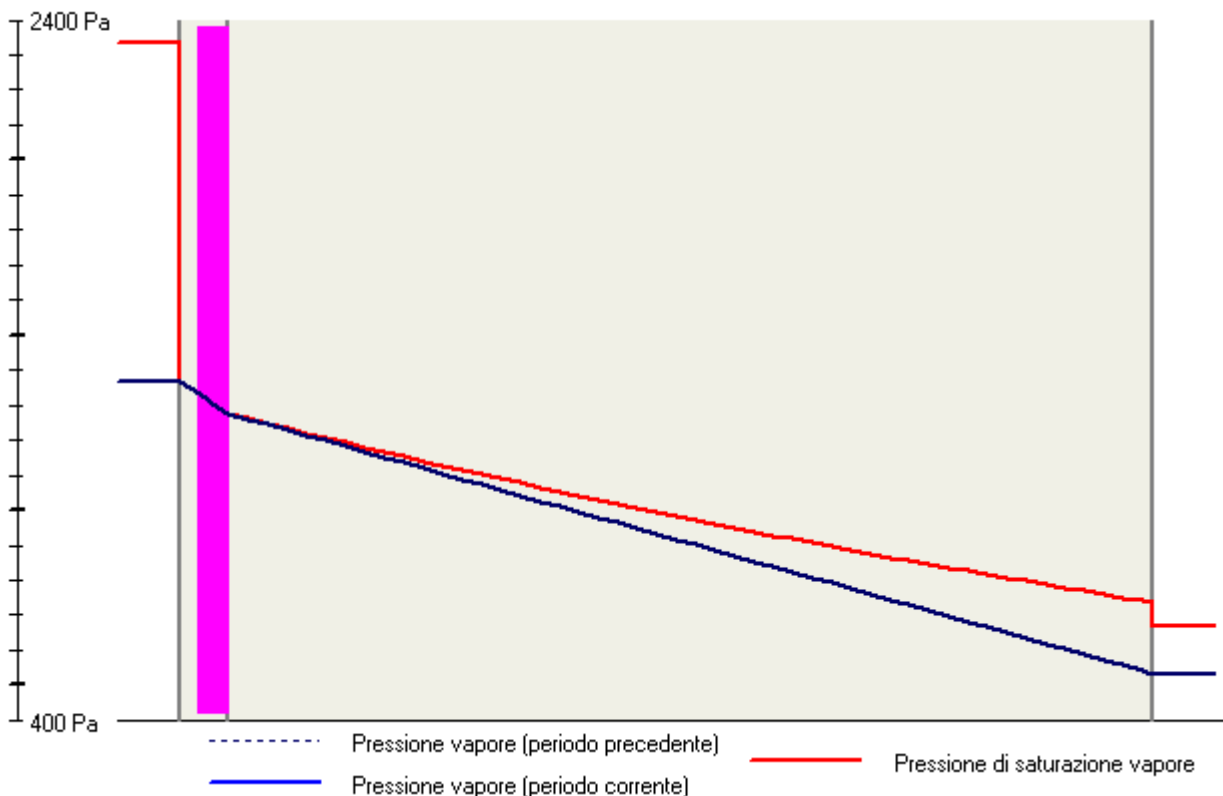
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

567 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **MN\_O\_A**

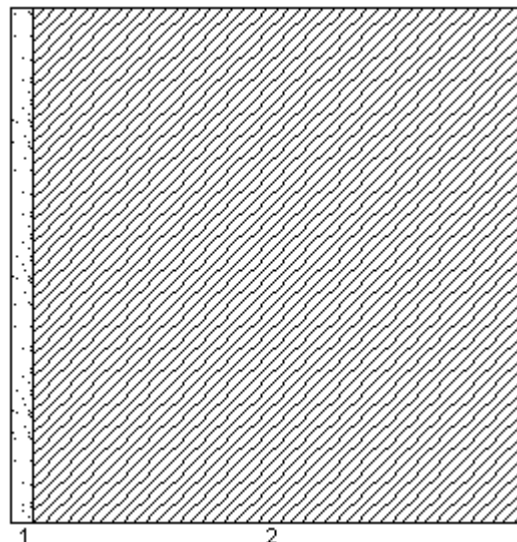
Codice struttura:

**M4**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di gesso e sabbia	25	0,800	32,000	1600	20,000	33,333	0,031
2	Muratura in pietra naturale	575	2,000	3,478	2500	2,000	2,000	0,288
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**600**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**1,728**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,579**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1341	-1,5	450
Estiva (luglio)	23,2	1849	23,2	1849

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 115 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **MN\_O\_A**

Codice struttura:

**M4**

Calcolo per

Resistenza superficiale interna  
Resistenza superficiale esterna  
Maggiorazione isolante / non isolante

m<sup>2</sup>K/W  
m<sup>2</sup>K/W  
%

**POTENZA**

**CCR**

0,130  
0,130  
100% / 100%

0,130  
0,130  
50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di gesso e sabbia	1600	10	0%	25	0,800	0,031	0,800	0,031
2	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	575	2,000	0,288	2,000	0,288
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

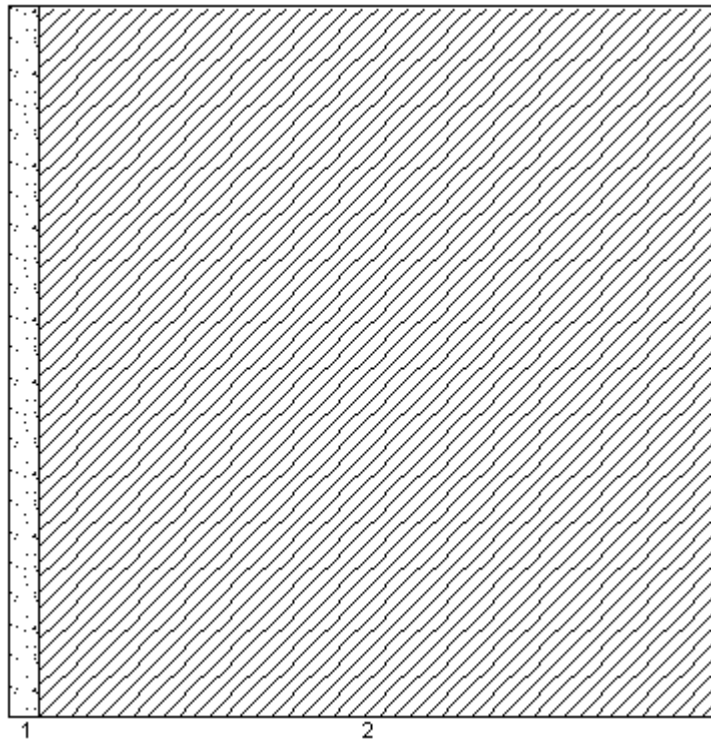
Spessore totale **600** mm  
Massa areica **1478** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
U W/m<sup>2</sup>K

**0,579**  
**1,728**

**0,579**  
**1,728**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: MN\_O\_A

Codice struttura:

M4

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -10,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 3,463 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,250 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

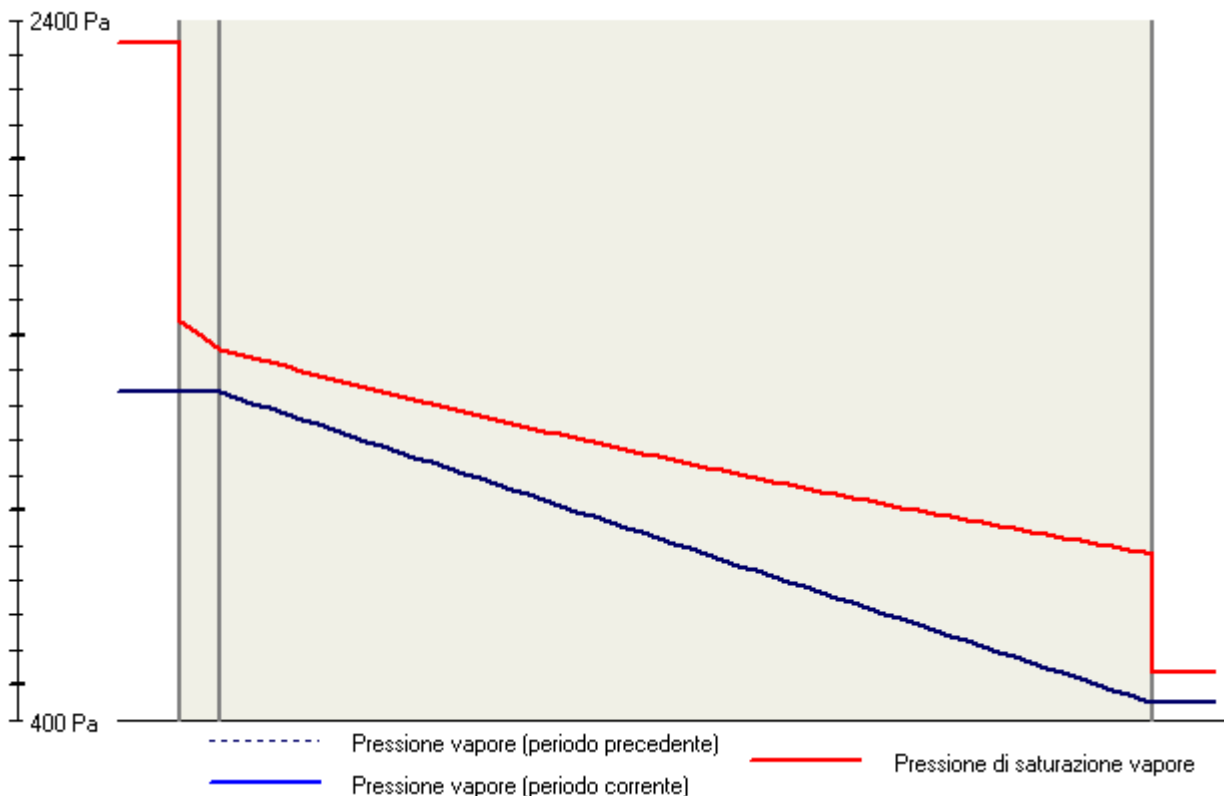
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,695$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_E\_B1**

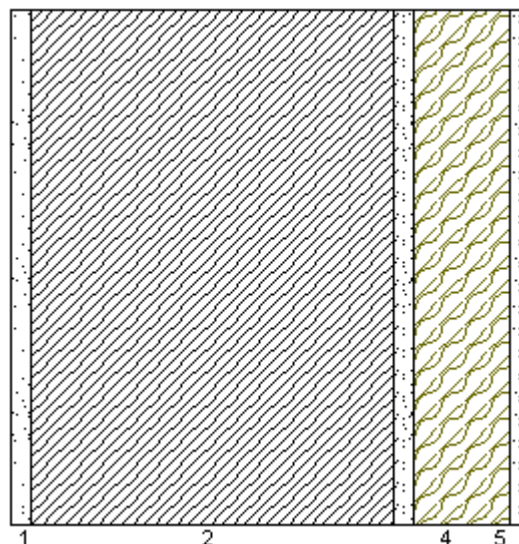
Codice struttura:

**M5**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di gesso e sabbia	25	0,800	32,000	1600	20,000	33,333	0,031
2	Muratura in pietra naturale	450	2,000	4,444	2500	2,000	2,000	0,225
3	Intonaco di gesso e sabbia	25	0,800	32,000	1600	20,000	33,333	0,031
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
5	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**640**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,317**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,153**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1341	-1,5	450
Estiva (luglio)	23,2	1849	23,2	1849

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 101 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 717 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna



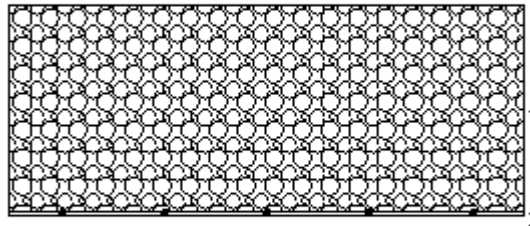
**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **ST**

Codice struttura:

**P1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Sabbia secca (um. < 1%)	200	0,600	3,000	1700	13,333	13,333	0,333
2	Piastrelle in ceramica	5	1,000	200	2300	1,000	1,000	0,005
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

**SPESSORE**  
totale (mm)

**205**Conduzzanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria  
superficiale esterna**7,692****TRASMITTANZA**  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**1,671**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130****RESISTENZA TERMICA**  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,598**

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduzzanza

 $\lambda$  conduzzività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ST**

Codice struttura:

**P1**

Calcolo per

**POTENZA****CCR**

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

Maggiorazione isolante / non isolante

%

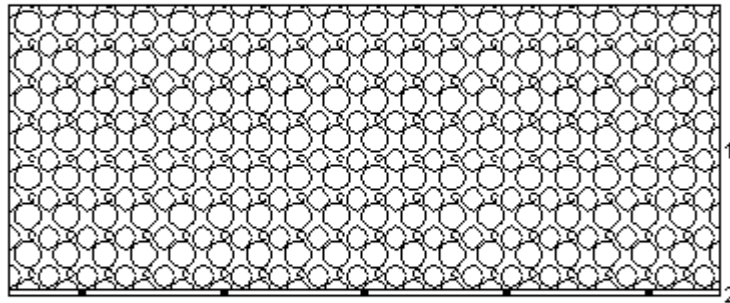
100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Sabbia secca (um. < 1%)	1700	15	70%	200	0,600	0,333	0,353	0,567
2	Piastrelle in ceramica	2300	200	0%	5	1,000	0,005	1,000	0,005
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **205** mm  
 Massa areica **352** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

**0,678****0,912****1,474****1,097**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

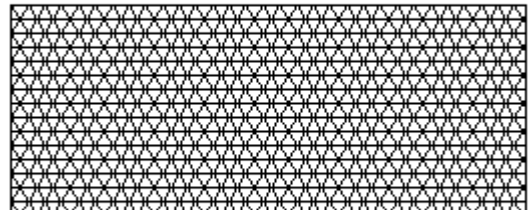
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C**

Codice struttura:

**S1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	200	0,990	4,950	2000	200,000	200,000	0,202
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**200**Conduzzanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,688**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,372****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1153	-1,5	450
Estiva (luglio)	23,2	1849	23,2	1849

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduzzanza

 $\lambda$  conduzzività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **C**

Codice struttura:

**S1**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA****CCR**

4,3

2,1

0,100

0,100

0,040

0,060

100% / 100%

50% / 0%

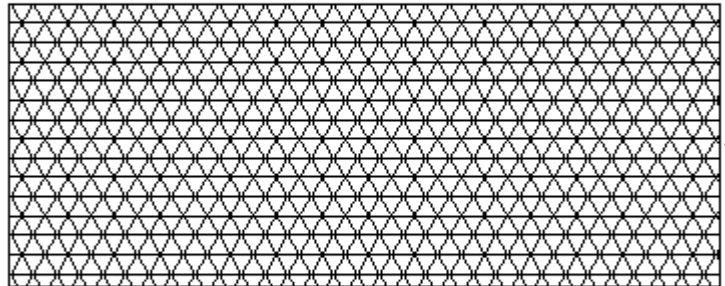
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	2000	1	24%	200	0,990	0,202	0,798	0,251
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **200** mm  
 Massa areica **400** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

**0,342**      **0,410**

**2,924**      **2,439**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C

Codice struttura:

S1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -10,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1000,0000<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

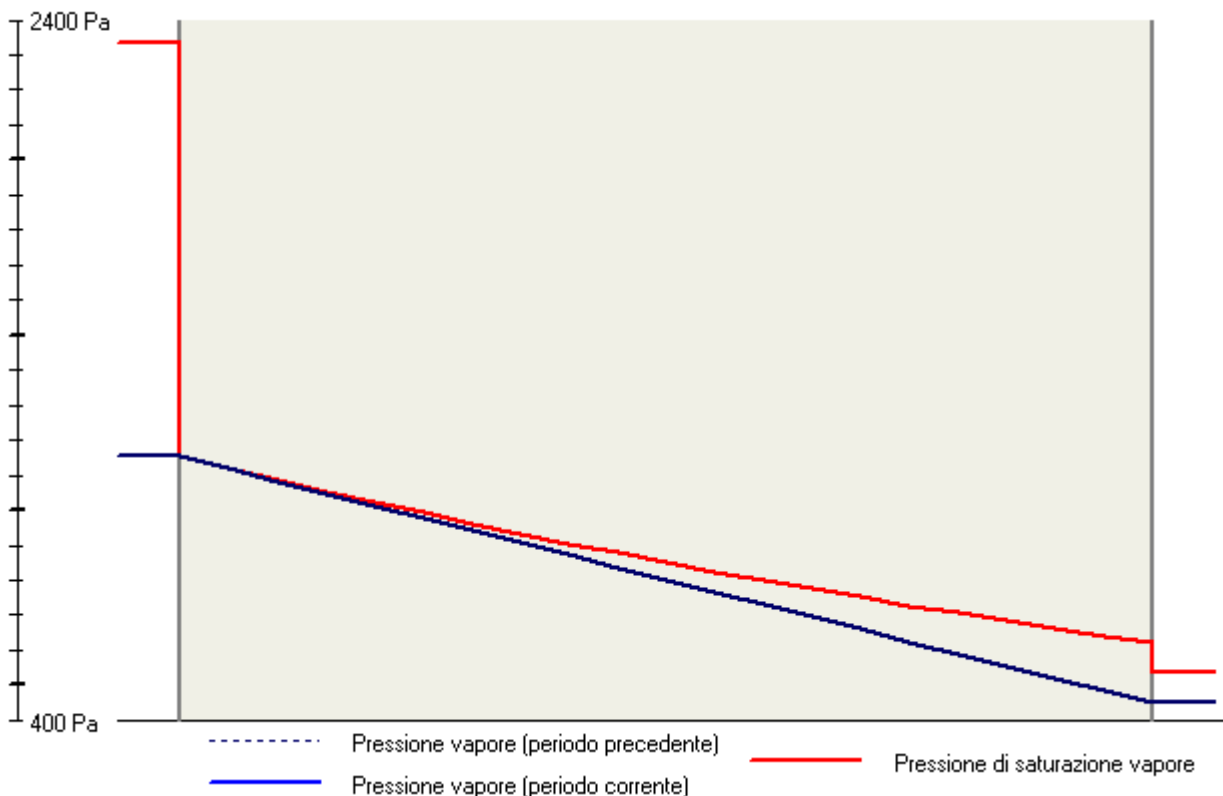
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,492$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





Interreg III B  
CO-FUNDING ERDF



AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



## CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO (RETROFIT ENERGETICO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_E\_B1**

Codice struttura:

**M5**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

4,3  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

**CCR**

2,1  
 0,130  
 0,060  
 50% / 0%

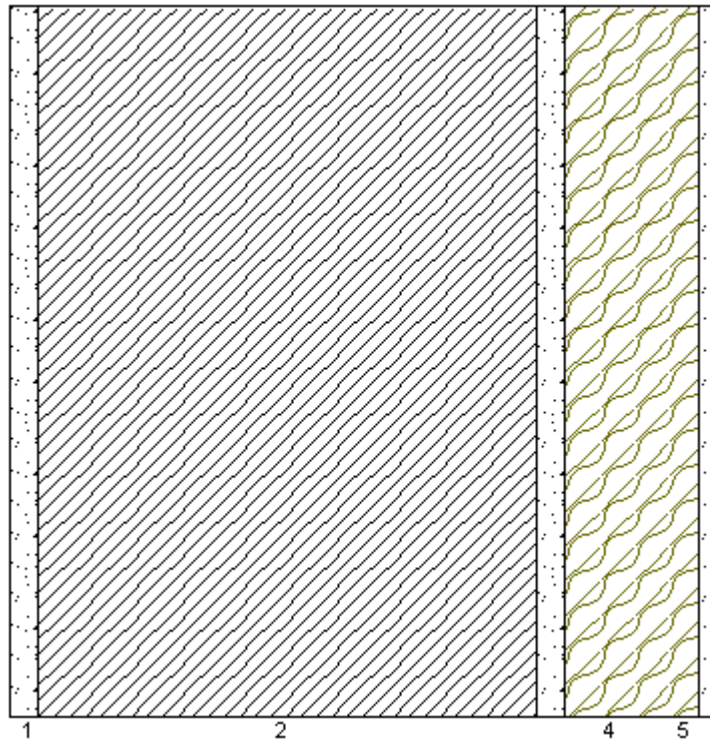
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di gesso e sabbia	1600	10	0%	25	0,800	0,031	0,800	0,031
2	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	450	2,000	0,225	2,000	0,225
3	Intonaco di gesso e sabbia	1600	10	0%	25	0,800	0,031	0,800	0,031
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
5	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **640** mm  
 Massa areica **1263** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W **3,153**  
 U W/m<sup>2</sup>K **0,317**

**3,415****0,293**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_E\_B1

Codice struttura:

M5

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -10,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 4,320 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,924$ 

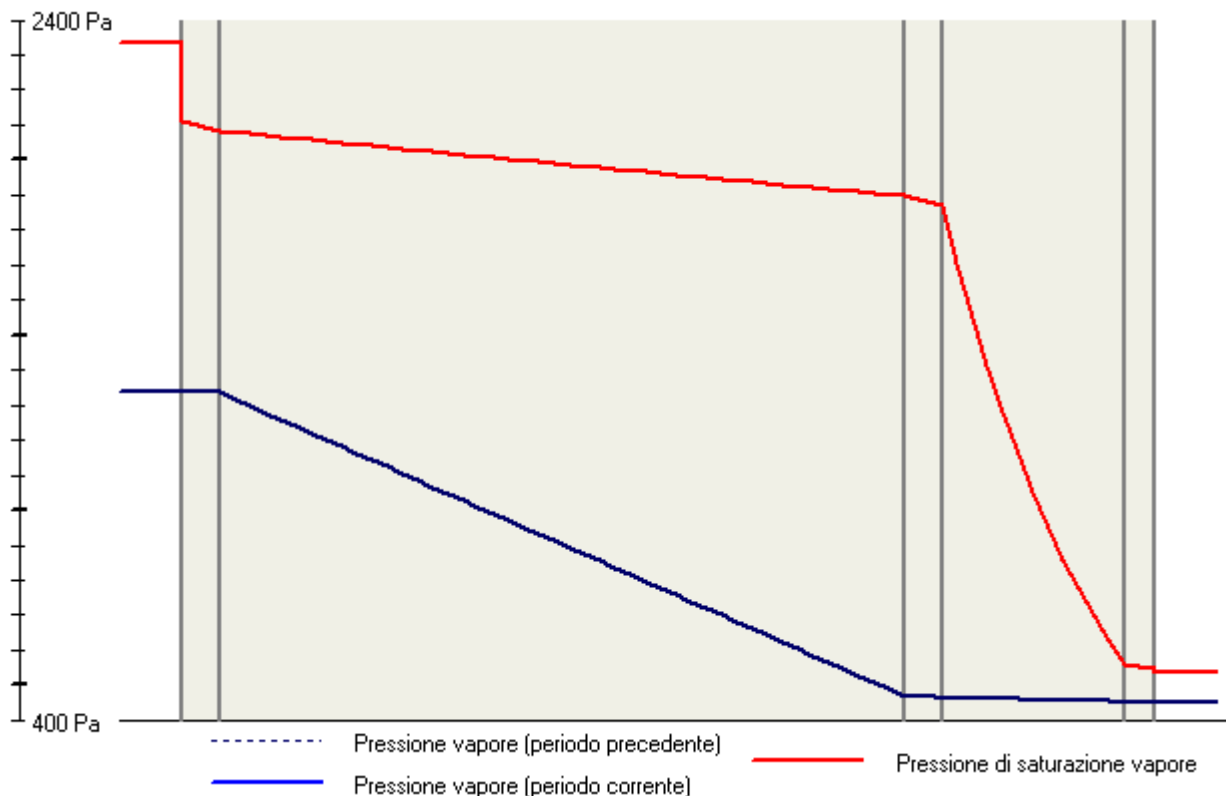
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_N\_B1**

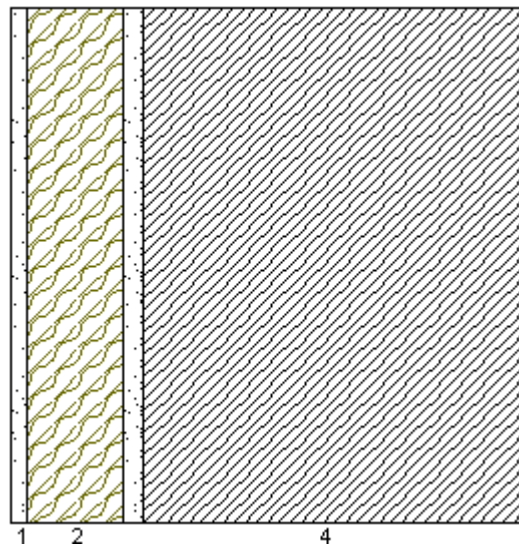
Codice struttura:

**M6**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
3	Intonaco di calce e sabbia	25	0,700	28,000	1400	20,000	33,333	0,036
4	Muratura in pietra naturale	475	2,000	4,211	2500	2,000	2,000	0,238
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**640**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,319**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,138**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1341	-1,5	450
Estiva (luglio)	23,2	1849	23,2	1849

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 1744 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 716 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_N\_B1**

Codice struttura:

**M6**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA****CCR**

4,3  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

2,1  
 0,130  
 0,060  
 50% / 0%

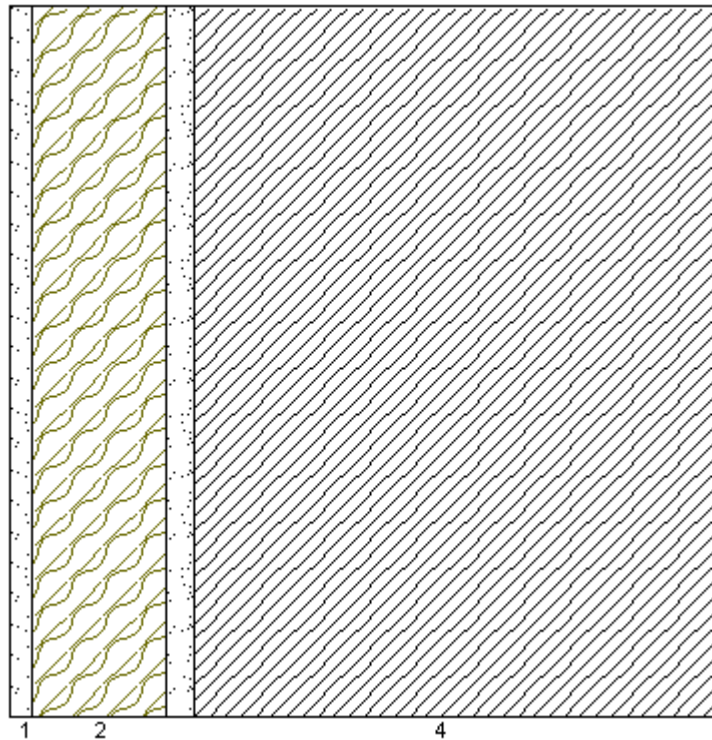
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
3	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	25	0,700	0,036	0,700	0,036
4	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	475	2,000	0,238	2,000	0,238
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **640** mm  
 Massa areica **1281** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W **3,138**  
 U W/m<sup>2</sup>K **0,319**

**3,400****0,294**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_N\_B1

Codice struttura:

M6

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -10,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 4,119 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,923$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

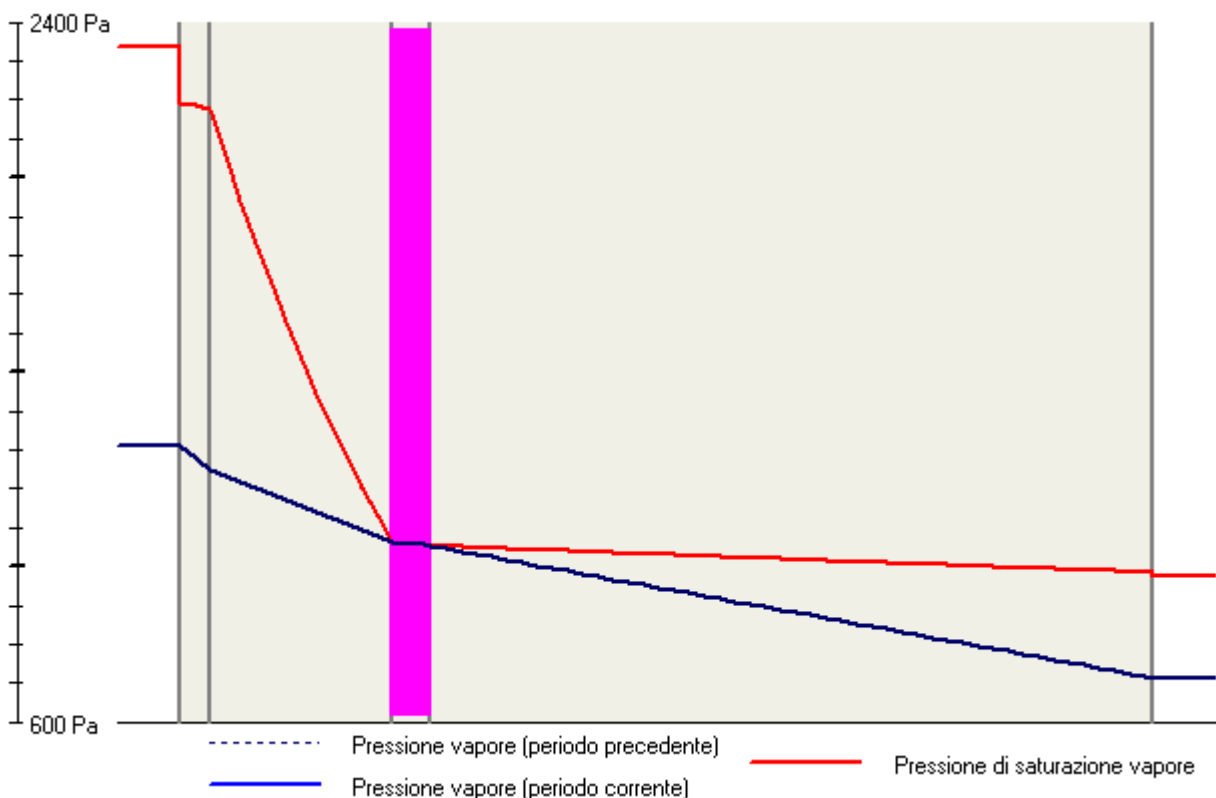
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

1744 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Marzo



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **MN\_O\_B1**

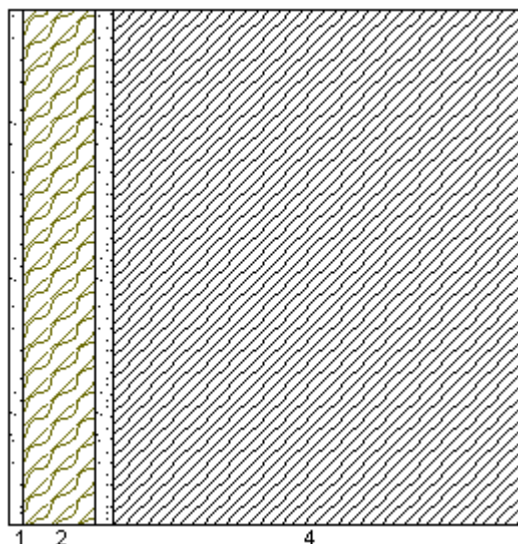
Codice struttura:

**M7**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	100	0,045	0,450	250	40,000	15,385	2,222
3	Intonaco di calce e sabbia	25	0,700	28,000	1400	20,000	33,333	0,036
4	Muratura in pietra naturale	575	2,000	3,478	2500	2,000	2,000	0,288
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**720**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,353**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**2,834**

Interno



Esterno

Simbologia:

s spessore dello strato  
C conduttanza  
 $\lambda$  conduttività  
 $\rho$  massa volumica

$\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%  
 $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%  
R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **MN\_O\_B1**

Codice struttura:

**M7**

Calcolo per

**POTENZA****CCR**

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

0,130

0,130

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

0,130

0,130

Maggiorazione isolante / non isolante

%

100% / 100%

50% / 0%

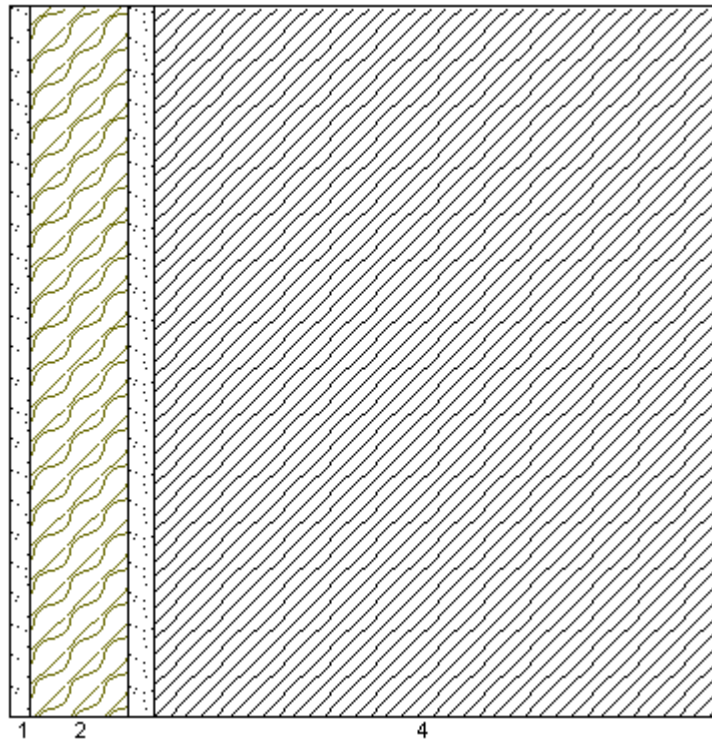
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	100	0,045	2,222	0,041	2,424
3	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	25	0,700	0,036	0,700	0,036
4	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	575	2,000	0,288	2,000	0,288
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **720**

mm

R m<sup>2</sup>K/W**2,834****3,036**Massa areica **1526**kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,353****0,329**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_E\_B2**

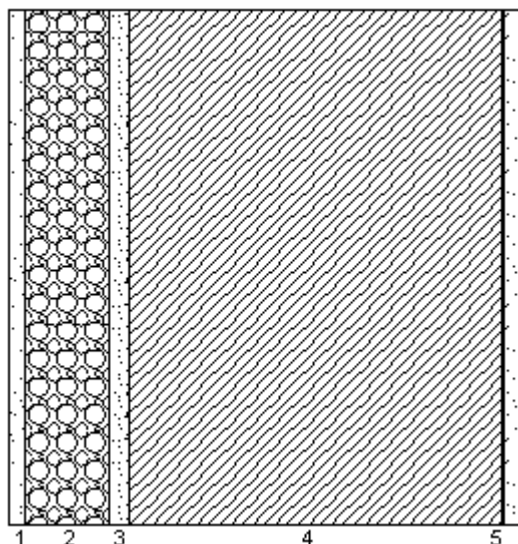
Codice struttura:

**M8**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	100	0,045	0,450	85	66,667	66,667	2,222
3	Intonaco di gesso e sabbia	25	0,800	32,000	1600	20,000	33,333	0,031
4	Muratura in pietra naturale	450	2,000	4,444	2500	2,000	2,000	0,225
5	Intonaco di gesso e sabbia	25	0,800	32,000	1600	20,000	33,333	0,031
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**620**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,362**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**2,760**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1341	-1,5	450
Estiva (luglio)	23,2	1849	23,2	1849

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 2692 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 690 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_E\_B2**

Codice struttura:

**M8**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA****CCR**

4,3  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

2,1  
 0,130  
 0,060  
 50% / 0%

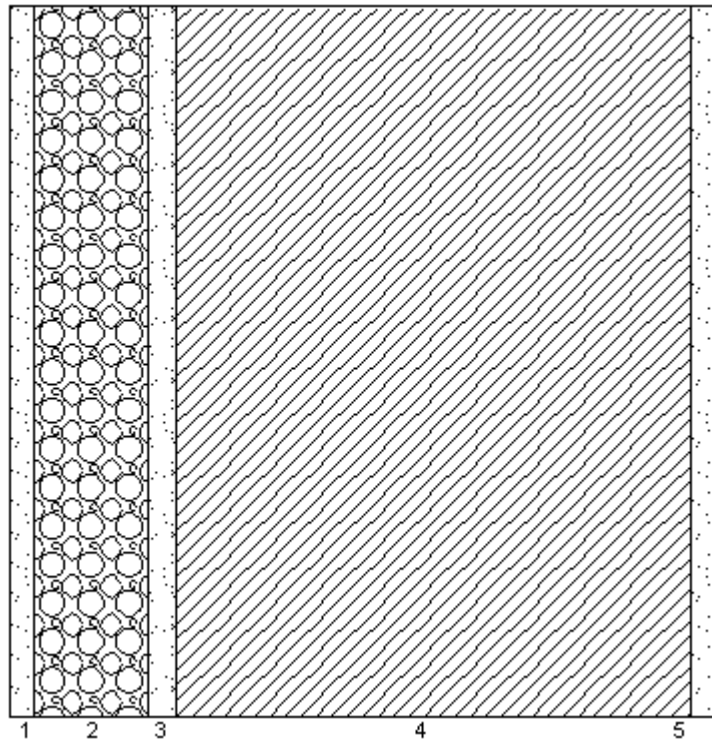
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	100	0,045	2,222	0,038	2,630
3	Intonaco di gesso e sabbia	1600	10	0%	25	0,800	0,031	0,800	0,031
4	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	450	2,000	0,225	2,000	0,225
5	Intonaco di gesso e sabbia	1600	10	0%	25	0,800	0,031	0,800	0,031
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **620**

mm

R m<sup>2</sup>K/W**2,760****3,187**Massa areica **1232**kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,362****0,314**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_E\_B2

Codice struttura:

M8

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -10,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 4,348 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,913$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

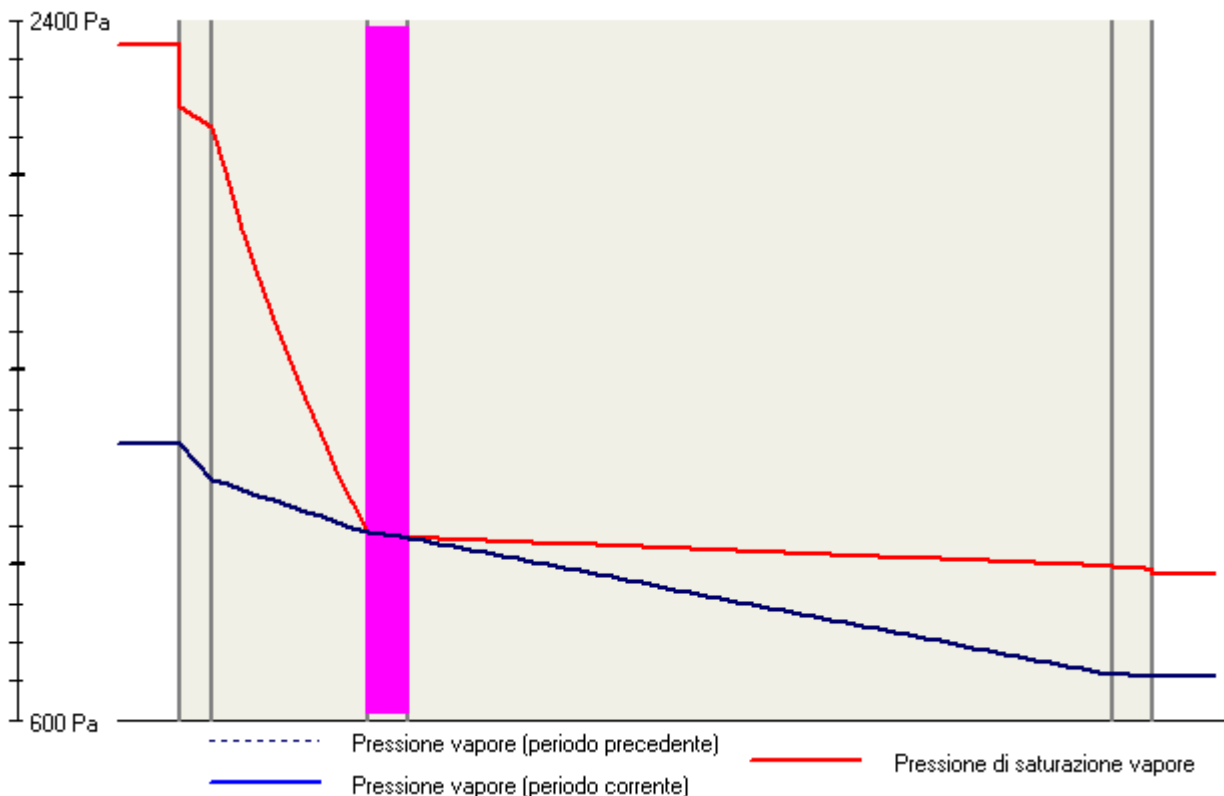
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

2692 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Marzo





**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_N\_B2**

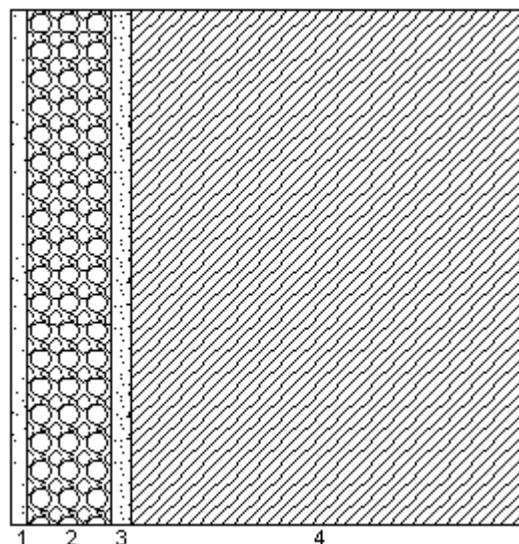
Codice struttura:

**M9**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	100	0,045	0,450	85	66,667	66,667	2,222
3	Intonaco di calce e sabbia	25	0,700	28,000	1400	20,000	33,333	0,036
4	Muratura in pietra naturale	475	2,000	4,211	2500	2,000	2,000	0,238
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**620**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,364**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**2,745**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1341	-1,5	450
Estiva (luglio)	23,2	1849	23,2	1849

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 2720 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 689 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_N\_B2**

Codice struttura:

**M9**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA****CCR**

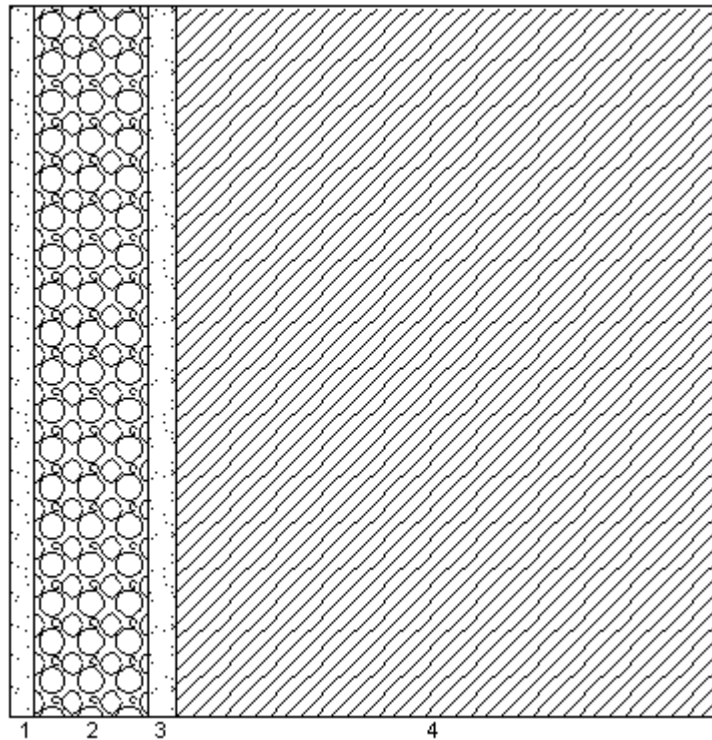
4,3  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

2,1  
 0,130  
 0,060  
 50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	100	0,045	2,222	0,038	2,630
3	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	25	0,700	0,036	0,700	0,036
4	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	475	2,000	0,238	2,000	0,238
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **620** mmR m<sup>2</sup>K/W**2,745****3,173**Massa areica **1249** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,364****0,315**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_N\_B2

Codice struttura:

M9

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -10,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 4,145 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,913$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

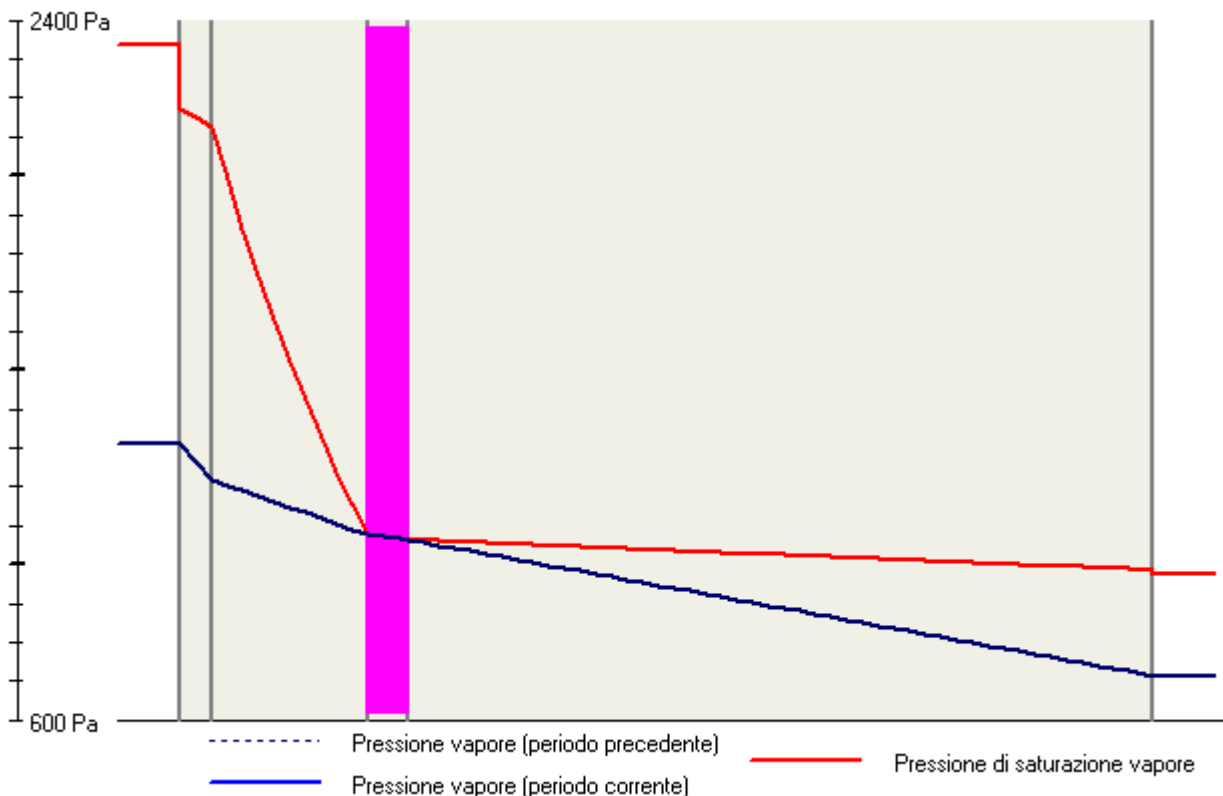
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

2720 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Marzo



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **MN\_O\_B2**

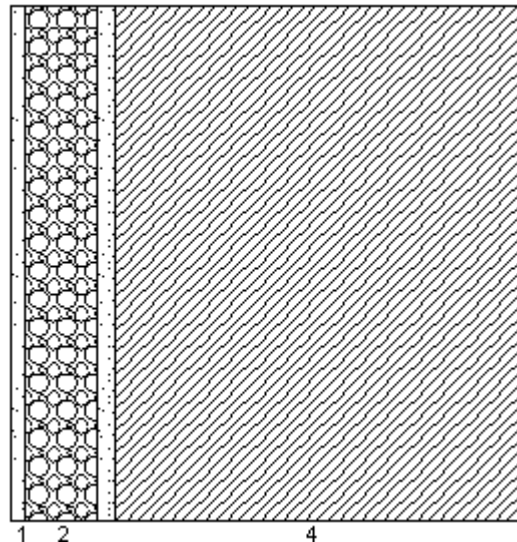
Codice struttura:

**M10**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	100	0,045	0,450	85	66,667	66,667	2,222
3	Intonaco di calce e sabbia	25	0,700	28,000	1400	20,000	33,333	0,036
4	Muratura in pietra naturale	575	2,000	3,478	2500	2,000	2,000	0,288
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**720**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,347**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**2,885**

Interno



Esterno

Simbologia:

s spessore dello strato  
C conduttanza  
 $\lambda$  conduttività  
 $\rho$  massa volumica

$\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%  
 $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%  
R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **MN\_O\_B2**

Codice struttura:

**M10**

Calcolo per

**POTENZA****CCR**

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

0,130

0,130

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

0,130

0,130

Maggiorazione isolante / non isolante

%

100% / 100%

50% / 0%

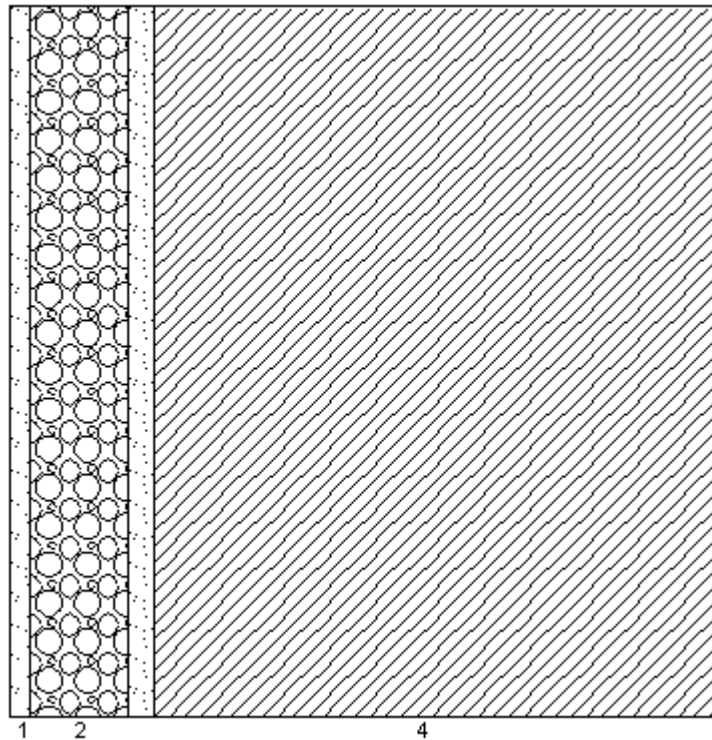
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	100	0,045	2,222	0,038	2,630
3	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	25	0,700	0,036	0,700	0,036
4	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	575	2,000	0,288	2,000	0,288
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **720**

mm

R m<sup>2</sup>K/W**2,885****3,294**Massa areica **1499**kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,347****0,304**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

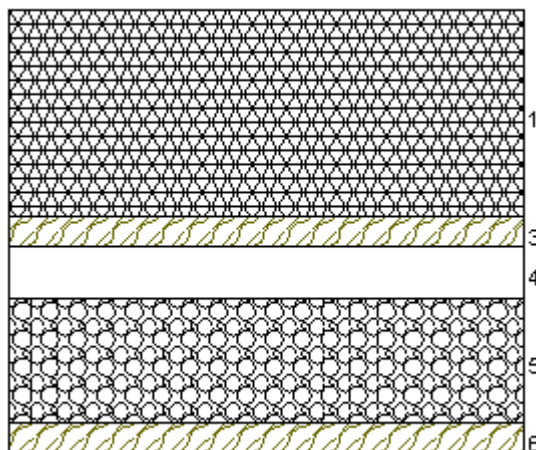
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **CESTER\_B1**

Codice struttura:

**S2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	200	0,990	4,950	2000	-	-	0,074
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	0,4	0,170	425	800	-	-	0,001
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	-	-	0,061
4	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	50	0,000	0,000	0	-	-	0,090
5	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
6	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	4,651	6,250	0,167
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**430,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**68,507**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,312**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,015**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,203****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1341	-1,5	450
Estiva (luglio)	23,2	1849	23,2	1849

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 158 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 720 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **CESTER\_B1**

Codice struttura:

**S2**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA****CCR**

4,3  
 0,100  
 0,015  
 100% / 100%

2,1  
 0,100  
 0,017  
 50% / 0%

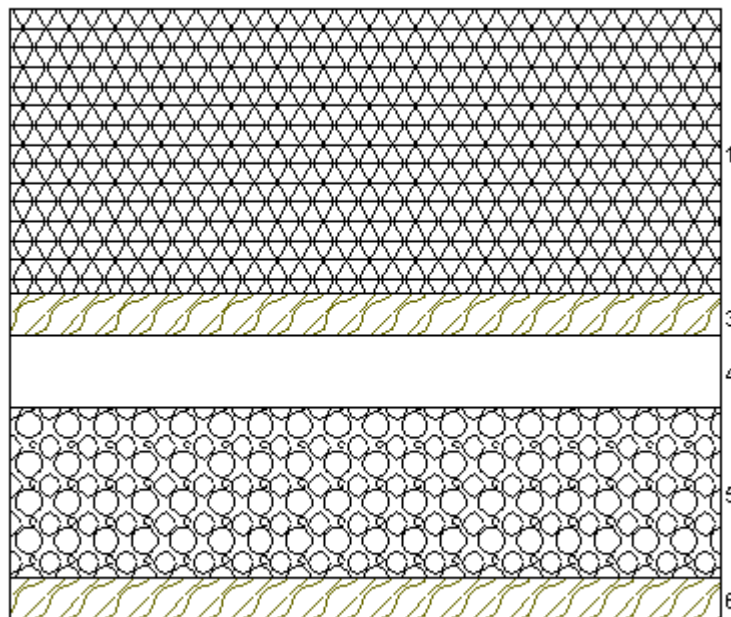
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	2000	-	24%	200	0,990	0,074	0,798	0,071
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	800	-	0%	0,4	0,170	0,001	0,170	0,001
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	-	80%	30	0,180	0,061	0,140	0,061
4	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	0	-	0%	50	0,000	0,090	0,000	0,090
5	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
6	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	43	80%	30	0,180	0,167	0,140	0,214
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **430,4** mm  
 Massa areica **438** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

**3,173**      **3,711**

**0,315**      **0,269**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: CESTER\_B1

Codice struttura:

S2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -10,0 °C

T e UR esterne verifica termogrametrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 121,21210<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,015 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,925$ 

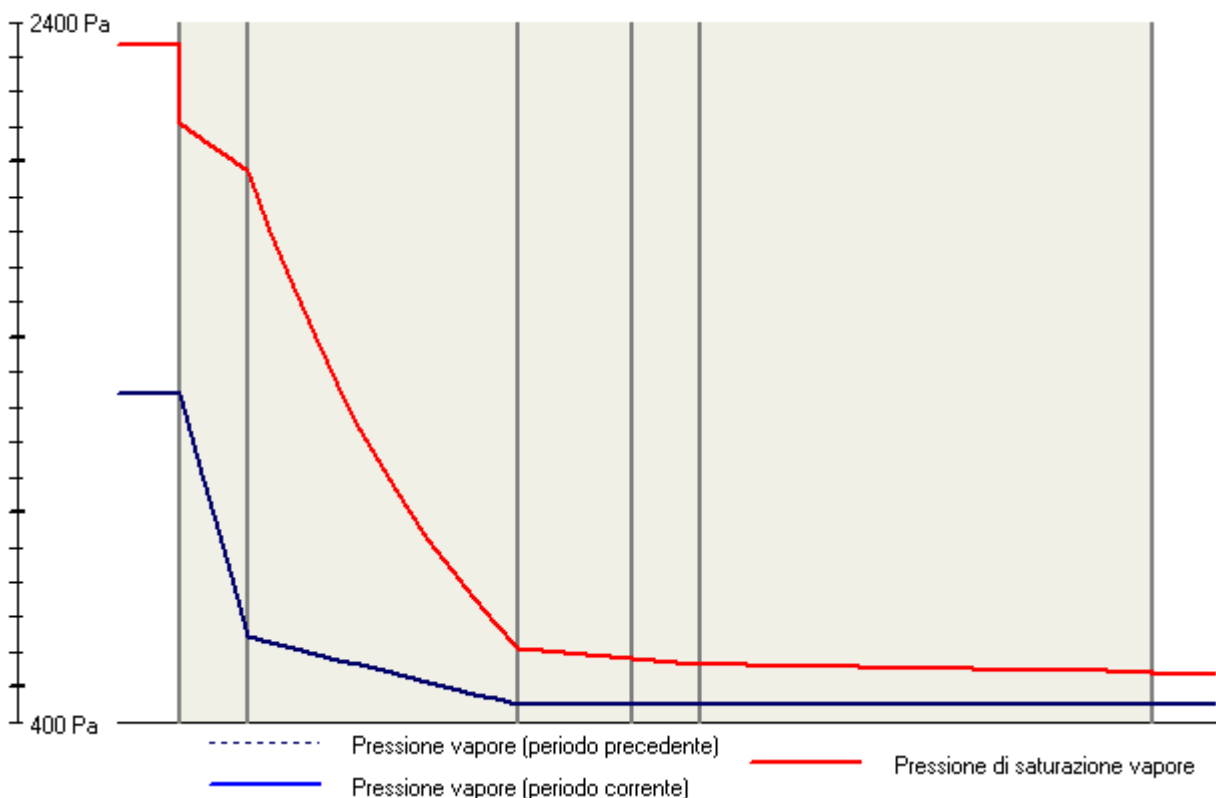
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

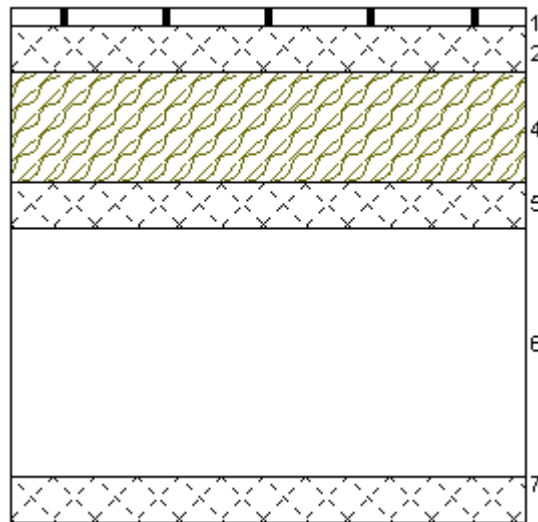
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ST\_B1**

Codice struttura:

**P2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	20	0,220	11,000	850	3,333	3,333	0,091
2	Sottofondo di cemento magro	50	0,700	14,000	1600	10,000	10,000	0,071
3	Impermeabilizzazione con PVC in fogli	0,4	0,160	400	1400	0,004	0,004	0,003
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50	1,490	29,800	2200	2,857	2,857	0,034
6	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	270	3,000	11,111	0	-	-	0,090
7	Sottofondo di cemento magro	50	0,700	14,000	1600	-	-	0,071
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**560,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,313**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,196****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1309	9,8	1208
Estiva (luglio)	20,7	1568	9,8	1208

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 1,28 E-01 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 789 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ST\_B1

Codice struttura:

P2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrametrica:

- Te UR variabili, medie mensili.  
 T fissa, media annuale 9,77 °C UR fissa pari a 100,0%  
 T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

- Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1  Umidità relativa interna costante:  
 Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota:  Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:

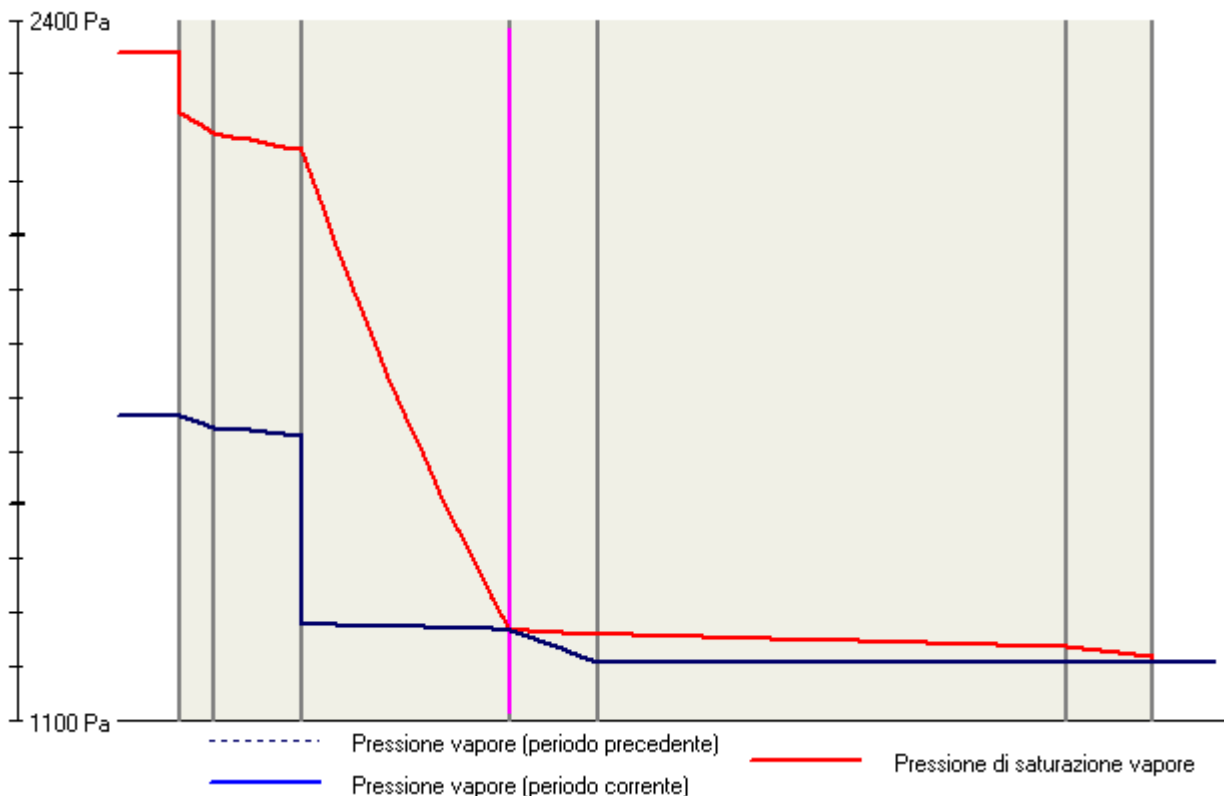
**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 7,605 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Positiva per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%  
 Mese critico Ottobre  $f_{Rsi}^{max}$  0,593 ≤  $f_{Rsi}$  0,925

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Mese con massima condensa accumulata: Agosto  
 Quantità di condensa ammissibile: 100 g/m<sup>2</sup>  
 Q.tà massima di condensa durante l'anno: 1,28 E-01 g/m<sup>2</sup>  
 L'evaporazione alla fine della stagione è: Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Agosto





## COSTO DEGLI INTERVENTI E TEMPO DI RITORNO

Elemento	PARETE PORTANTE (SUD, EST e su zona non riscaldata)	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Materiali utilizzati		
Isolante termico	31,35 €/m <sup>2</sup>	23,34 €/m <sup>2</sup>
Intonaco interno	65,15 €/m <sup>2</sup>	16,90 €/m <sup>2</sup>
Cartongesso, montanti in legno	-	37,79 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>96,50 €/m<sup>2</sup></b>	<b>78,03 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>8 974,50 €</b>	<b>7 256,79 €</b>

Elemento	PARETE PORTANTE (NORD)	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Materiali utilizzati		
Isolante termico	43,76 €/m <sup>2</sup>	25,72 €/m <sup>2</sup>
Intonaco interno	65,15 €/m <sup>2</sup>	16,90 €/m <sup>2</sup>
Cartongesso, montanti in legno	-	37,79 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>108,91 €/m<sup>2</sup></b>	<b>80,41 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>3 594,03 €</b>	<b>2 653,53 €</b>

Elemento	SOLAIO INFERIORE SU TERRAPIENO
Materiali utilizzati	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO
Calcestruzzo, rete elettrosaldata	38,84 €/m <sup>2</sup>
Igloo	25,72 €/m <sup>2</sup>
Isolante termico e guaine	43,07 €/m <sup>2</sup>
Pavimento in legno	47,90 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>155,53 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>3 732,72 €</b>



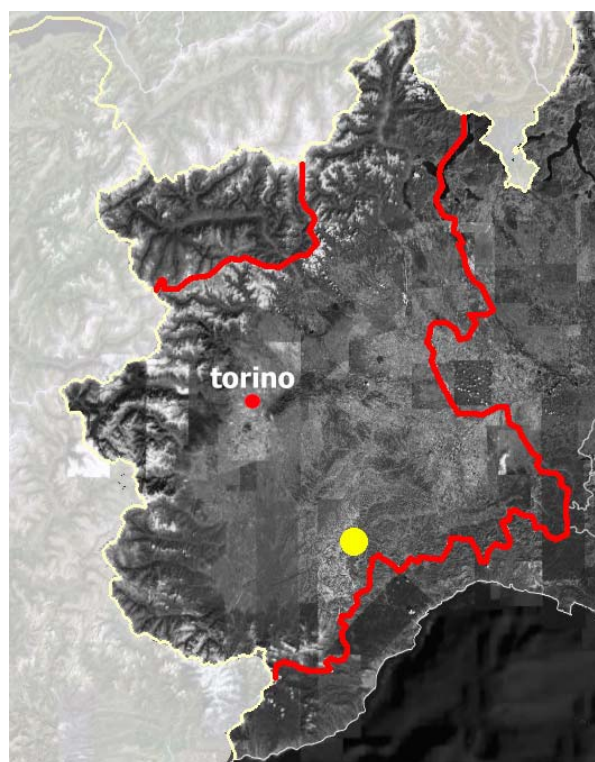
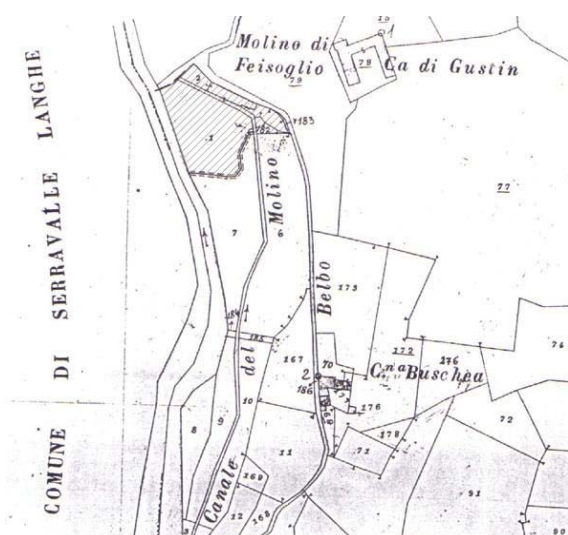
Elemento	COPERTURA	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Tavolato, listelli, controlistelli	72,20 €/m <sup>2</sup>	72,20 €/m <sup>2</sup>
Guaine	6,74 €/m <sup>2</sup>	6,74 €/m <sup>2</sup>
Pannelli isolanti	38,44 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>117,38 €/m<sup>2</sup></b>	<b>102,00 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>4 929,96 €</b>	<b>4 284,00 €</b>

Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO	
	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4	
Materiali utilizzati		
Serramento in larice	227,00 €/m <sup>2</sup>	
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m <sup>2</sup>	
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m <sup>2</sup>	
<b>Costo intervento</b>	<b>329,90 €/m<sup>2</sup></b>	
<b>Costo complessivo</b>	<b>2 639,20 €</b>	

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	
<b>B1 – Isolante in fibra di legno</b>	
Costo totale intervento retrofit energetico	23 870,41 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	13,2
<b>B2 – Isolante in fibra di cellulosa</b>	
Costo totale intervento retrofit energetico	20 566,00 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	13,9



Denominazione	Mulino di Feisoglio
Indirizzo	Strada del Mulino
Città	Feisoglio (CN)
Comunità montana	Alta Langa
Data di costruzione	VI sec
Tipologia edificio	Mulino
Superficie utile	304 mq



Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Scarso
Qualità del trasporto pubblico	Assente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile	Sufficiente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'energia elettrica	Sufficiente
Uso principale del sito e area circostante	Attività agricola





*Prospetto Sud Ovest*



*Particolare prospetto Sud Ovest*



*Prospetto Nord Est*



*Vialetto su prospetto Nord Est*



*Prospetto Sud Ovest*



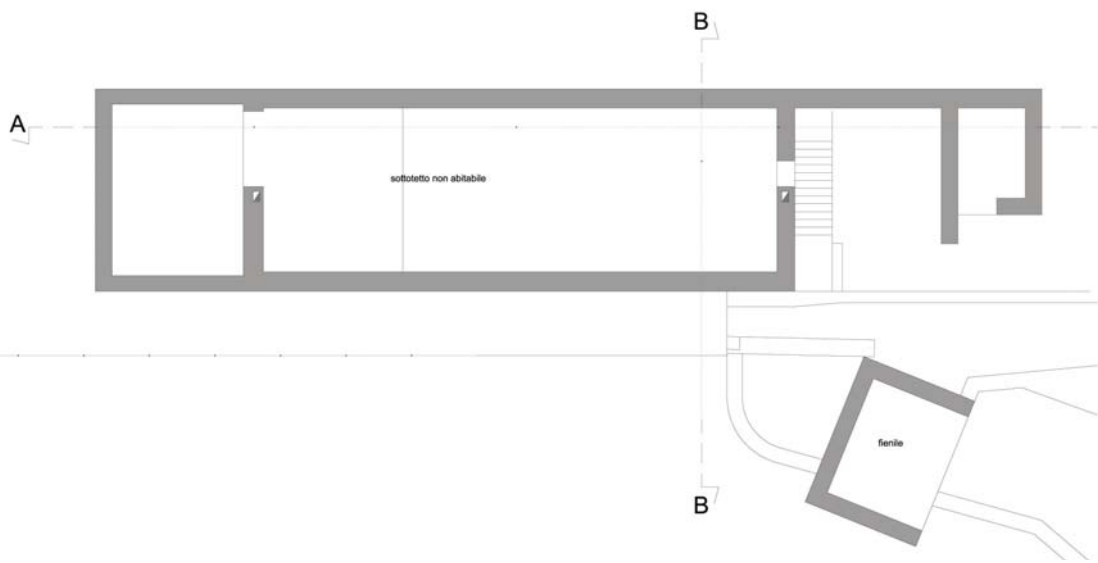
*Prospetto Nord Est*



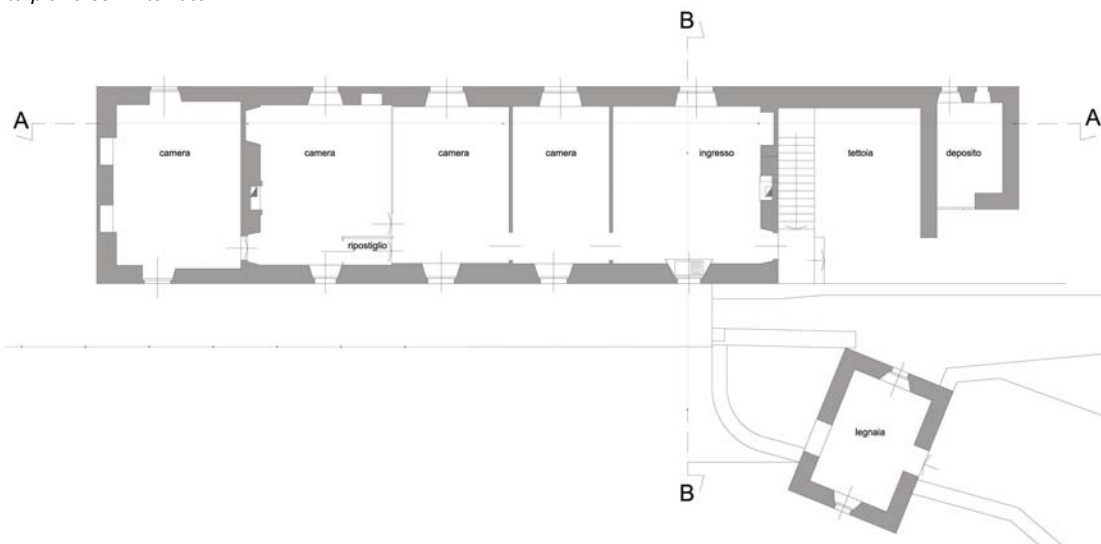
*Fienile/ Legnaia*



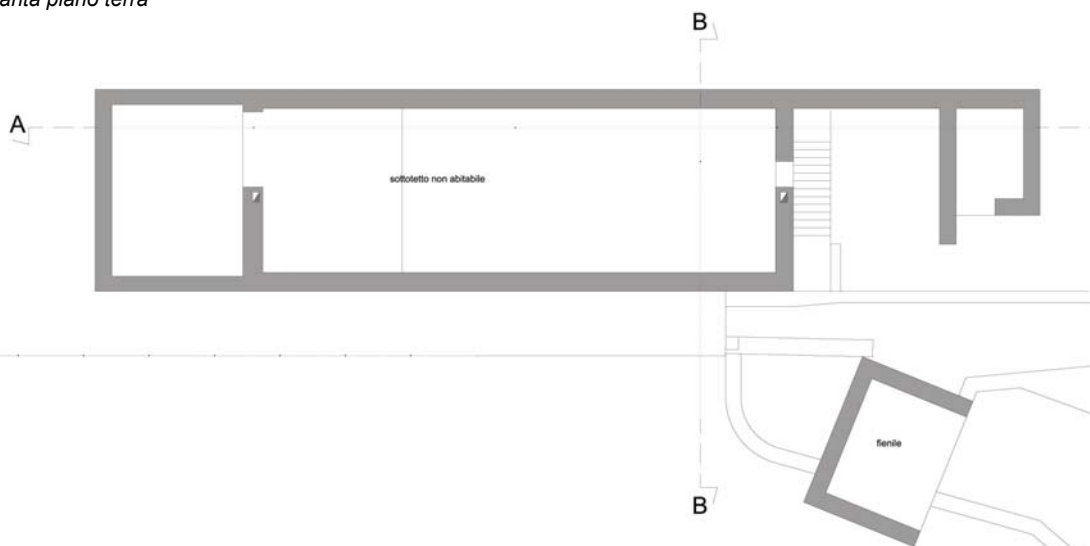
*Particolare interni*



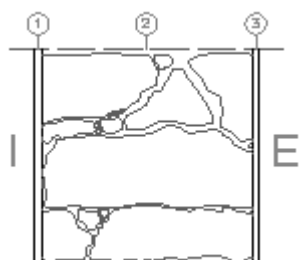
*Pianta piano seminterrato*



*Pianta piano terra*



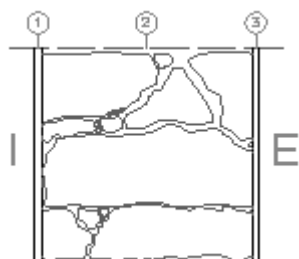
*Pianta piano primo*



Parete portante Sud Est



1 Intonaco	4 cm
2 Pietra	46 cm
3 Intonaco	3 cm



Parete portante N-O; N-E; S-O

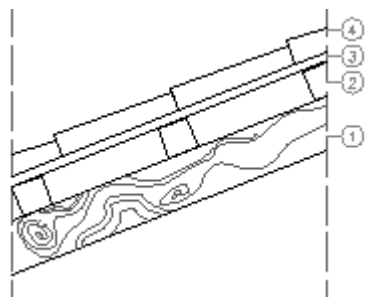


1 Intonaco	4 cm
2 Pietra	61 cm

Apertura con telaio in legno e vetro chiaro semplice



Serramenti



Copertura



1 Travi in legno	18 cm
2 Travetti	6 cm
3 Tavolato	2 cm
4 Tegole in argilla	10 cm





1	Pavimento in legno	3 cm
2	Travi in legno	20 cm

Solaio inferiore



#### DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Parete portante (Sud Est)	2,2	18
Parete portante	2,1	260
Copertura	2,0	200
Solaio inferiore	3,3	94
Area vetrata	3,5	25

Rendimento ipotetico del sistema di riscaldamento	0.7	
Massa termica	160	Wh/m <sup>2</sup> K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m <sup>2</sup>
Gradi giorno	3191	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

#### BILANCIO ENERGETICO

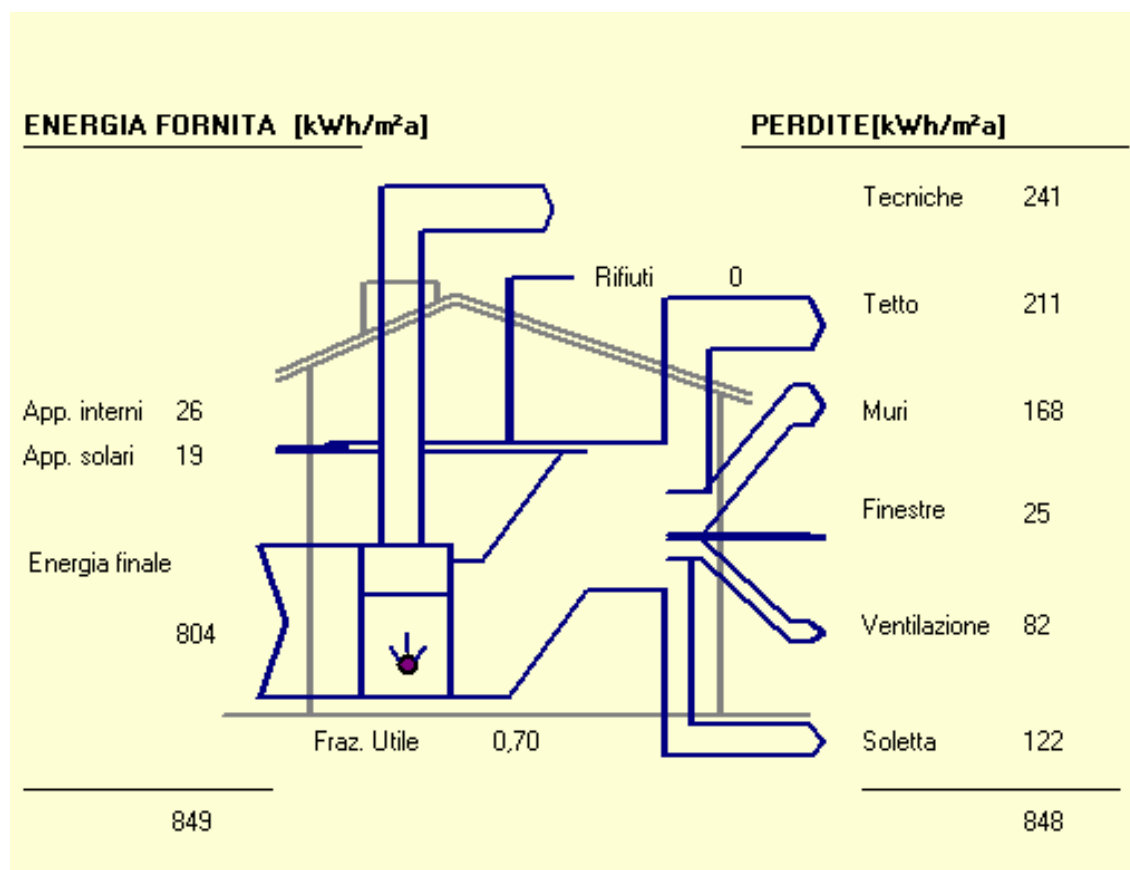
ELEMENTO	Perdite (kWh/m <sup>2</sup> anno)	% sul totale
Pareti	168	27,6
Copertura	211	34,7
Solaio inferiore	122	20,1
Serramenti	25	4,1
Ventilazione	82	13,5
<b>TOTALE</b>	<b>608</b>	<b>100</b>

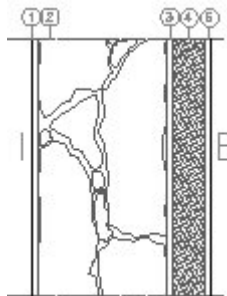


Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B 14**

Fabbisogno energia primaria	804	kWh/m2 anno
Apporti solari	19	kWh/m2 anno
Apporti interni	26	kWh/m2 anno

**BILANCIO ENERGETICO**



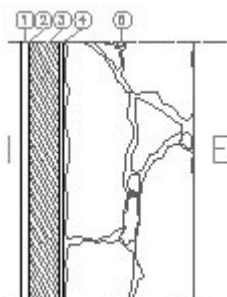


### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno intonacati

1 Intonaco	4 cm
2 Pietra	46 cm
3 Intonaco	3 cm
4 Pannello in fibra di legno	12 cm
5 Intonaco	2 cm

#### Parete portante SudEst

Descrizione	L'intervento consiste nell'applicare alla muratura in pietra dei pannelli isolanti in fibra di legno di 12 cm attraverso tasselli piatti a secco. La muratura viene precedentemente intonacata per poter operare su una superficie piana e, in seguito, sulla faccia a vista del pannello viene applicato uno strato di intonaco di 2 cm attraverso una rete porta intonaco in fibra di vetro.
Spessore	67 cm
Trasmittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C



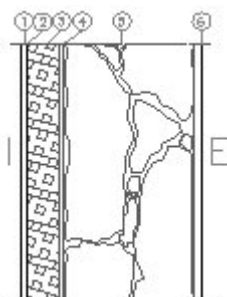
### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno intonacati

1 Cartongesso	2,4 cm
2 Barriera al vapore in polietilene	0,15 cm
3 Pannello in fibra di legno	12 cm
4 Intonaco	4 cm
5 Pietra calcarea	61 cm

#### Parete portante NordOvest – NordEst - SudOvest

Descrizione	L'intervento consiste nell'applicare alla muratura in pietra dei pannelli isolanti in fibra di legno di 12 cm attraverso tasselli piatti a secco. La muratura viene precedentemente intonacata per poter operare su una superficie piana e, in seguito, sulla faccia a vista del pannello viene applicato uno strato di intonaco di 2 cm attraverso una rete porta intonaco in fibra di vetro.
Spessore	79,55 cm
Trasmittanza	0,33 W/m <sup>2</sup> °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento	24 kWh/m <sup>2</sup>
---	-----------------------



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa:

1	Cartongesso	2 cm
2	Barriera al vapore in polietilene	0,15 cm
3	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
4	Intonaco	4 cm
5	Pietra calcarea	46 cm
6	Intonaco esistente	3 cm

### Parete portante SudEst

Descrizione

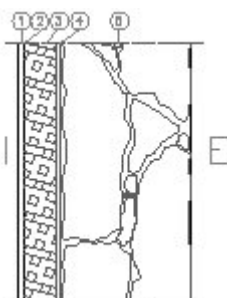
L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti in fibra di cellulosa di 12 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di lastre di cartongesso di spessore totale di 2 cm.

Spessore

67,1 cm

Trasmittanza

0,31 W/m<sup>2</sup> °C



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa:

1	Cartongesso	2 cm
2	Barriera al vapore in polietilene	0,15 cm
3	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
4	Intonaco	2 cm
5	Pietra	61 cm

### Parete portante NordOvest – NordEst - SudOvest

Descrizione

L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti in fibra di cellulosa di 12 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di lastre di cartongesso di spessore totale di 2 cm.

Spessore

77,1 cm

Trasmittanza

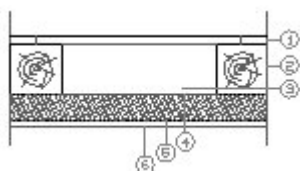
0,31 W/m<sup>2</sup> °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento

25 kWh/m<sup>2</sup>

## Serramenti

Descrizione	Sostituzione serramenti esistenti. Impiego di finestre con telaio in legno e vetrocamera (4-12-4)
Trasmittanza	2,2 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	16 kWh/m <sup>2</sup>

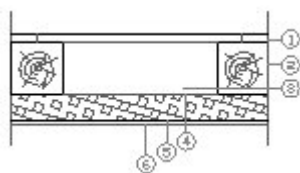


### Isolamento del solaio con pannelli in fibra di legno

1	Pavimento in legno	1	cm
2	Travi in legno	2	cm
3	Aria non ventilata	10	
4	Pannello in fibra di legno	10	cm
5	Carta kraft	0,08	cm
6	Tavolato in legno	2	cm

## Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di legno posati su tavolato e realizzazione di camera d'aria.
Spessore	25,1 cm
Trasmittanza	0,33 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	8 kWh/m <sup>2</sup>

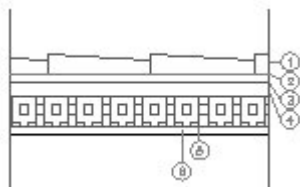


### Isolamento del solaio con pannelli in fibra di cellulosa

1	Pavimento in legno	1	cm
2	Travi in legno	2	cm
3	Aria non ventilata	10	cm
4	Pannello in fibra di cellulosa	10	cm
5	Carta kraft	0,08	cm
	Tavolato in legno	2	cm

## Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato e realizzazione di camera d'aria.
Spessore	25,1 cm
Trasmittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	8 kWh/m <sup>2</sup>



### Isolamento della falda con pannelli in fibra di cellulosa:

1	Rivestimento in tegole	10	cm
2	Barriera all'acqua e al vento	0,04	cm
3	Tavolato in legno	3	cm
4	Aria debolmente ventilata	5	cm
5	Pannello in fibra di cellulosa	12	cm
6	Tavolato in legno	3	cm

### Copertura

Descrizione	Isolamento della falda attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato in legno. Il pacchetto di copertura comprende una camera d'aria debolmente ventilata.
Spessore	33 cm
Tramittanza	0,31 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	18 kWh/m <sup>2</sup>



DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)		Superficie (m <sup>2</sup> )
	Ipotesi B1 isolante in fibra di legno	Ipotesi B2 isolante in fibra di cellulosa	
Parete portante (Sudest)	0,32	0,31	18
Parete portante	0,31	0,31	260
Copertura	0,31	0,31	200
Solaio inferiore	0,33	0,32	94
Area vetrata	2,2	2,2	25

Rendimento del sistema di riscaldamento	0.75	
Massa termica	160	Wh/m2 K
Ricambi d'aria	0,6	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m2
Gradi giorno	3191	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1

ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	24	20,8
Copertura	18	15,7
Solaio inferiore	8	7
Serramenti	16	13,9
Ventilazione	49	42,6
TOTALE	115	100

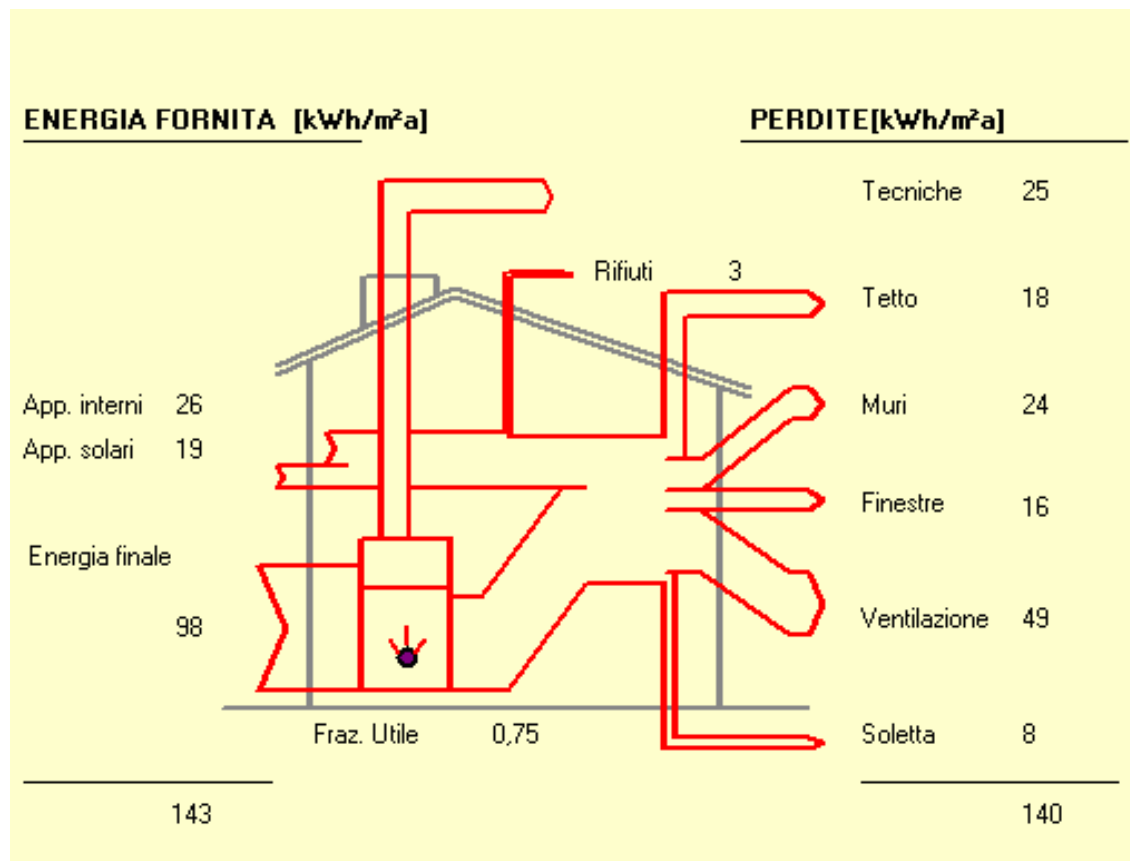




Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **D 14**

Fabbisogno energia primaria	99	kWh/m2 anno
Apporti solari	19	kWh/m2 anno
Apporti interni	26	kWh/m2 anno

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1**





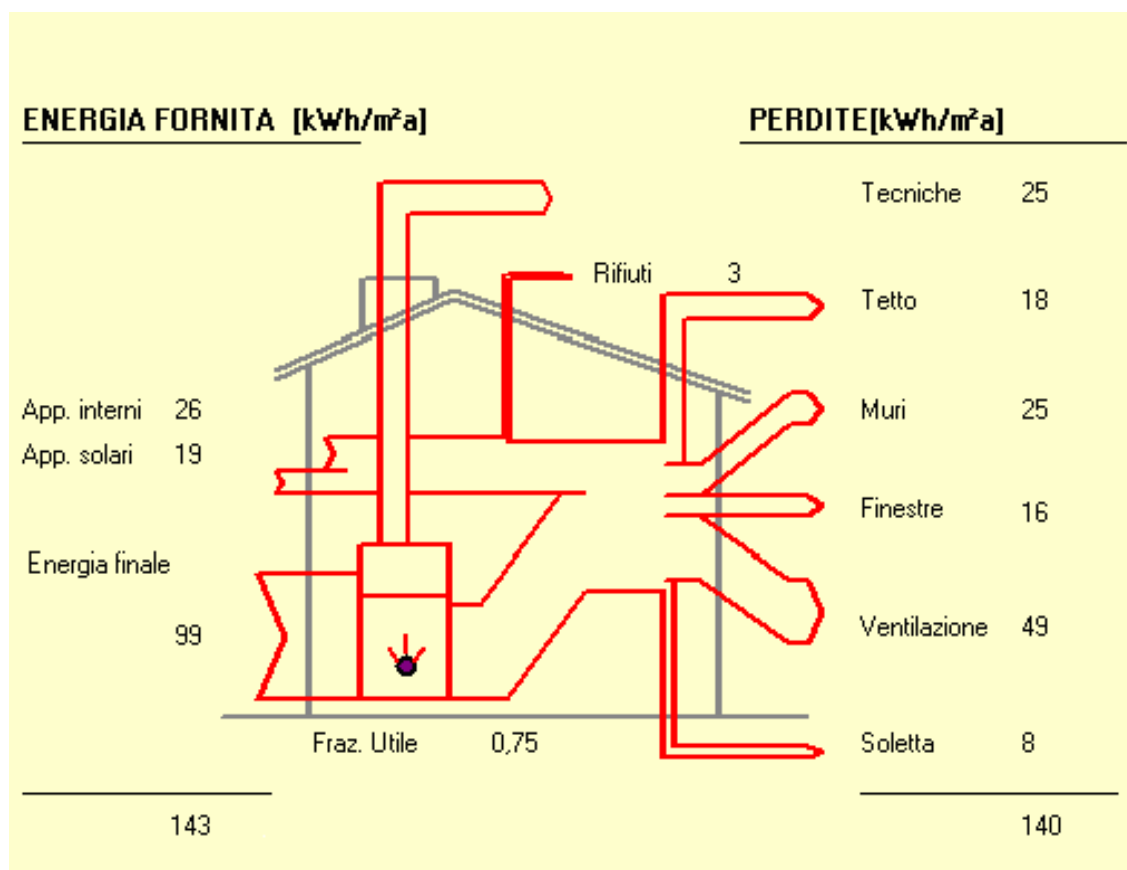
Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **D 14**

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2**

ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	25	21,6
Copertura	18	15,5
Solaio inferiore	8	6,9
Serramenti	16	13,8
Ventilazione	49	42,2
<b>TOTALE</b>	<b>116</b>	<b>100</b>

Fabbisogno energia primaria	99	kWh/m2 anno
Apporti solari	19	kWh/m2 anno
Apporti interni	26	kWh/m2 anno

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2**





Interreg III B  
CO-FUNDING ERDF



AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI  
DELL'EDIFICIO (STATO DI FATTO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_SE\_A**

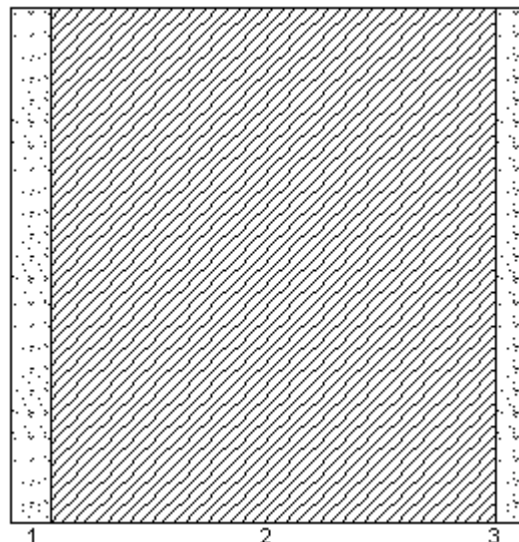
Codice struttura:

**M1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	40	0,800	20,000	1600	20,000	33,333	0,050
2	Muratura in pietra naturale	460	2,300	5,000	2500	2,000	2,000	0,200
3	Intonaco di calce e sabbia	30	0,800	26,667	1600	20,000	33,333	0,037
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**530**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,186**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,457**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1346	0,1	518
Estiva (luglio)	20,9	1678	20,9	1678

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 462 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_SE\_A**

Codice struttura:

**M1**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

3,2

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,6

0,130

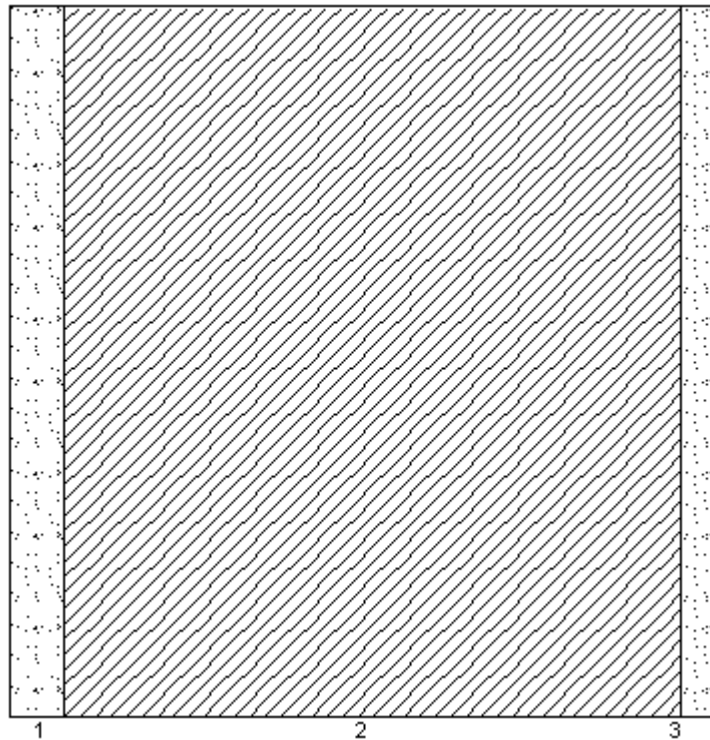
0,068

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	40	0,800	0,050	0,800	0,050
2	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	460	2,300	0,200	2,300	0,200
3	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	30	0,800	0,037	0,800	0,037
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **530** mmR m<sup>2</sup>K/W**0,457****0,485**Massa areica **1262** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**2,186****2,061**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_SE\_A

Codice struttura:

M1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 4,283 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,567$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

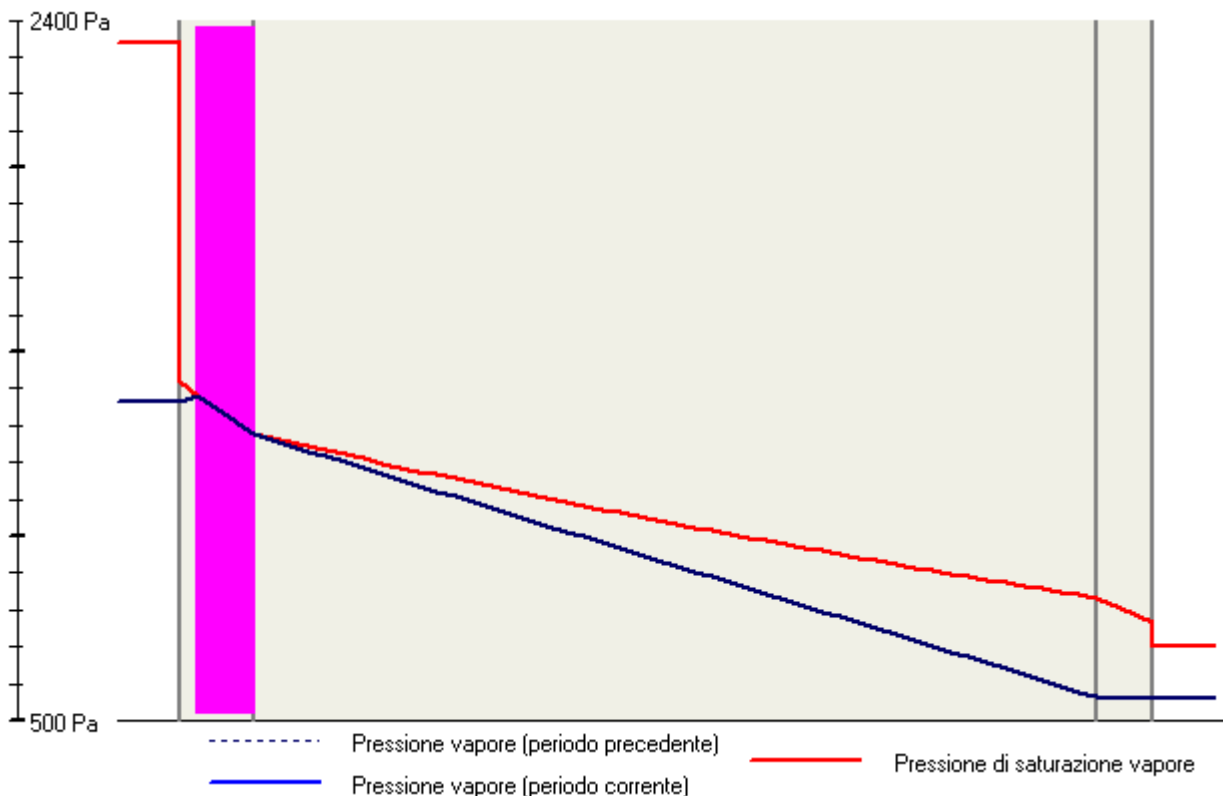
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

462 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_NONESO\_A**

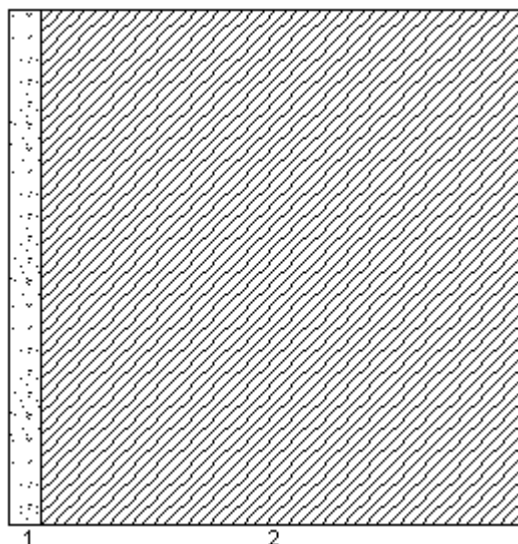
Codice struttura:

**M2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	40	0,800	20,000	1600	20,000	33,333	0,050
2	Muratura in pietra naturale	610	2,300	3,770	2500	2,000	2,000	0,265
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**650**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,061**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,485**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1382	0,1	518
Estiva (luglio)	20,9	1678	20,9	1678

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 375 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_NONESO\_A**

Codice struttura:

**M2**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m²K/W  
 Resistenza superficiale esterna m²K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

**CCR**

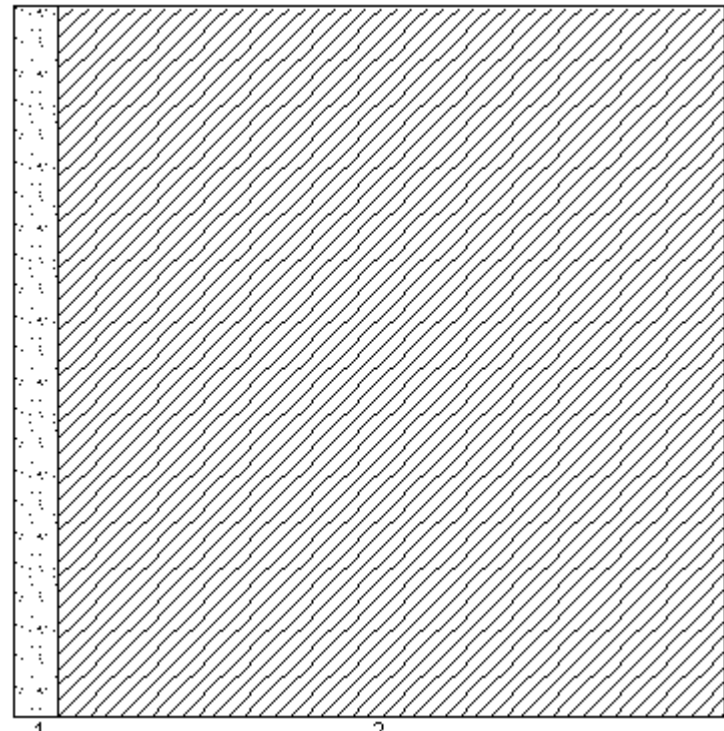
3,2  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

1,6  
 0,130  
 0,068  
 50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m³]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	40	0,800	0,050	0,800	0,050
2	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	610	2,300	0,265	2,300	0,265
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale	<b>650</b>	mm	R	m²K/W	<b>0,485</b>	<b>0,513</b>
Massa areica	<b>1589</b>	kg/m²	U	W/m²K	<b>2,061</b>	<b>1,950</b>

Interno



Esterno



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_NONESO\_A

Codice struttura:

M2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 3,257 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,587$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

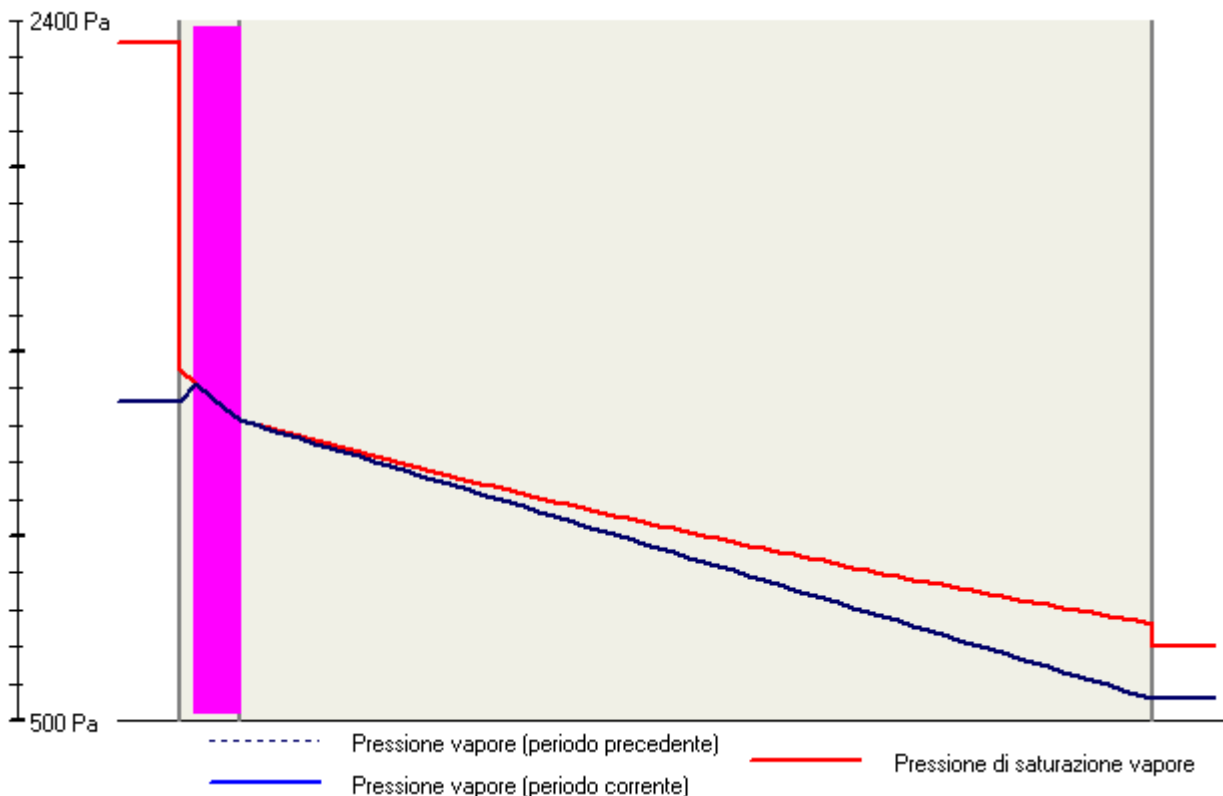
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

375 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn**

Codice struttura:

**P1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	30	0,220	7,333	850	3,333	3,333	0,136
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**30**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**3,264**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,306****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1097	0,1	518
Estiva (luglio)	20,9	1678	20,9	1678

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn

Codice struttura:

P1

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA****CCR**

3,2

1,6

0,170

0,170

0,040

0,068

100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	850	60	20%	30	0,220	0,136	0,202	0,149
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 30 mm  
 Massa areica 26 kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

0,346

0,386

2,887

2,588



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn

Codice struttura:

P1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 111,11110<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

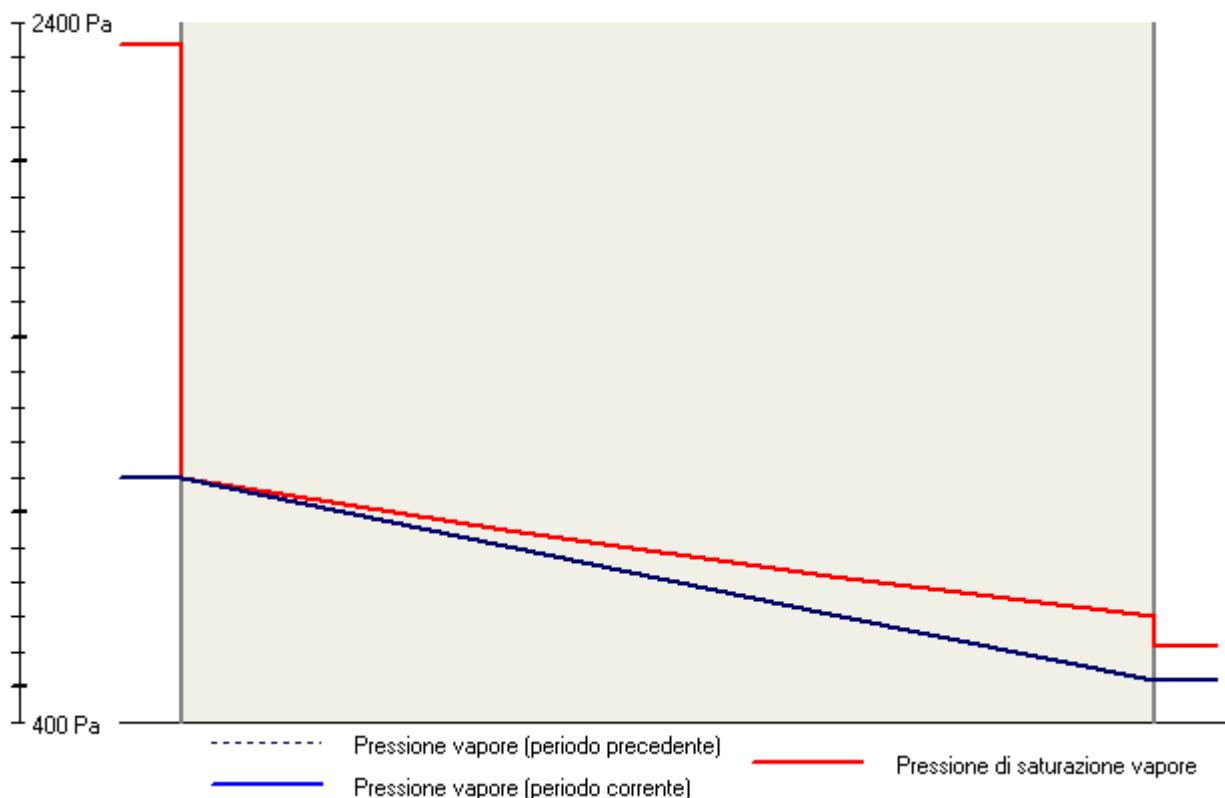
Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,414$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

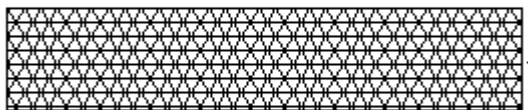
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C\_CESTER**

Codice struttura:

**S2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	100	0,990	9,900	2000	200,000	200,000	0,101
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**100**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**3,690**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,271****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1021	0,1	518
Estiva (luglio)	20,9	1678	20,9	1678

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **C\_CESTER**

Codice struttura:

**S2**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA****CCR**

3,2

1,6

0,100

0,100

0,040

0,068

100% / 100%

50% / 0%

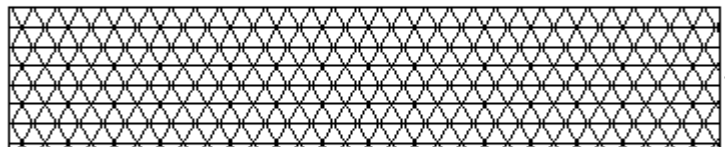
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	2000	1	24%	100	0,990	0,101	0,798	0,125
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale    **100**    mm  
 Massa areica      **200**    kg/m<sup>2</sup>

R    m<sup>2</sup>K/W  
 U    W/m<sup>2</sup>K

**0,241**                      **0,293**

**4,149**                      **3,415**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_CESTER

Codice struttura:

S2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 2000,0000<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

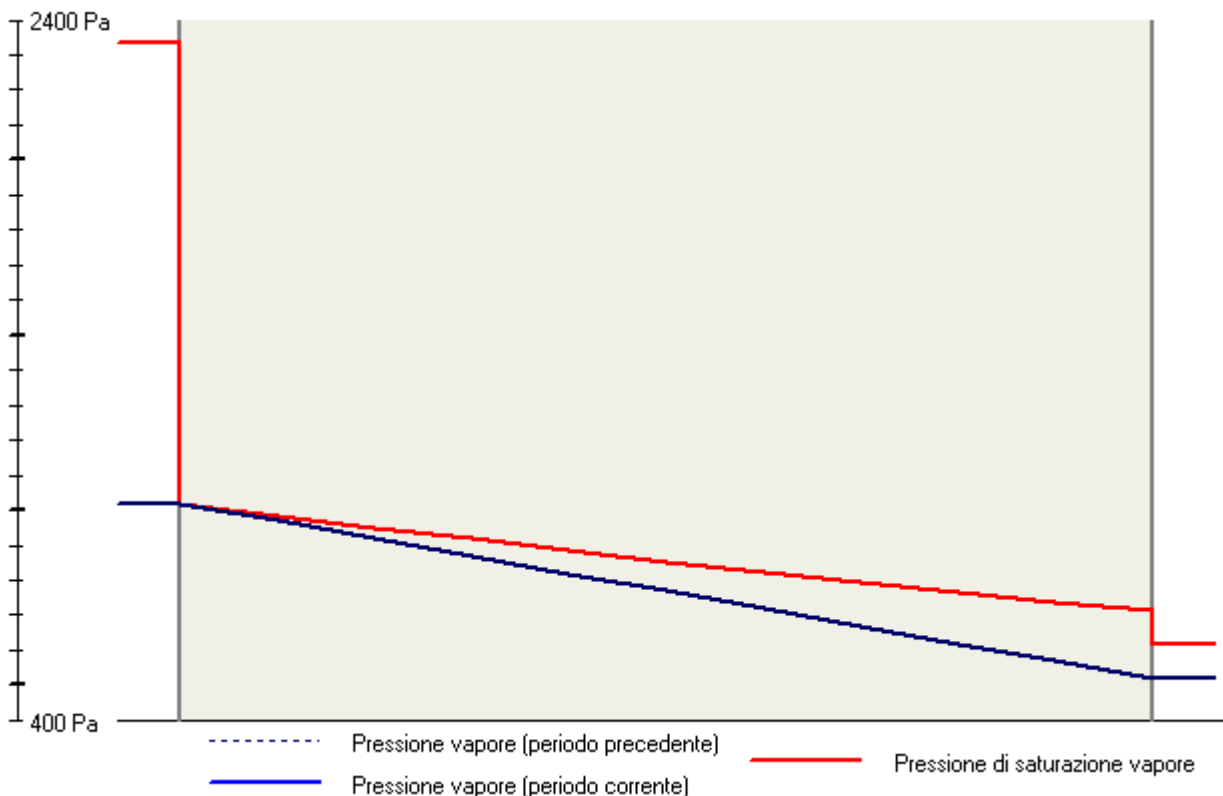
Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,361$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





Interreg III B  
CO-FUNDING ERDF



AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



## CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO (RETROFIT ENERGETICO)



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_SE\_B1**

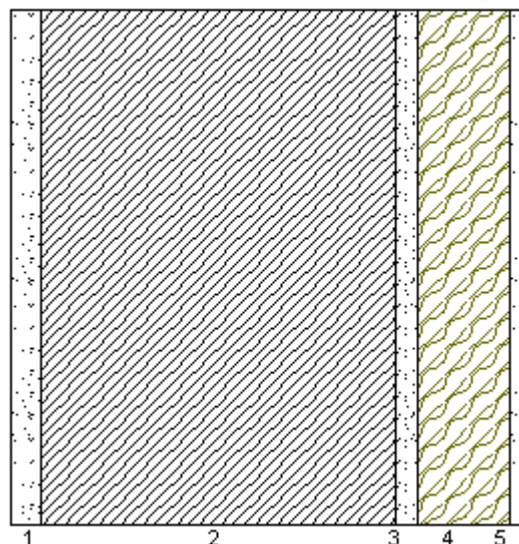
Codice struttura:

**M5**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	40	0,800	20,000	1600	20,000	33,333	0,050
2	Muratura in pietra naturale	460	2,300	5,000	2500	2,000	2,000	0,200
3	Intonaco di calce e sabbia	30	0,800	26,667	1600	20,000	33,333	0,037
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
5	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**670**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,317**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,153**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1405	0,1	518
Estiva (luglio)	20,9	1678	20,9	1678

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 108 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 721 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_SE\_B1**

Codice struttura:

**M5**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

3,2  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

**CCR**

1,6  
 0,130  
 0,068  
 50% / 0%

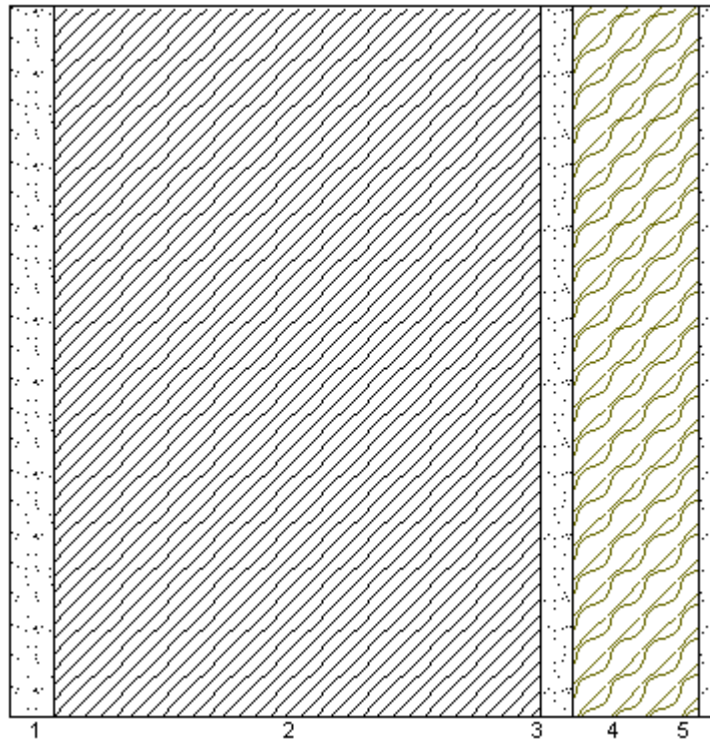
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	40	0,800	0,050	0,800	0,050
2	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	460	2,300	0,200	2,300	0,200
3	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	30	0,800	0,037	0,800	0,037
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
5	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **670** mm  
 Massa areica **1320** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W **3,153**  
 U W/m<sup>2</sup>K **0,317**

**3,423****0,292**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_SE\_B1

Codice struttura:

M5

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 4,211 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,924$ 

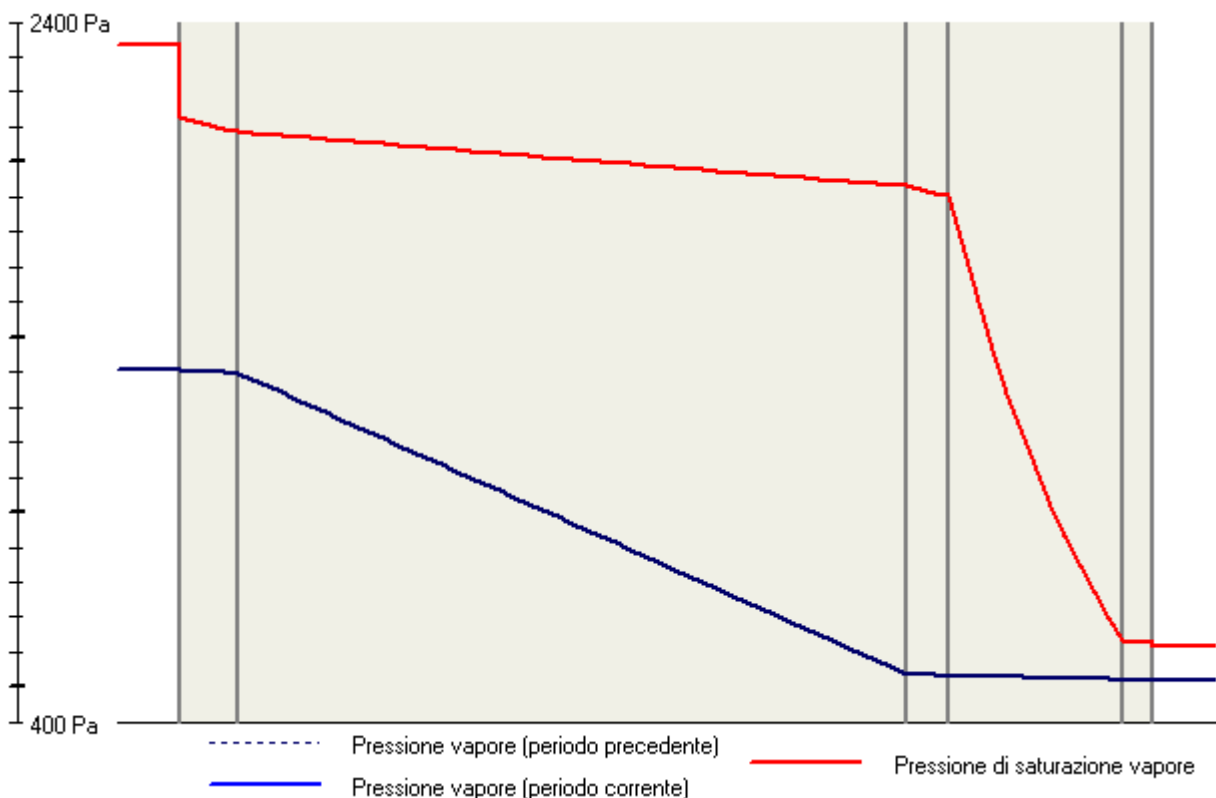
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_NONESO\_B1**

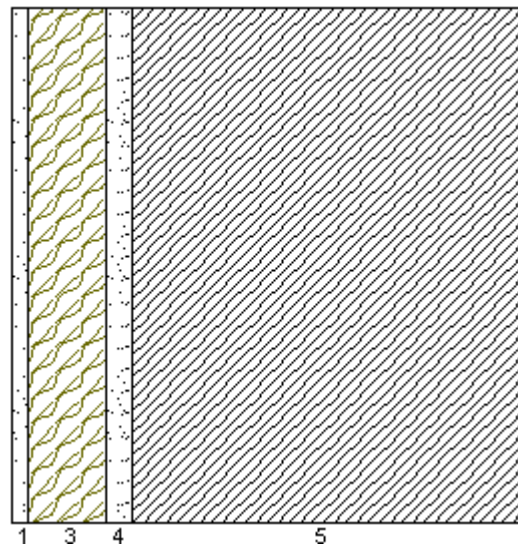
Codice struttura:

**M6**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	24	0,250	10,417	900	20,000	50,000	0,096
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	40	0,700	17,500	1400	20,000	33,333	0,057
5	Muratura in pietra naturale	610	2,300	3,770	2500	2,000	2,000	0,265
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**795,5**Conduzzanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,307**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,259**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1405	0,1	518
Estiva (luglio)	20,9	1678	20,9	1678

- La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.  
La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa
- La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 9 g/m<sup>2</sup>  
Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.
- La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.  
La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 728 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato  
C conduzzanza  
 $\lambda$  conduzzività  
 $\rho$  massa volumica

$\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%  
 $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%  
R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna  
Te temperatura esterna  
pi pressione parziale interna  
pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_NONESO\_B1**

Codice struttura:

**M6**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

3,2

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,6

0,130

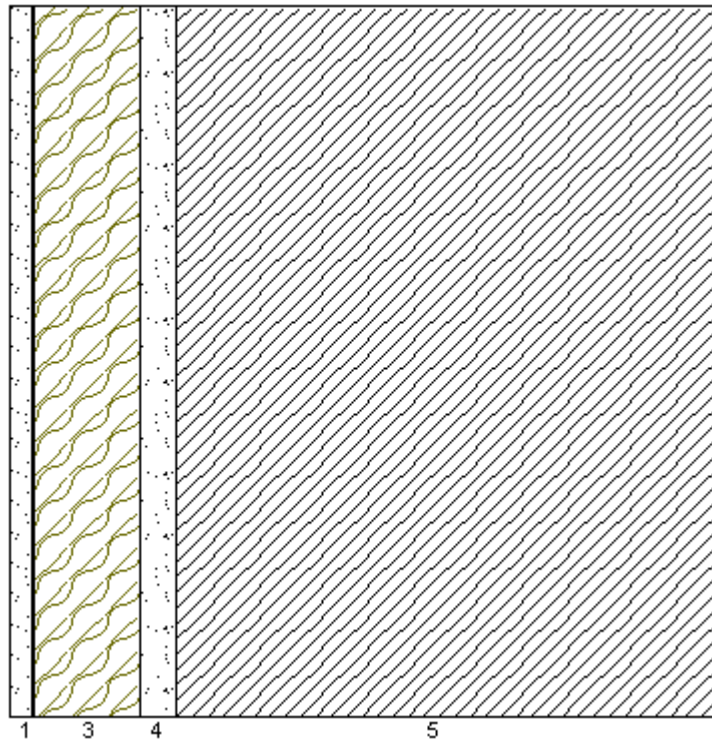
0,068

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	24	0,250	0,096	0,250	0,096
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	40	0,700	0,057	0,700	0,057
5	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	610	2,300	0,265	2,300	0,265
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **795,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,259****3,529**Massa areica **1634** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,307****0,283**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_NONESO\_B1

Codice struttura:

M6

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,457 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,926$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

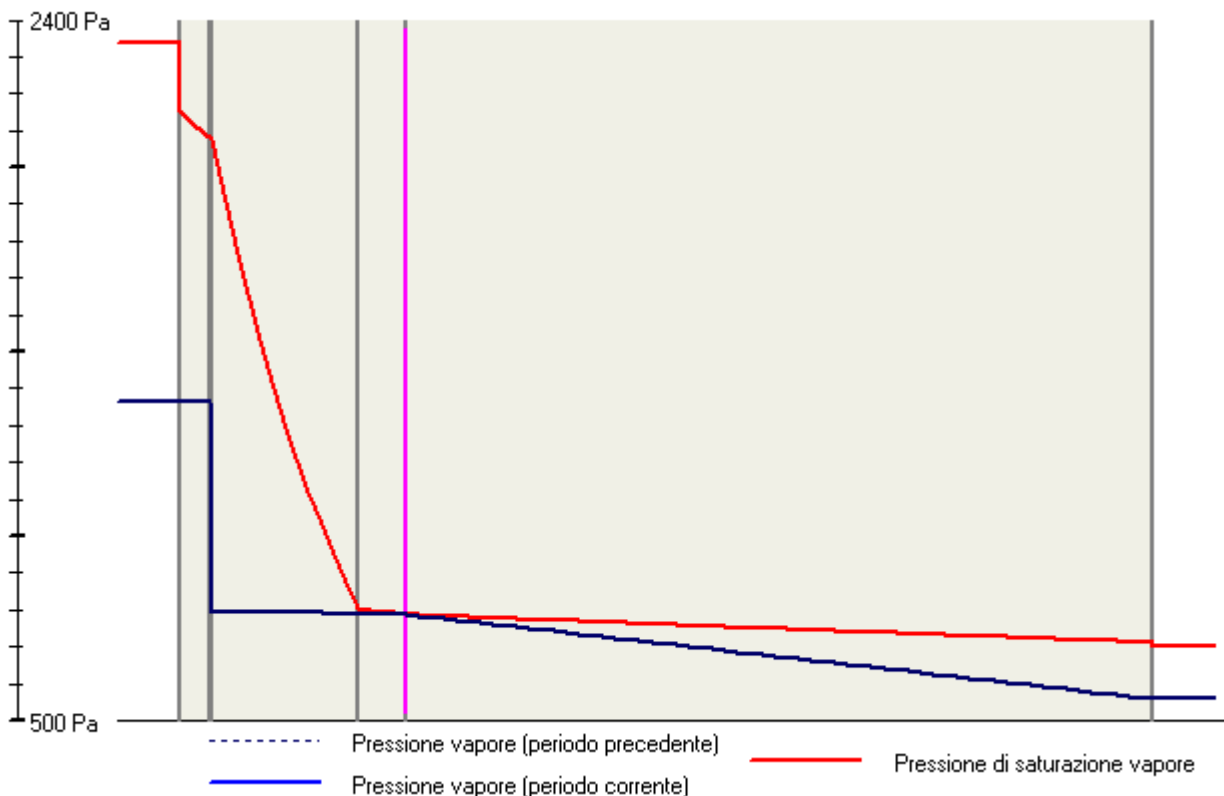
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

9 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_SE\_B2**

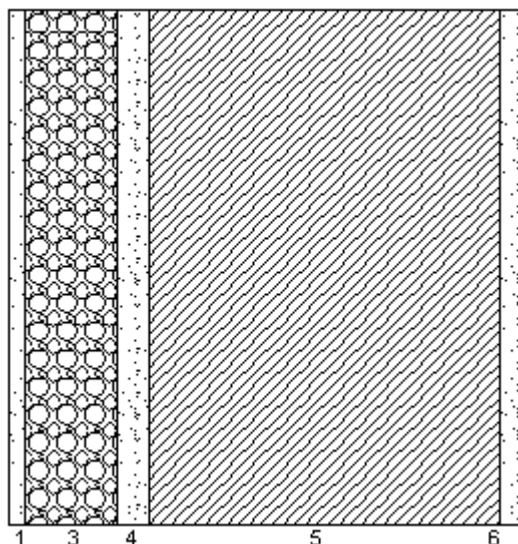
Codice struttura:

**M8**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	40	0,700	17,500	1400	20,000	33,333	0,057
5	Muratura in pietra naturale	460	2,300	5,000	2500	2,000	2,000	0,200
6	Intonaco di calce e sabbia	30	0,800	26,667	1600	20,000	33,333	0,037
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**671,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,311**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,216**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1405	0,1	518
Estiva (luglio)	20,9	1678	20,9	1678

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 8 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 725 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_SE\_B2**

Codice struttura:

**M8**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

3,2

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,6

0,130

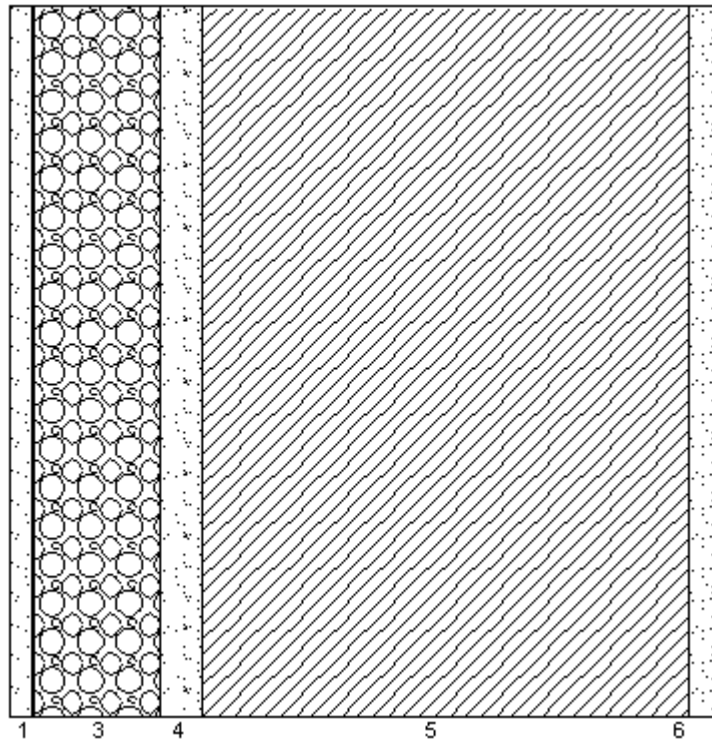
0,068

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	40	0,700	0,057	0,700	0,057
5	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	460	2,300	0,200	2,300	0,200
6	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	30	0,800	0,037	0,800	0,037
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **671,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,216****3,733**Massa areica **1284** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,311****0,268**

Interno



Esterno



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_SE\_B2

Codice struttura:

M8

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,636 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,925$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

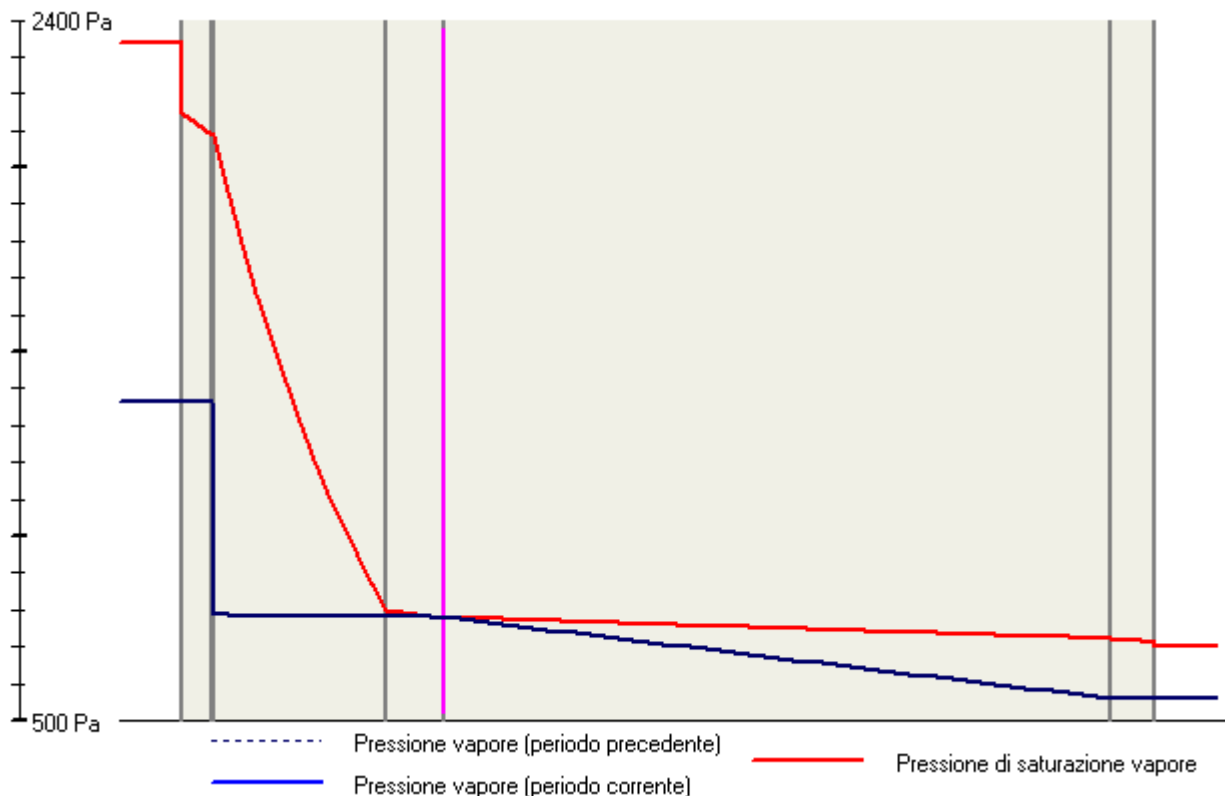
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

8 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_NONESO\_B2**

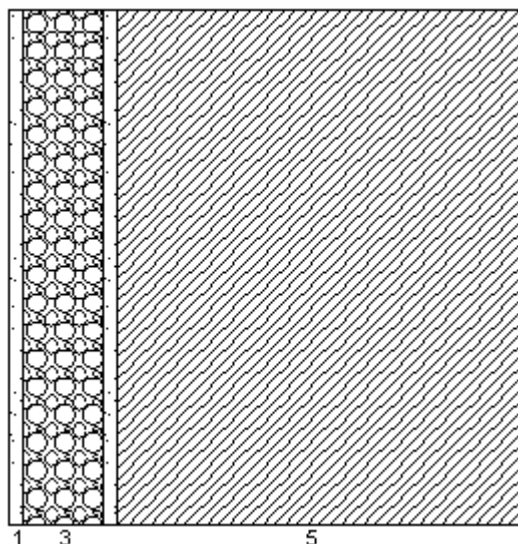
Codice struttura:

**M9**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
4	Intonaco di calce	20	0,870	43,500	1800	20,000	20,000	0,023
5	Muratura in pietra naturale	610	2,300	3,770	2500	2,000	2,000	0,265
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**771,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,312**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,209**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1405	0,1	518
Estiva (luglio)	20,9	1678	20,9	1678

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 9 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 725 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_NONESO\_B2**

Codice struttura:

**M9**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA****CCR**

3,2  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

1,6  
 0,130  
 0,068  
 50% / 0%

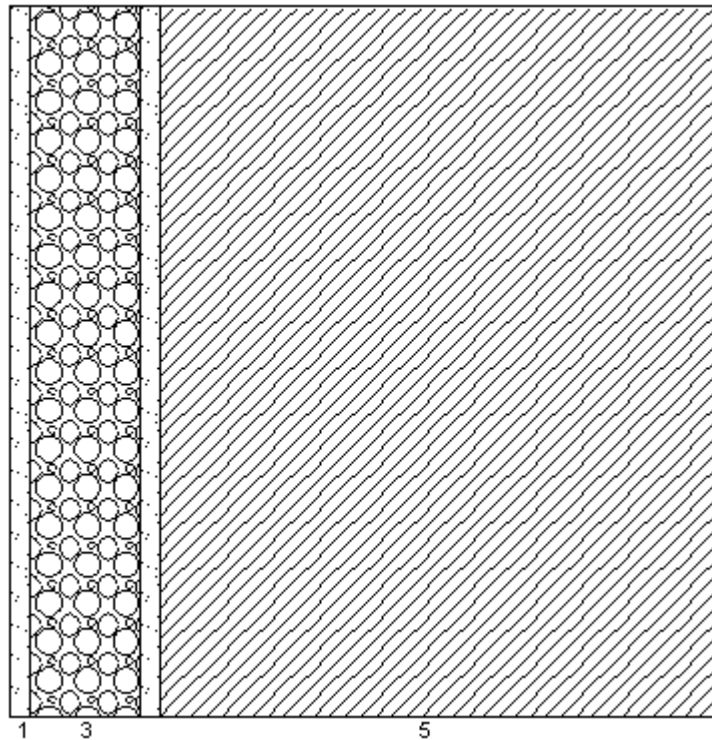
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
4	Intonaco di calce	1800	10	0%	20	0,870	0,023	0,870	0,023
5	Muratura in pietra naturale	2500	100	0%	610	2,300	0,265	2,300	0,265
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **771,5** mm  
 Massa areica **1591** kg/m<sup>2</sup>

R **3,209** m<sup>2</sup>K/W  
 U **0,312** W/m<sup>2</sup>K

**3,727****0,268**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_NONESO\_B2

Codice struttura:

M9

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,462 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,925$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

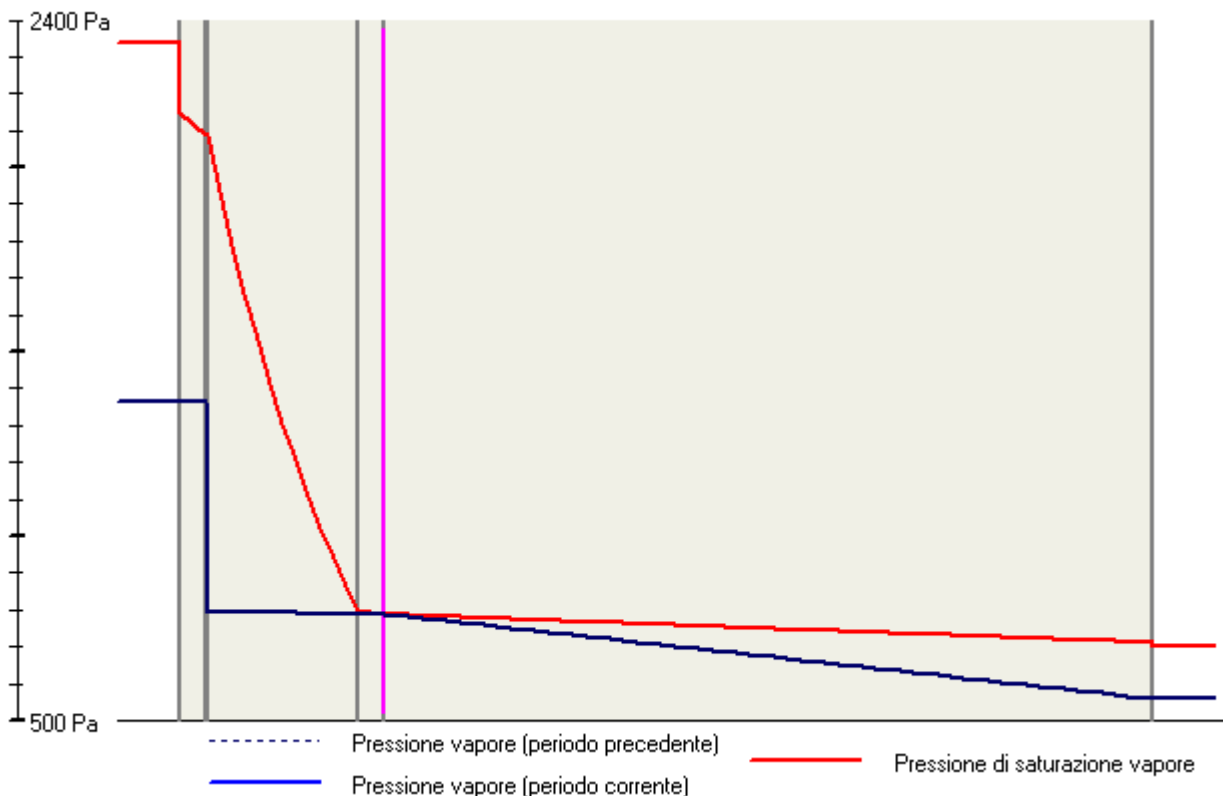
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

9 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

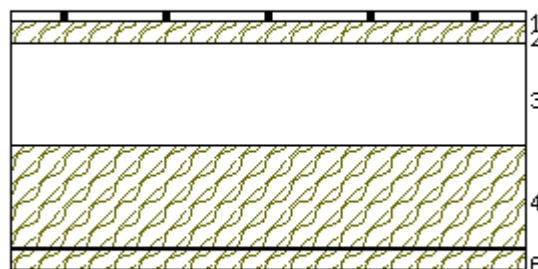
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	10	0,220	22,000	850	3,333	3,333	0,045
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	100	0,556	5,556	0	2000,000	2000,000	0,180
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	100	0,045	0,450	250	40,000	15,385	2,222
5	Carta kraft	0,8	0,170	213	590	0,089	0,089	0,005
6	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**250,8**Conduzzanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,338**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**2,956****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1405	0,1	518
Estiva (luglio)	20,9	1678	20,9	1678

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 66 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 708 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduzzanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P2**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA****CCR**

3,2  
 0,170  
 0,040  
 100% / 100%

1,6  
 0,170  
 0,068  
 50% / 0%

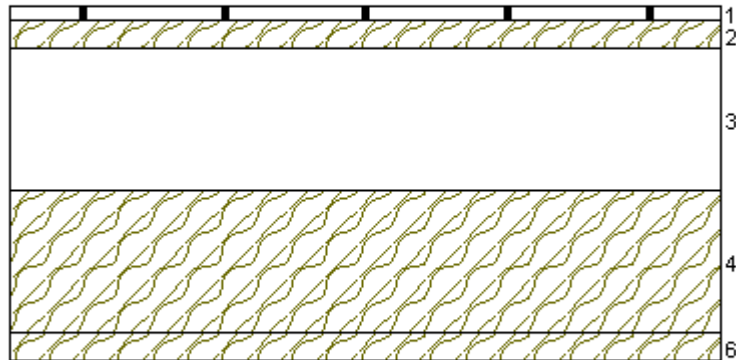
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	850	60	20%	10	0,220	0,045	0,202	0,050
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	0	0,100	0%	100	0,556	0,180	0,556	0,180
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	100	0,045	2,222	0,041	2,424
5	Carta kraft	590	2250	0%	0,8	0,170	0,005	0,170	0,005
6	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **250,8** mm  
 Massa areica **52** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

**2,996**  
**0,334**

**3,260**  
**0,307**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn\_B1

Codice struttura:

P2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

- Te UR variabili, medie mensili.  
 T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_%  
 T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

- Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1  Umidità relativa interna costante:  
 Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota:  Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:

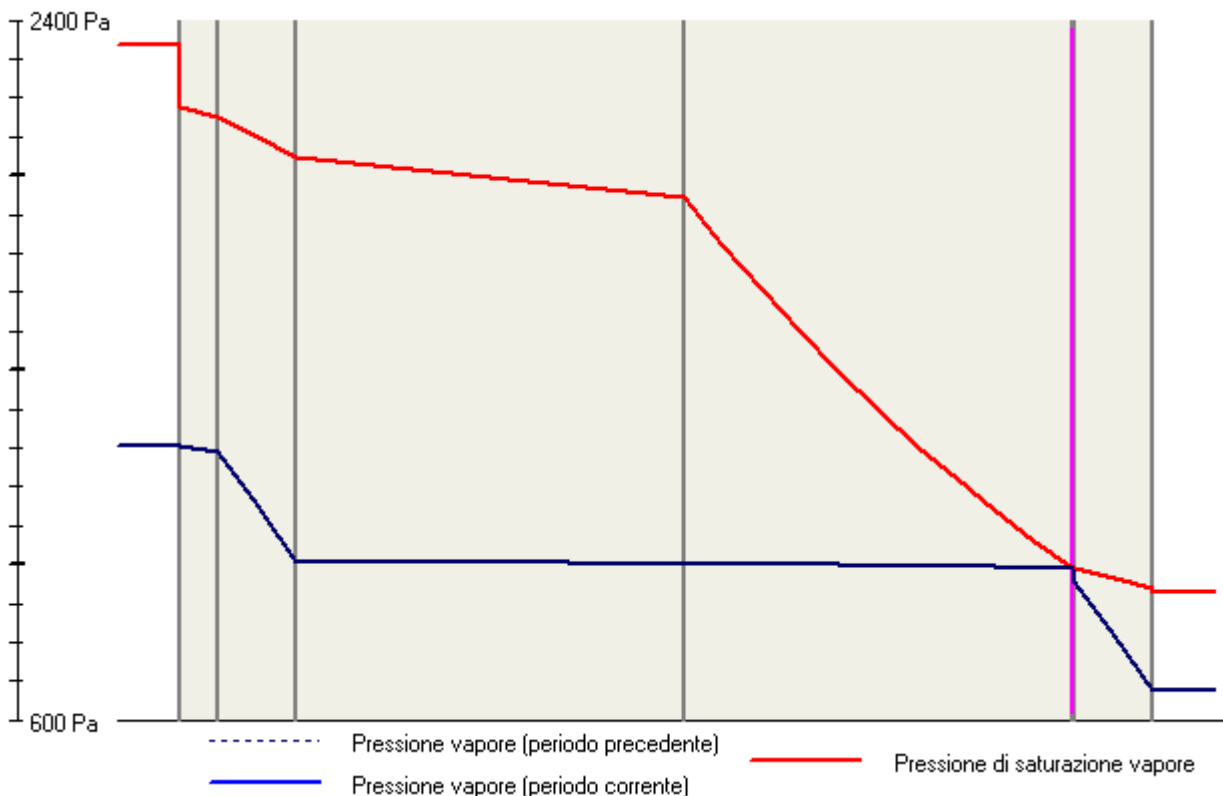
**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 6,986 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Positiva per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%  
 Mese critico Gennaio  $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,919$

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Mese con massima condensa accumulata: Marzo  
 Quantità di condensa ammissibile: 100 g/m<sup>2</sup>  
 Q.tà massima di condensa durante l'anno: 66 g/m<sup>2</sup>  
 L'evaporazione alla fine della stagione è: Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Marzo



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

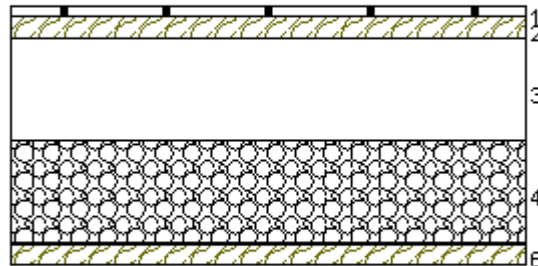
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn\_B2**

Codice struttura:

**P3**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	10	0,220	22,000	850	3,333	3,333	0,045
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	100	0,556	5,556	0	2000,000	2000,000	0,180
4	Pannelli in fibra di cellulosa	100	0,045	0,450	85	66,667	66,667	2,222
5	Carta kraft	0,8	0,170	213	590	0,089	0,089	0,005
6	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**250,8**Conduzzanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,338**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**2,956****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1405	0,1	518
Estiva (luglio)	20,9	1678	20,9	1678

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 68 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 708 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduzzanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B2**

Codice struttura:

**P3**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA****CCR**

3,2  
 0,170  
 0,040  
 100% / 100%

1,6  
 0,170  
 0,068  
 50% / 0%

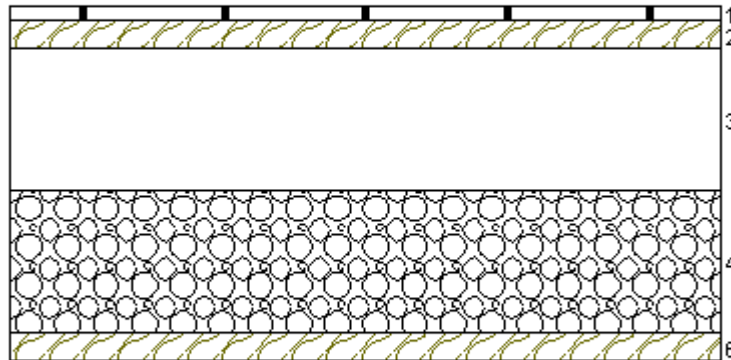
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	850	60	20%	10	0,220	0,045	0,202	0,050
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	0	0,100	0%	100	0,556	0,180	0,556	0,180
4	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	100	0,045	2,222	0,038	2,630
5	Carta kraft	590	2250	0%	0,8	0,170	0,005	0,170	0,005
6	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **250,8** mm  
 Massa areica **35** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

**2,996**  
**0,334**

**3,466**  
**0,289**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn\_B2

Codice struttura:

P3

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

- Te UR variabili, medie mensili.  
 T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_%  
 T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

- Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1  Umidità relativa interna costante:  
 Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota:  Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:

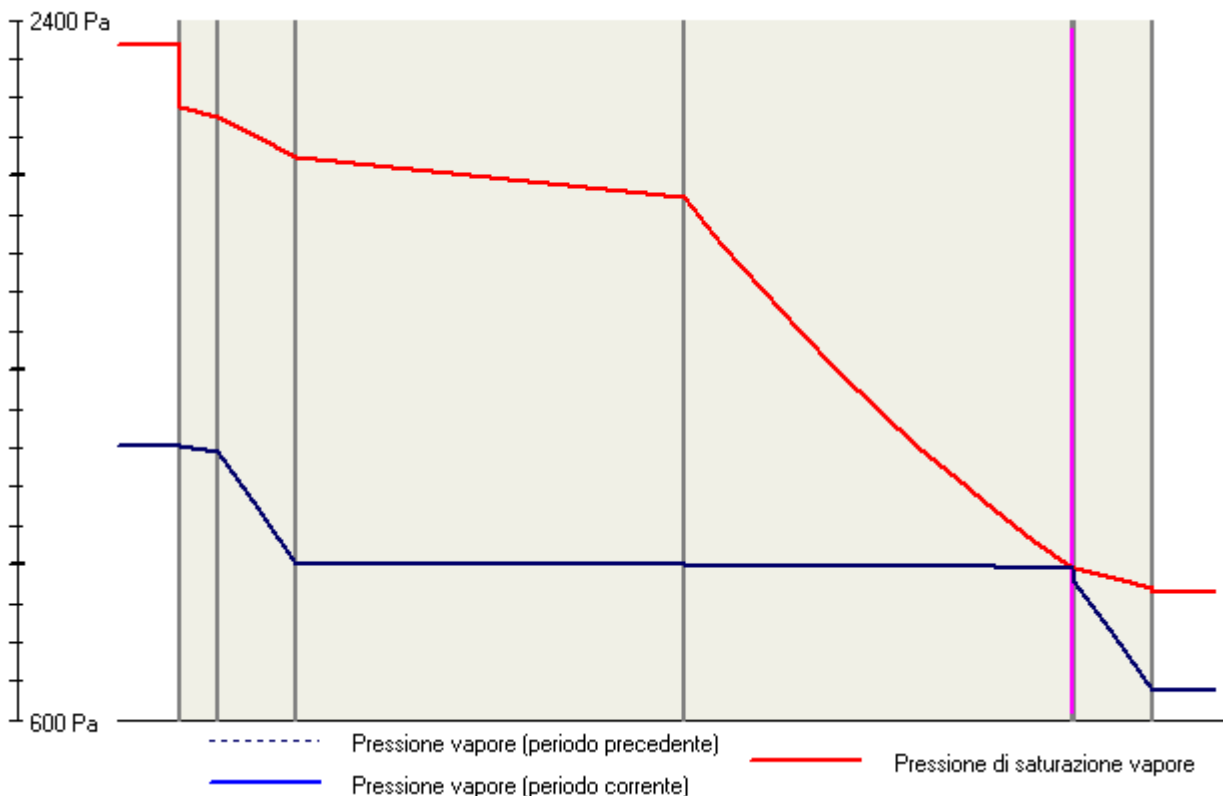
**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 7,035 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Positiva per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%  
 Mese critico Gennaio  $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,919$

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Mese con massima condensa accumulata: Marzo  
 Quantità di condensa ammissibile: 100 g/m<sup>2</sup>  
 Q.tà massima di condensa durante l'anno: 68 g/m<sup>2</sup>  
 L'evaporazione alla fine della stagione è: Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Marzo



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

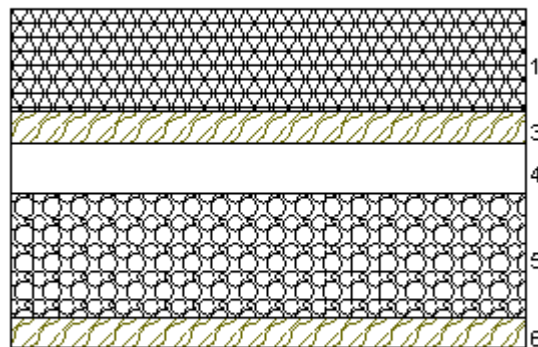
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **CESTER\_B1**

Codice struttura:

**S3**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	100	0,990	9,900	2000	-	-	0,049
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	0,4	0,170	425	800	-	-	0,001
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	-	-	0,081
4	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	50	0,000	0,000	0	-	-	0,090
5	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
6	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	4,651	6,250	0,167
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**330,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**51,672**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,312**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,019**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,203****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1405	0,1	518
Estiva (luglio)	20,9	1678	20,9	1678

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 164 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 724 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **CESTER\_B1**

Codice struttura:

**S3**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA****CCR**

3,2  
 0,100  
 0,019  
 100% / 100%

1,6  
 0,100  
 0,025  
 50% / 0%

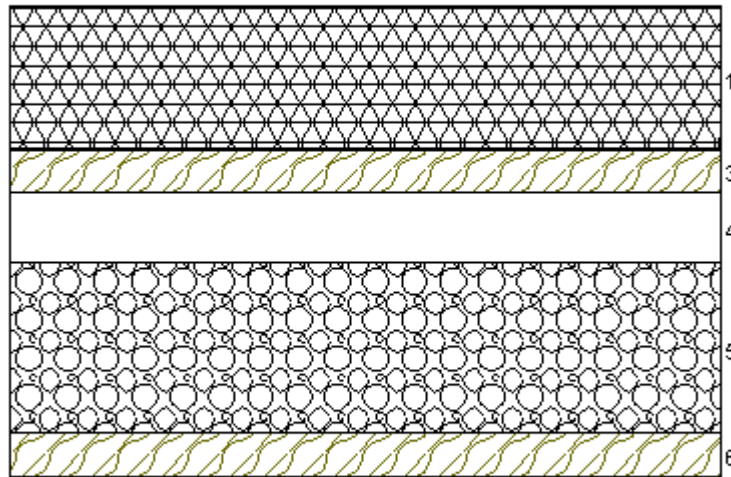
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	2000	-	24%	100	0,990	0,049	0,798	0,046
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	800	-	0%	0,4	0,170	0,001	0,170	0,001
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	-	80%	30	0,180	0,081	0,140	0,078
4	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	0	-	0%	50	0,000	0,090	0,000	0,090
5	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
6	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	43	80%	30	0,180	0,167	0,140	0,214
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **330,4** mm  
 Massa areica **238** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

**3,173**      **3,711**

**0,315**      **0,269**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: CESTER\_B1

Codice struttura:

S3

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ C° UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 121,21210<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,019 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,925$ 

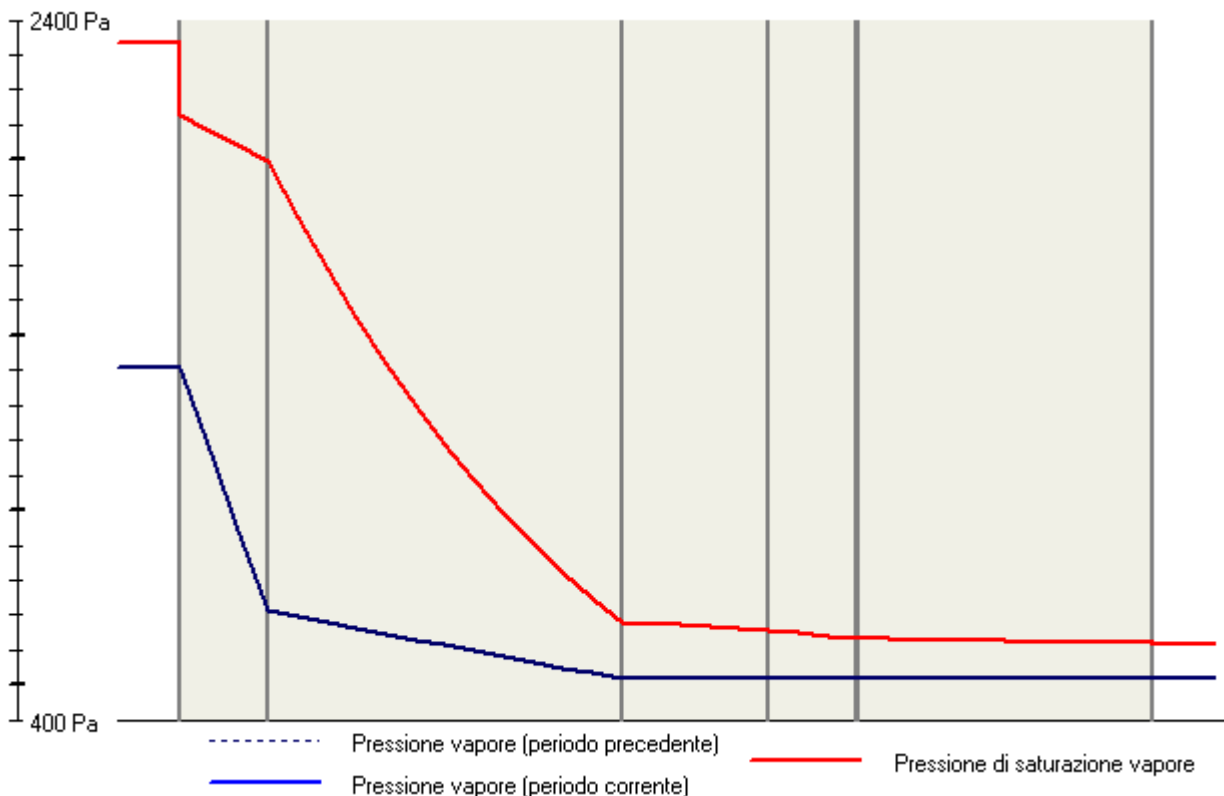
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





## COSTO DEGLI INTERVENTI E TEMPO DI RITORNO

Elemento	PARETE PORTANTE	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Materiali utilizzati		
Isolante termico	43,76 €/m <sup>2</sup>	25,72 €/m <sup>2</sup>
Intonaco interno	25,01 €/m <sup>2</sup>	16,90 €/m <sup>2</sup>
Intonaco esterno	47,25 €/m <sup>2</sup>	-
Guaine	-	3,81 €/m <sup>2</sup>
Cartongesso, montanti in legno	-	37,79 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>116,02 €/m<sup>2</sup></b>	<b>84,22 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>32.253,56 €</b>	<b>23.413,16 €</b>

Elemento	SOLAIO INFERIORE	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATO CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Costo dei materiali		
Isolante termico e carta kraft	31,94 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
Tavolato	39,56 €/m <sup>2</sup>	39,56 €/m <sup>2</sup>
Pavimento in legno	47,90 €/m <sup>2</sup>	47,90 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>119,40 €/m<sup>2</sup></b>	<b>110,52 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>11.223,60 €</b>	<b>10.388,88 €</b>

Elemento	COPERTURA	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Tavolato, listelli, controlistelli	72,20 €/m <sup>2</sup>	72,20 €/m <sup>2</sup>
Guaine	6,74 €/m <sup>2</sup>	6,74 €/m <sup>2</sup>
Pannelli isolanti	38,44 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>117,38 €/m<sup>2</sup></b>	<b>102,00 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>23 476,00 €</b>	<b>20 400,00 €</b>

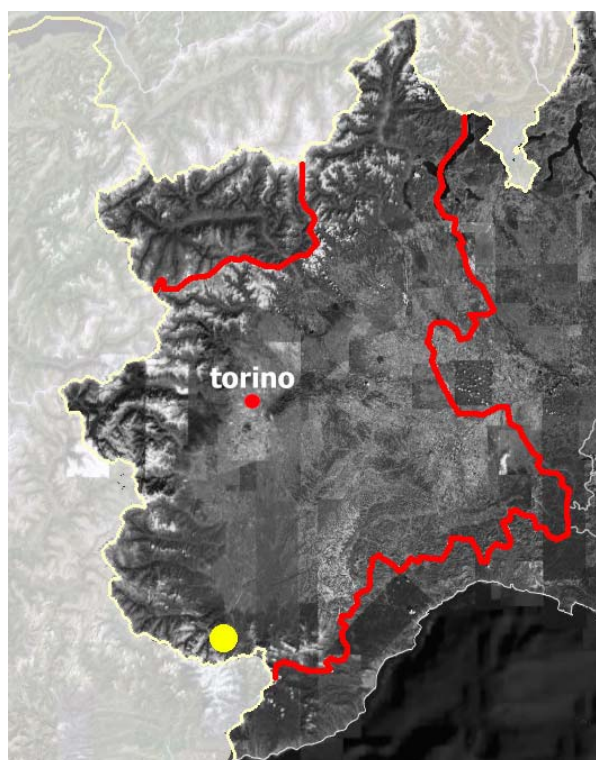
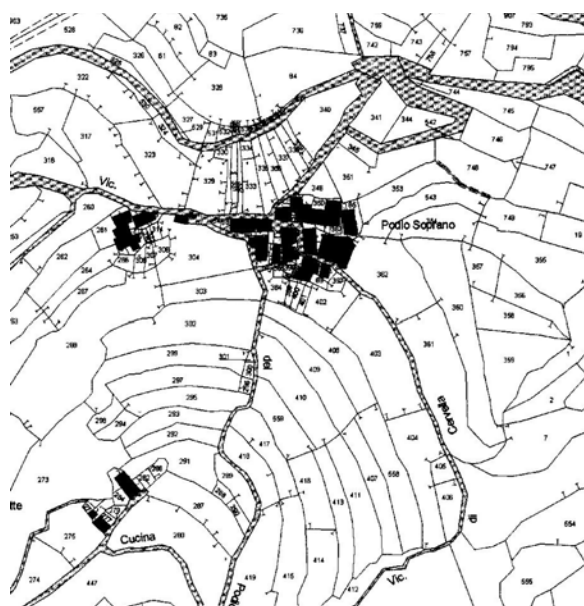


Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO
Materiali utilizzati	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4
Serramento in larice	227,00 €/m <sup>2</sup>
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m <sup>2</sup>
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>329,90 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>8.247,50 €</b>

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	
B1 – Isolante in fibra di legno	
Costo totale intervento retrofit energetico	75.214,76 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	8,3
B2 – Isolante in fibra di cellulosa	
Costo totale intervento retrofit energetico	62.475,88 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	8,3



Denominazione	Casa isolata
Indirizzo	Borgata Podio Soprana
Città	Vinadio (CN)
Comunità montana	Valle Stura
Data di costruzione	1860 circa
Tipologia edificio	Casa isolata
Superficie utile	266 mq



Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Borgata isolata
Qualità del trasporto pubblico	Assente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile	Sufficiente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'energia elettrica	Sufficiente
Uso principale del sito e area circostante	Agricolo





*Borgata Podio Soprana*



*Borgata Podio Soprana*



*Vista Est*



*Vista Est*



*Borgata Podio Soprana*



*Prospetto Ovest*



*Particolari facciata*



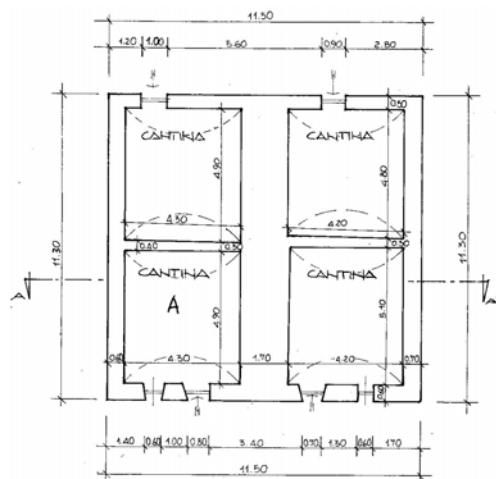
*Prospetto Est*



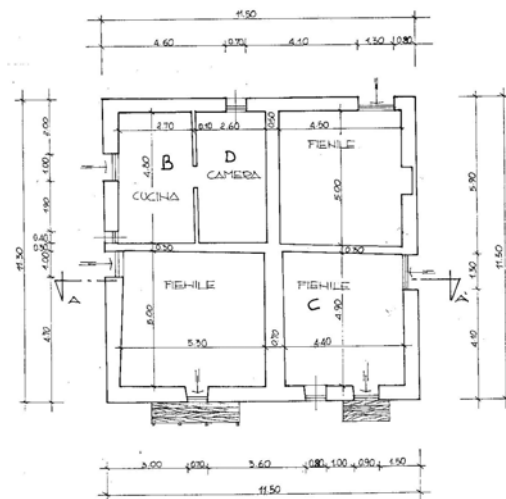
Prospetto nord



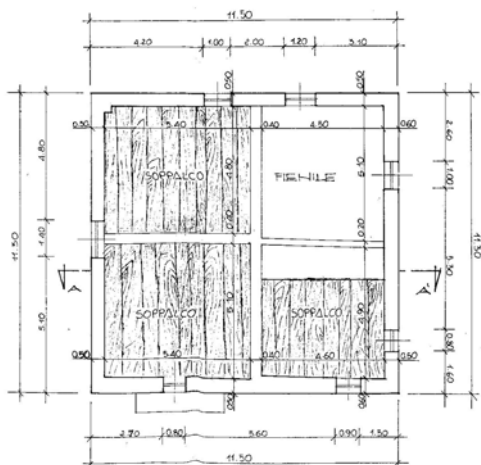
Prospetto Nord Est



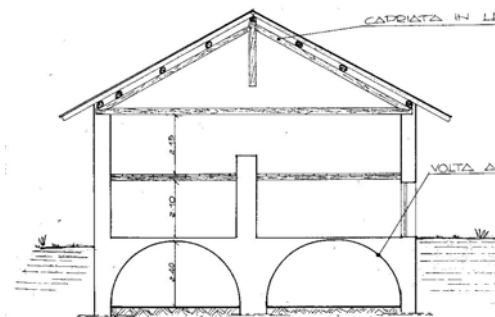
Pianta piano seminterrato



Pianta pianoprimo

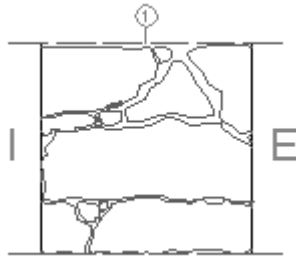


Pianta piano sottotetto



Pianta pianoprimo





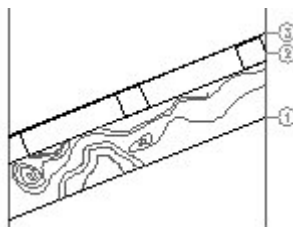
### Parete portante



1	Pietra calcarea	55 cm
---	-----------------	-------

Apertura con telaio in legno e vetro chiaro semplice con sistema di chiusura a persiana

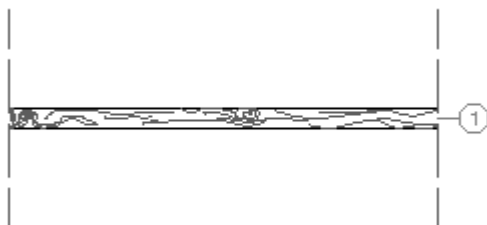
### Serramenti



### Copertura



1	Falsi puntoni	20 cm
2	Arcarecci	10 cm
3	Lamiera	0,5 cm



### Solaio inferiore



1	Pavimento in legno	5 cm
---	--------------------	------



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B** 15

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Parete portante	3,1	292
Copertura	5,9	180
Solaio inferiore	2,6	130
Area vetrata	3,5	4,8

Rendimento ipotetico del sistema di riscaldamento	0.7	
Massa termica	160	Wh/m2 K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m2
Gradi giorno	3436	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO

ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	305	36
Copertura	353	41,5
Solaio inferiore	99	11,7
Serramenti	9	1,1
Ventilazione	82	9,7
TOTALE	848	100



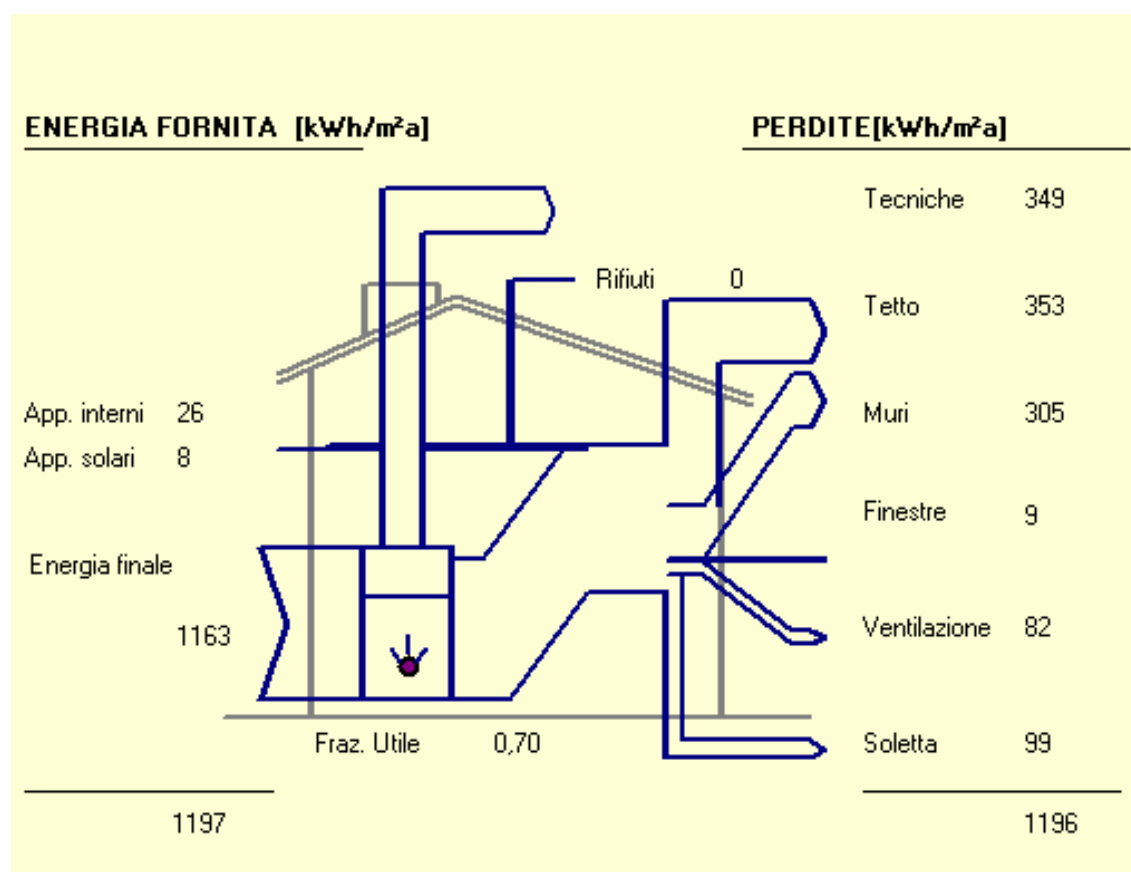
Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto

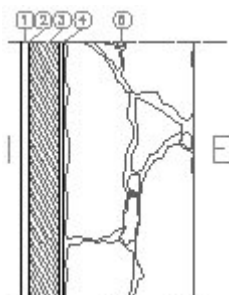
B

15

Fabbisogno energia primaria	1163	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti solari	8	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti interni	26	kWh/m <sup>2</sup> anno

BILANCIO ENERGETICO





### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno e intonaco:

1 Cartongesso	2 cm
2 Barriera al vapore in polietilene	0,15 cm
3 Pannello in fibra di legno	12 cm
4 Intonaco	2
5 Pietra	55 cm

#### Parete portante

Descrizione

L'intervento consiste nell'applicare alla muratura in pietra dei pannelli isolanti in fibra di legno di 12 cm attraverso tasselli piatti a secco ancorati ad una struttura in legno. La muratura viene precedentemente intonacata per poter operare su una superficie piana e, in seguito, sulla faccia a vista del pannello viene applicato uno strato di cartongesso (sempre con tasselli a secco) in doppie lastre dello spessore totale di 2 cm.

Spessore

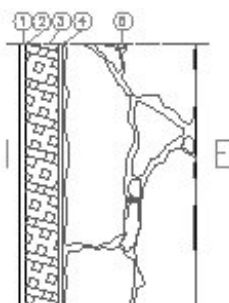
71,15cm

Trasmittanza

0,33 W/m<sup>2</sup> °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento

36 kWh/m<sup>2</sup>



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa e intonaco:

1 Cartongesso	2 cm
2 Barriera al vapore in polietilene	0,15 cm
3 Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
4 Intonaco	2 cm
5 Pietra tipo gneiss	55 cm

#### Parete portante

Descrizione

L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti in fibra di cellulosa di 12 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di lastre di cartongesso di spessore totale di 2 cm.

Spessore

71,15cm

Trasmittanza

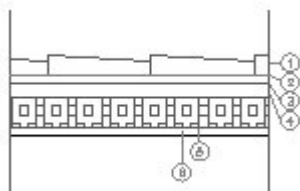
0,33 W/m<sup>2</sup> °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento

31 kWh/m<sup>2</sup>

## Serramenti

Descrizione	Sostituzione serramenti esistenti. Impiego di finestre con telaio in legno e vetrocamera (4-12-4)
Trasmittanza	2,2 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	6 kWh/m <sup>2</sup>

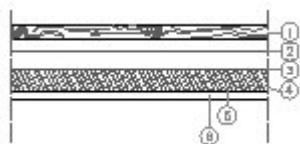


### Isolamento della falda realizzato con pannelli in fibra di cellulosa:

1 Rivestimento in tegole di argilla	5	cm
2 Barriera all'acqua traspirante	0,04	cm
3 Tavolato in legno	3	cm
4 Aria debolmente ventilata	5	cm
5 Pannello in fibra di cellulosa	12	cm
6 Tavolato in legno	3	

## Copertura

Descrizione	Isolamento della falda attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato in legno. Il pacchetto di copertura comprende una camera d'aria debolmente ventilata.
Spessore	28,04 cm
Tramittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	19 kWh/m <sup>2</sup>



### Isolamento del solaio realizzato con pannelli in fibra di legno:

1 Pavimento in legno	1	cm
2 Struttura in legno	2	cm
3 Aria non ventilata	8	cm
4 Pannello in fibra di legno	10	cm
5 Carta kraft	0,08	Cm
6 Tavolato in legno	2	cm

## Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di legno posati su tavolato e realizzazione di camera d'aria.
Spessore	23,08 cm
Tramittanza	0,33 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	13 kWh/m <sup>2</sup>



**DATI DI INPUT**

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)		Superficie (m <sup>2</sup> )
	Ipotesi B1 isolante in fibra di legno	Ipotesi B2 isolante in fibra di cellulosa	
Parete portante	0,33	0,33	292
Copertura	0,32	0,32	180
Solaio inferiore	0,33	0,33	130
Area vetrata	2,2	2,2	4,8

Rendimento del sistema di riscaldamento	0.75	
Massa termica	160	Wh/m <sup>2</sup> K
Ricambi d'aria	0,6	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m <sup>2</sup>
Gradi giorno	3436	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1**

ELEMENTO	Perdite (kWh/m <sup>2</sup> anno)	% sul totale
Pareti	36	29,3
Copertura	19	15,4
Solaio inferiore	13	10,6
Serramenti	6	4,9
Ventilazione	49	39,8
<b>TOTALE</b>	<b>123</b>	<b>100</b>

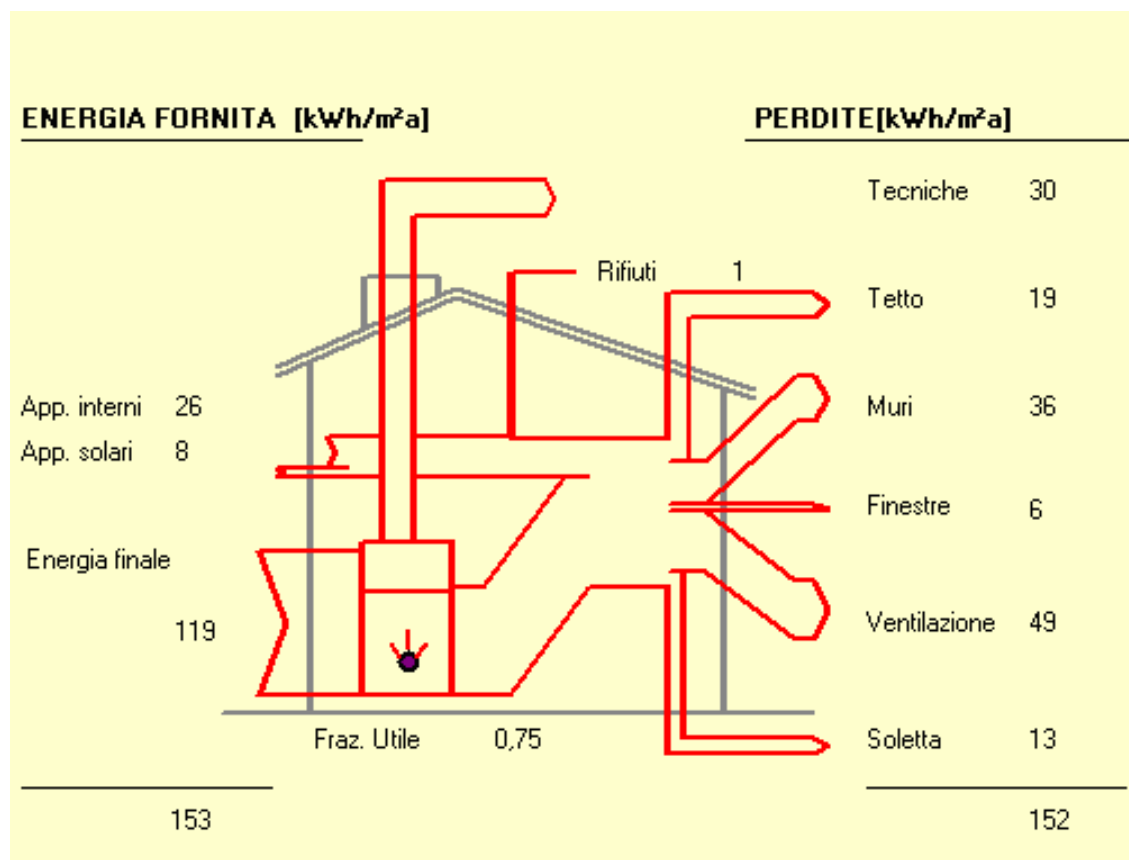




Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **D** 15

Fabbisogno energia primaria	119	kWh/m2 anno
Apporti solari	8	kWh/m2 anno
Apporti interni	26	kWh/m2 anno

BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1





Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto

D

15

BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2

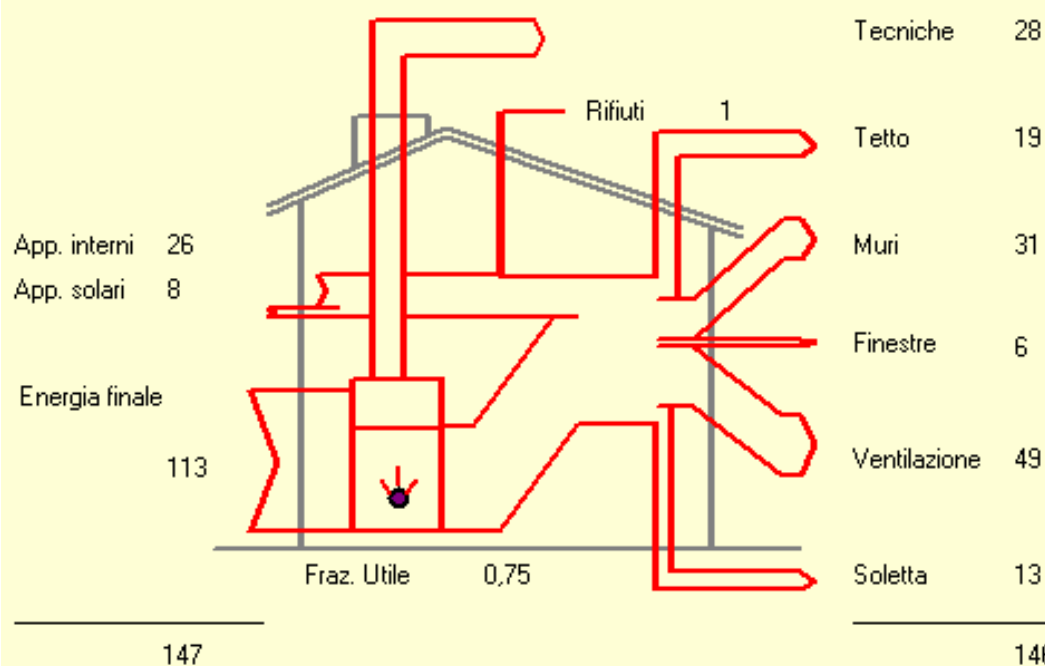
ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	31	26,3
Copertura	19	16,1
Solaio inferiore	13	11
Serramenti	6	5,1
Ventilazione	49	41,5
TOTALE	118	100

Fabbisogno energia primaria	113	kWh/m2 anno
Apporti solari	8	kWh/m2 anno
Apporti interni	26	kWh/m2 anno

BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2

ENERGIA FORNITA [kWh/m<sup>2</sup>a]

PERDITE[kWh/m<sup>2</sup>a]





AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI  
DELL'EDIFICIO (STATO DI FATTO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_A**

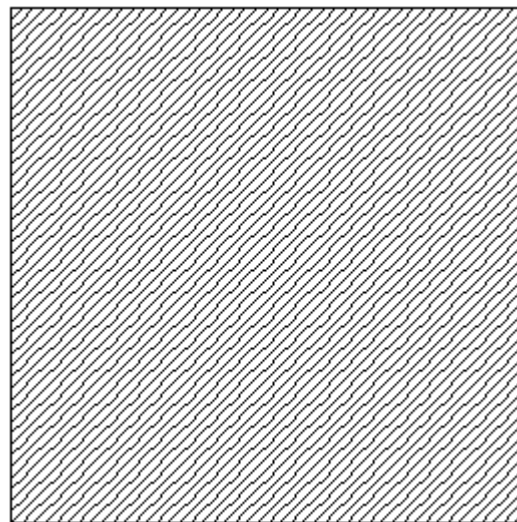
Codice struttura:

**M1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Muratura in pietra naturale	550	3,500	6,364	3000	1,333	1,333	0,157
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**550**Conduzzanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**3,057**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,327**

Interno



Esterno

1

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1091	-1,0	474
Estiva (luglio)	19,8	1577	19,8	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduzzanza

 $\lambda$  conduzzività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_A**

Codice struttura:

**M1**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m²K/W  
 Resistenza superficiale esterna m²K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

**CCR**

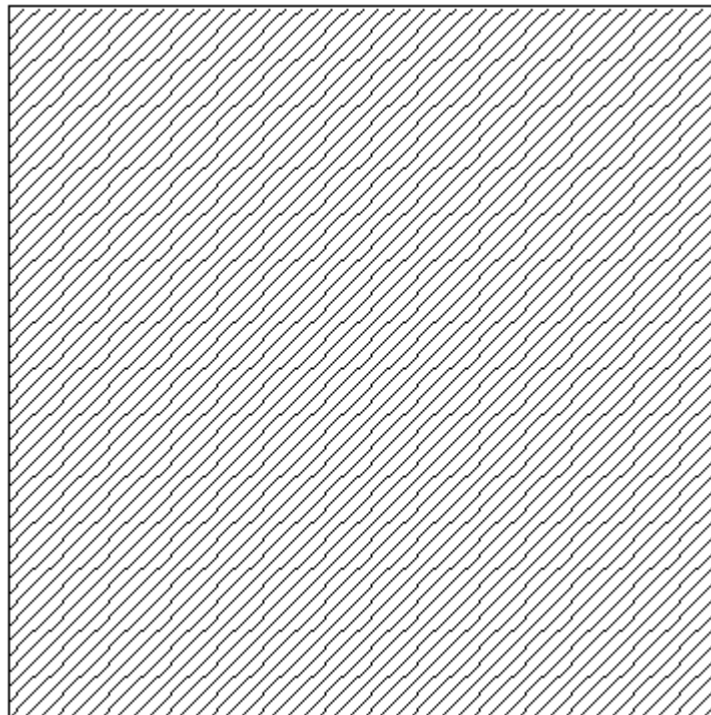
3,2  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

1,6  
 0,130  
 0,068  
 50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m³]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
1	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	550	3,500	0,157	3,500	0,157
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale	<b>550</b>	mm	R	m²K/W	<b>0,327</b>	<b>0,355</b>
Massa areica	<b>1650</b>	kg/m²	U	W/m²K	<b>3,057</b>	<b>2,817</b>

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_A

Codice struttura:

M1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -12,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 2,424 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

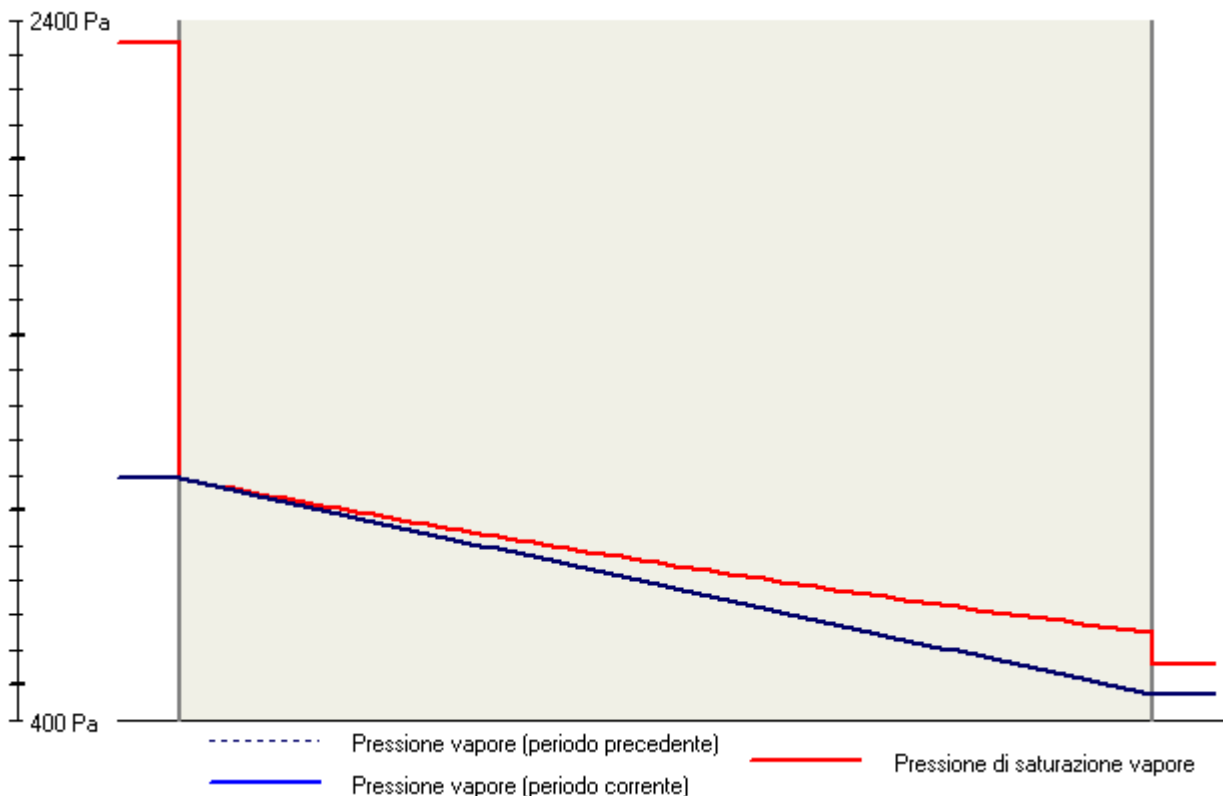
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,441$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn**

Codice struttura:

**S1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	50	0,220	4,400	850	3,333	3,333	0,227
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**50**Conduzzanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,517**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,397****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1215	-1,0	474
Estiva (luglio)	19,8	1577	19,8	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduzzanza

 $\lambda$  conduzzività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn**

Codice struttura:

**S1**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

**CCR**

3,2  
 0,100  
 0,040  
 100% / 100%

1,6  
 0,100  
 0,068  
 50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	850	60	20%	50	0,220	0,227	0,202	0,248
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

<b>Spessore totale</b>	<b>50</b>	<b>mm</b>	<b>R</b>	<b>m<sup>2</sup>K/W</b>	<b>0,367</b>	<b>0,416</b>
<b>Massa areica</b>	<b>43</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>	<b>U</b>	<b>W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>2,723</b>	<b>2,405</b>





**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn

Codice struttura:

S1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -12,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 66,667 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

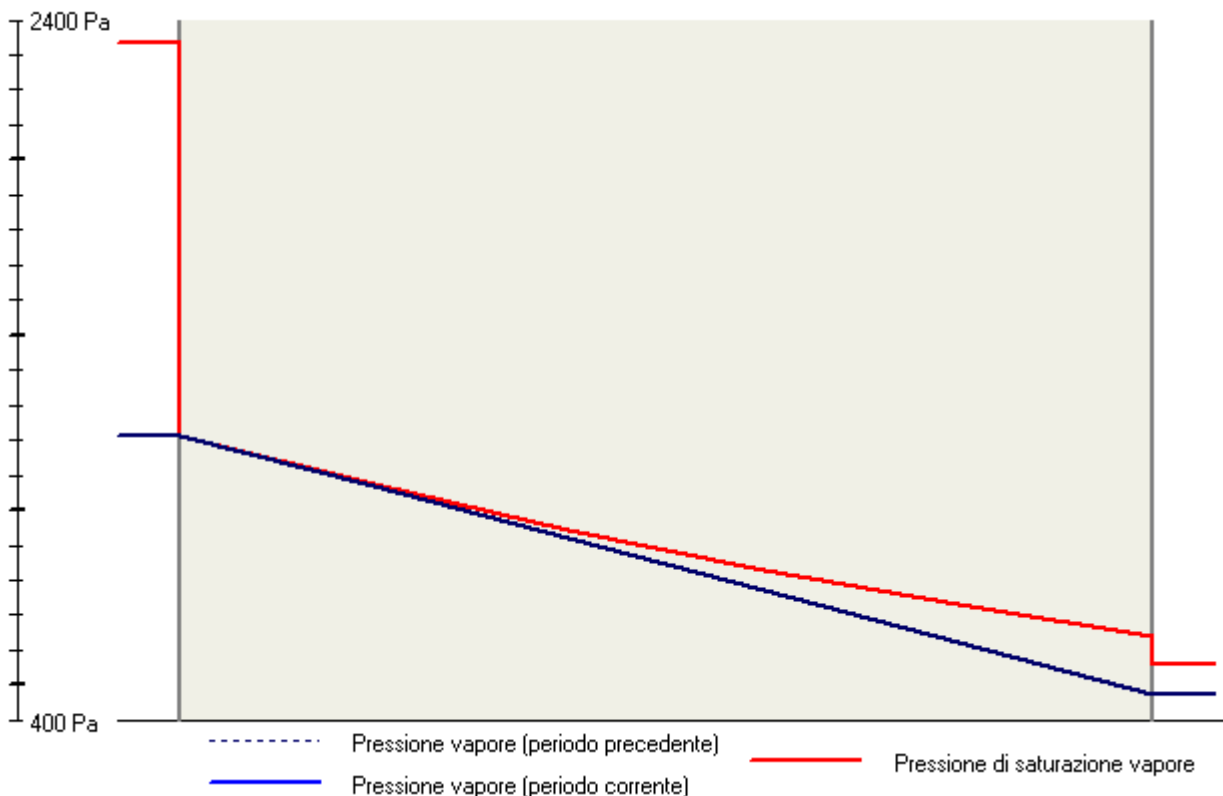
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,517$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

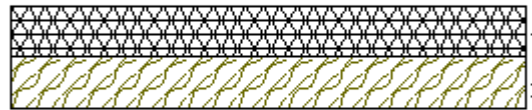
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C\_1**

Codice struttura:

**S5**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	50	0,990	19,800	2000	200,000	200,000	0,051
2	Legno di abete flusso parall. alle fibre	50	0,180	3,600	450	4,651	6,250	0,278
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**100**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,007**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,498****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1386	-0,2	506
Estiva (luglio)	20,6	1576	20,6	1647

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_1

Codice struttura:

S5

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA****CCR**

3,2  
 0,100  
 0,040  
 100% / 100%

1,6  
 0,100  
 0,068  
 100% / 100%

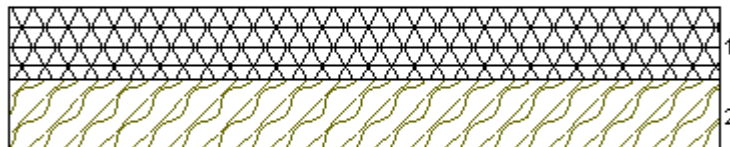
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	2000	1	24%	50	0,990	0,051	0,990	0,051
2	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	43	80%	50	0,180	0,278	0,180	0,278
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 100 mm  
 Massa areica 123 kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

0,468  
 2,135

0,496  
 2,016



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_1

Codice struttura:

S5

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

- Te UR variabili, medie mensili.  
 T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_%  
 T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

- Classe concentrazione del vapore:  Umidità relativa interna costante: 60,0% + 5%  
 Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota:  Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:

**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 90,909 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,836 \leq f_{Rsi} 0,596$ 

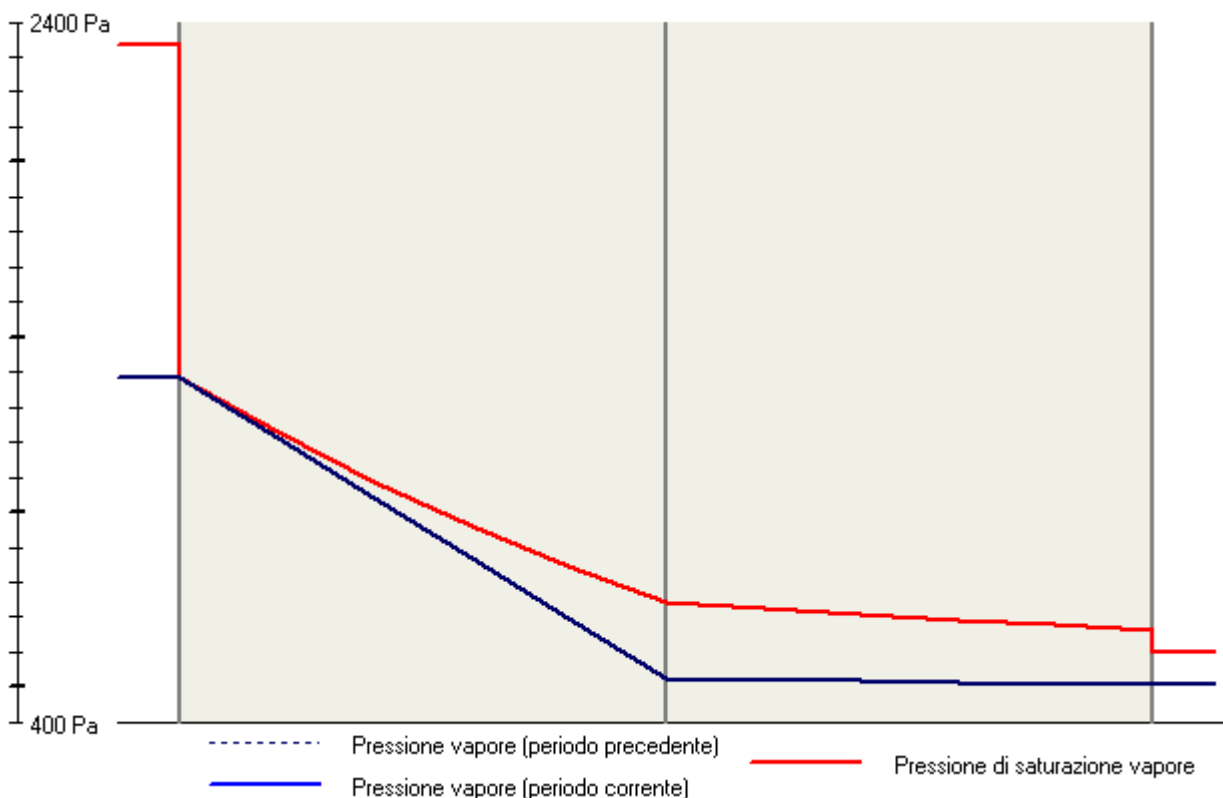
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_1

Codice struttura:

S5

**RISULTATI VERIFICA DI CRITICITA' DELL'UMIDITA' SUPERFICIALE**

Mese	T <sub>e</sub> °C	φ <sub>e</sub> %	p <sub>e</sub> Pa	n h <sup>-1</sup>	Δ p Pa	p <sub>i</sub> Pa	p <sub>sat</sub> (T <sub>si</sub> ) Pa	T <sub>si</sub> <sup>min</sup> °C	T <sub>i</sub> °C	f <sub>Rsi</sub> <sup>min</sup> -
Ottobre	10,4	80,9%	1020	-----	499	1519	1899	16,7	20,0	0,655
Novembre	4,9	87,1%	754	-----	765	1519	1899	16,7	20,0	0,781
Dicembre	1,2	85,8%	571	-----	868	1439	1799	16,7	20,0	0,824
Gennaio	-0,2	84,2%	506	-----	880	1386	1733	16,7	20,0	0,836
Febbraio	1,6	79,7%	546	-----	909	1454	1818	16,7	20,0	0,820
Marzo	5,6	72,9%	663	-----	856	1519	1899	16,7	20,0	0,770
Aprile	10,0	71,3%	875	-----	644	1519	1899	16,7	20,0	0,669

**RISULTATI VERIFICA DELLA CONDENSA INTERSTIZIALE**

Mese	T <sub>i</sub> °C	φ <sub>i</sub> %	T <sub>e</sub> °C	φ <sub>e</sub> %	g <sub>c</sub> g/m <sup>2</sup>	M <sub>a</sub> g/m <sup>2</sup>	Periodi	Stato
Ottobre	20,0	65,0%	10,4	80,9%	0	0	1	No condensa
Novembre	20,0	65,0%	4,9	87,1%	0	0	1	No condensa
Dicembre	20,0	61,6%	1,2	85,8%	0	0	1	No condensa
Gennaio	20,0	59,3%	-0,2	84,2%	0	0	1	No condensa
Febbraio	20,0	62,2%	1,6	79,7%	0	0	1	No condensa
Marzo	20,0	65,0%	5,6	72,9%	0	0	1	No condensa
Aprile	20,0	65,0%	10,0	71,3%	0	0	1	No condensa
Maggio	18,0	65,0%	13,5	73,3%	0	0	1	No condensa
Giugno	18,1	65,0%	18,1	70,8%	0	0	1	No condensa
Luglio	20,6	65,0%	20,6	67,9%	0	0	1	No condensa
Agosto	19,7	65,0%	19,7	71,4%	0	0	1	No condensa
Settembre	18,0	65,0%	16,4	75,6%	0	0	1	No condensa

T<sub>i</sub> Temperatura dell'aria interna    Δ p Differenza della pressione parziale del vapore    g<sub>c</sub> Flusso di vapore condensato  
 T<sub>e</sub> Temperatura dell'aria esterna    p<sub>i</sub> Pressione parziale del vapore superficiale interna    M<sub>a</sub> Quantità di condensa accumulata  
 φ<sub>i</sub> Umidità relativa dell'aria interna    p<sub>sat</sub>(T<sub>i</sub>) Pressione sat. vapore superficiale interna    Periodi Periodi del mese  
 φ<sub>e</sub> Umidità relativa dell'aria esterna    T<sub>si</sub><sup>min</sup> Temperatura superficiale interna minima  
 n Rinnovo d'aria    f<sub>Rsi</sub><sup>min</sup> Fattore di temperatura superficiale interna

**Flusso di vapore condensato e quantità di condensa**

Non si è rilevata condensa interstiziale.

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_1

Codice struttura:

S5

**VALORI CALCOLATI****Pressione parziale del vapore - P (Pa)**

N.	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre
Amb.	1519	1519	1439	1386	1454	1519	1519	1341	1349	1576	1491	1341
Int.	1519	1519	1439	1386	1454	1519	1519	1341	1349	1576	1491	1341
2	1031	771	591	526	567	682	889	1138	1466	1646	1635	1408
1	1020	754	571	506	546	663	875	1133	1469	1647	1638	1409
Est.	1020	754	571	506	546	663	875	1133	1469	1647	1638	1409

Valori sul lato esterno dello strato; Amb.=ambiente interno; Int.=a valle dello strato liminare interno; Est.=ambiente esterno

**Pressione di saturazione del vapore - Psat (Pa)**

N.	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre
Amb.	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2063	2076	2425	2294	2063
Int.	1831	1587	1439	1386	1454	1616	1812	1838	2076	2425	2294	1980
2	1384	1009	810	744	830	1051	1353	1614	2076	2425	2294	1892
1	1314	927	727	661	746	970	1282	1576	2076	2425	2294	1877
Est.	1261	866	666	601	685	909	1227	1547	2076	2425	2294	1864

Valori sul lato esterno dello strato; Amb.=ambiente interno; Int.=a valle dello strato liminare interno; Est.=ambiente esterno

**Temperatura - T (Pa)**

N.	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre
Amb.	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	18,1	20,6	19,7	18,0
Int.	16,1	13,9	12,4	11,8	12,6	14,2	16,0	16,2	18,1	20,6	19,7	17,4
2	11,8	7,1	4,0	2,8	4,3	7,7	11,5	14,2	18,1	20,6	19,7	16,6
1	11,0	5,9	2,4	1,1	2,8	6,5	10,6	13,8	18,1	20,6	19,7	16,5
Est.	10,4	4,9	1,2	-0,2	1,6	5,6	10,0	13,5	18,1	20,6	19,7	16,4

Valori sul lato esterno dello strato; Amb.=ambiente interno; Int.=a valle dello strato liminare interno; Est.=ambiente esterno

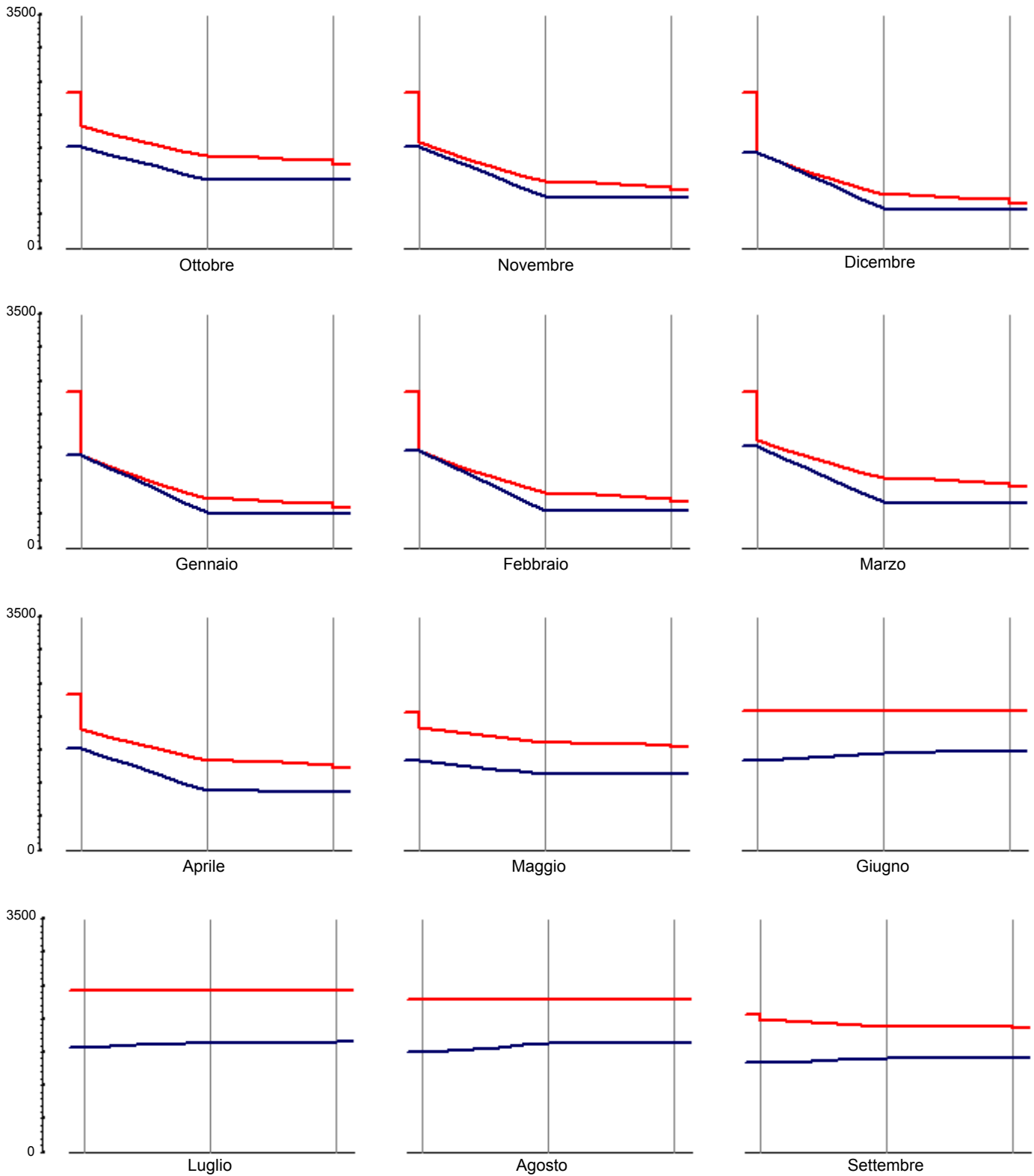
**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_1

Codice struttura:

S5

**GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE e PARZIALI DEL VAPORE (Pa)**

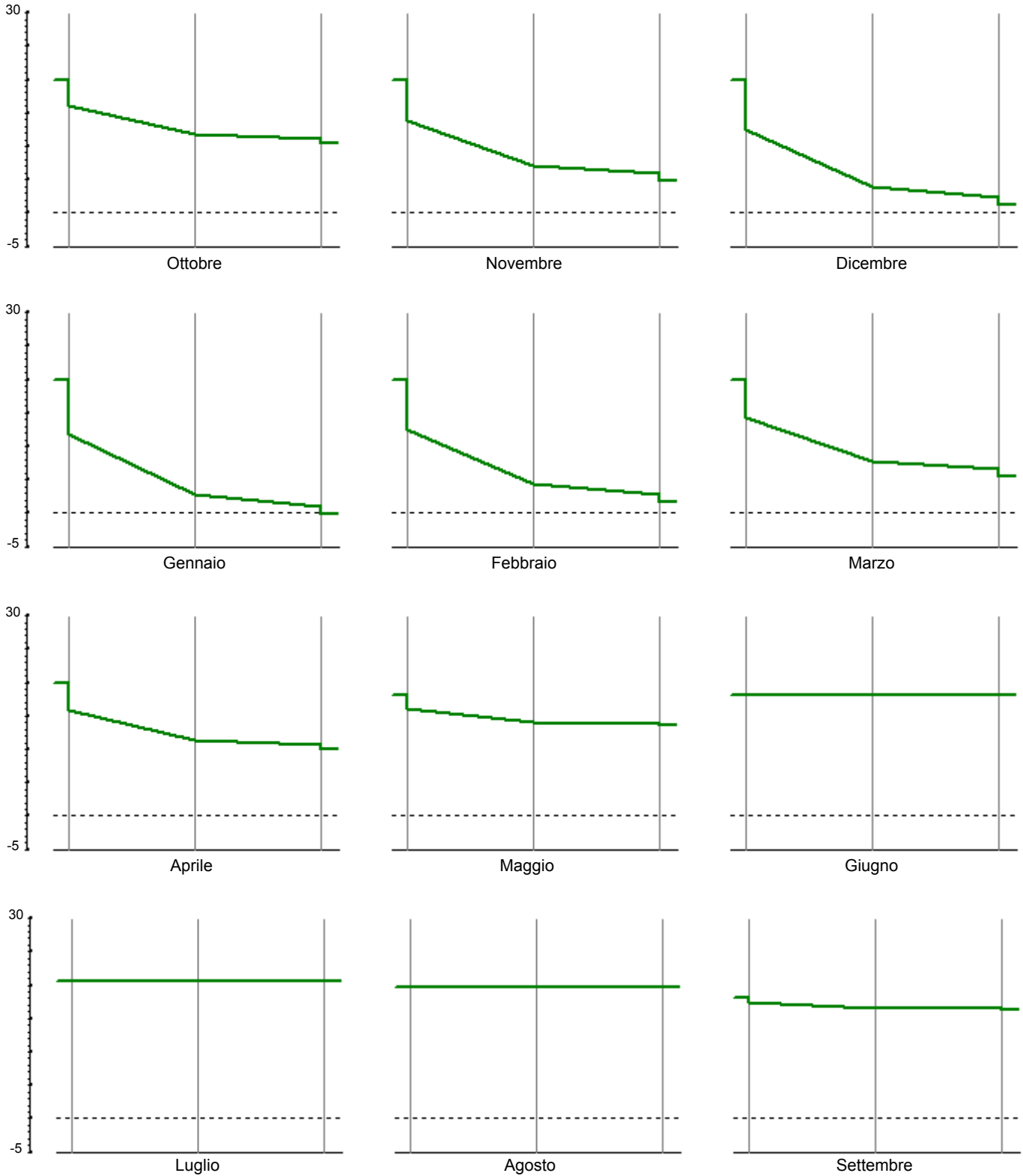
**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_1

Codice struttura:

S5

**GRAFICI MENSILI DELLE TEMPERATURE (°C)**





Interreg III B  
CO-FUNDING ERDF



AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



## CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO (RETROFIT ENERGETICO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_B1**

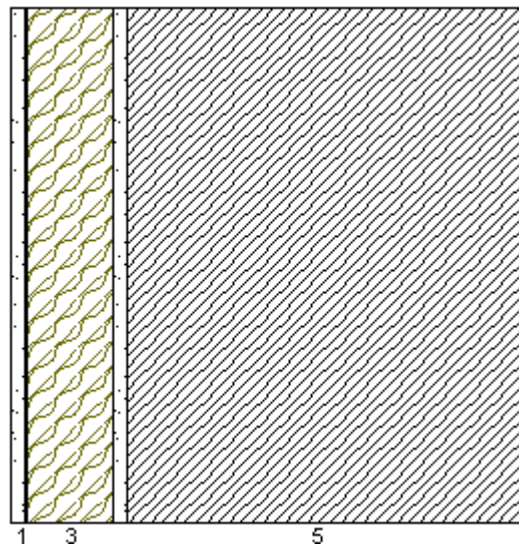
Codice struttura:

**M4**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
5	Muratura in pietra naturale	550	3,500	6,364	3000	1,333	1,333	0,157
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**711,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,322**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,107**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1365	-1,0	474
Estiva (luglio)	19,8	1577	19,8	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 15 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 714 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_B1**

Codice struttura:

**M4**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA****CCR**

3,2  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

1,6  
 0,130  
 0,068  
 50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
5	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	550	3,500	0,157	3,500	0,157
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

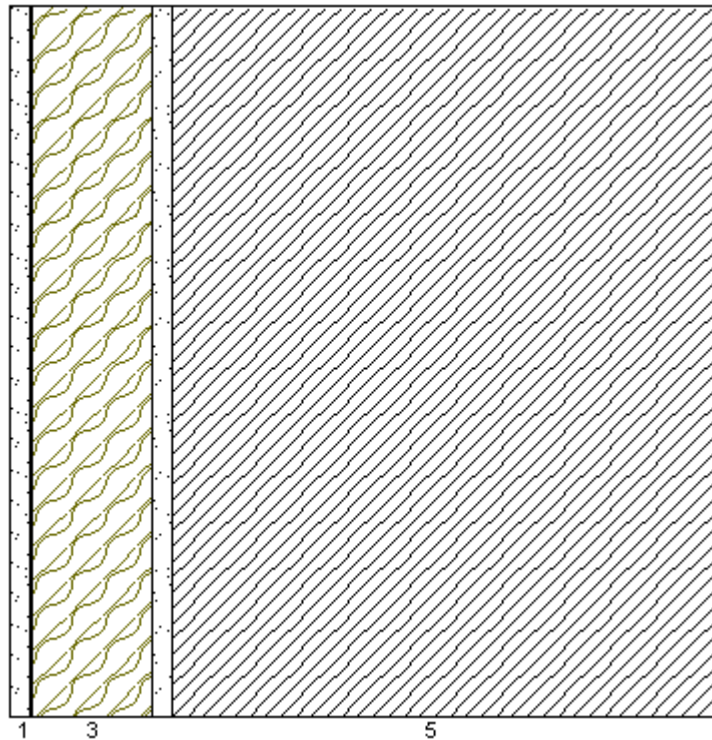
Spessore totale 711,5 mm  
 Massa areica 1727 kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W 3,107  
 U W/m<sup>2</sup>K 0,322

3,377

0,296

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_B1

Codice struttura:

M4

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -12,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,262 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,923$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

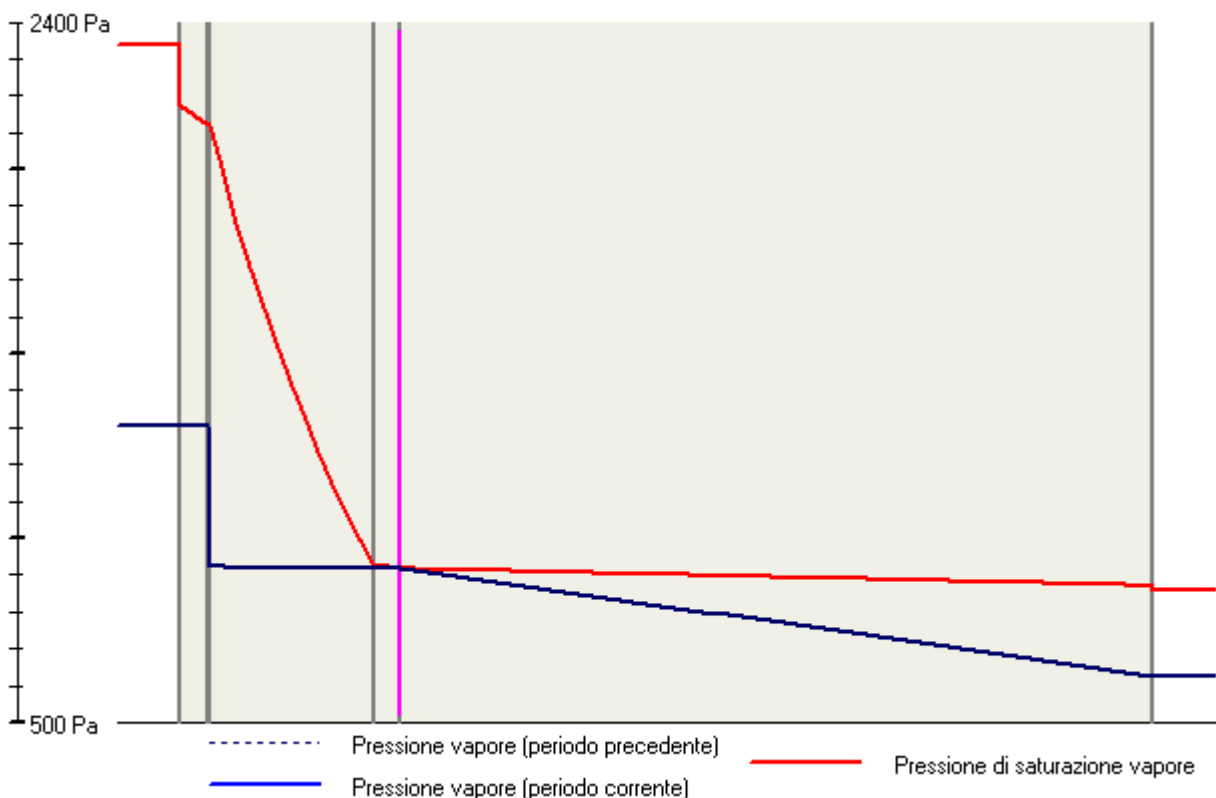
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

15 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Marzo



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_B2**

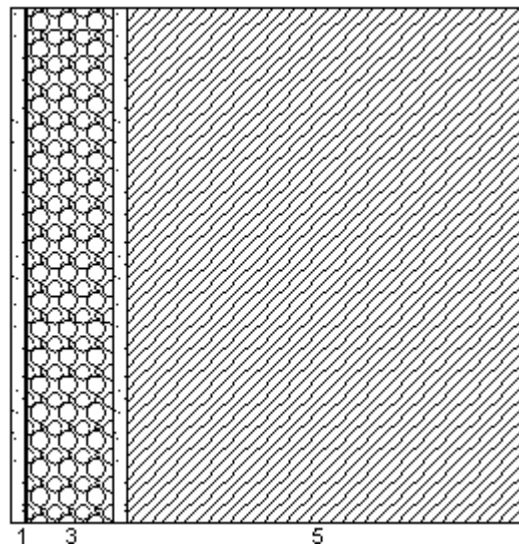
Codice struttura:

**M7**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
5	Muratura in pietra naturale	550	3,500	6,364	3000	1,333	1,333	0,157
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**711,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,322**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,107**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1365	-1,0	474
Estiva (luglio)	19,8	1577	19,8	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 15 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 714 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_B2**

Codice struttura:

**M7**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

3,2

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,6

0,130

0,068

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
5	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	550	3,500	0,157	3,500	0,157
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 711,5 mm

R m<sup>2</sup>K/W

3,107

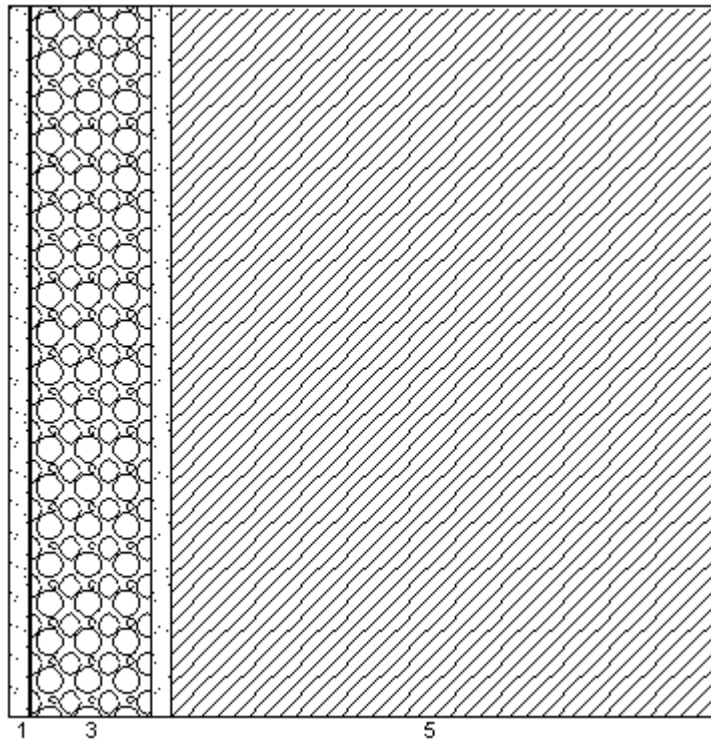
3,624

Massa areica 1708 kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K

0,322

0,276

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_B2

Codice struttura:

M7

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -12,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,264 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,923$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

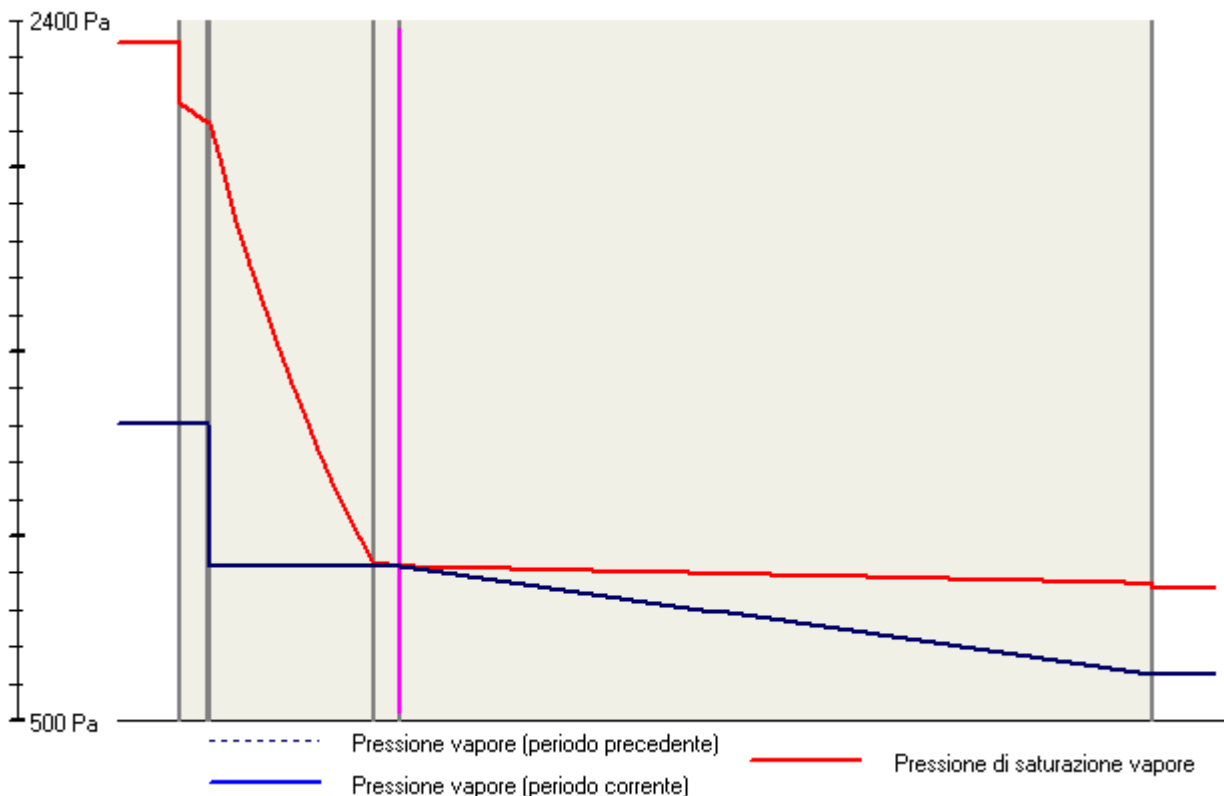
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

15 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Marzo

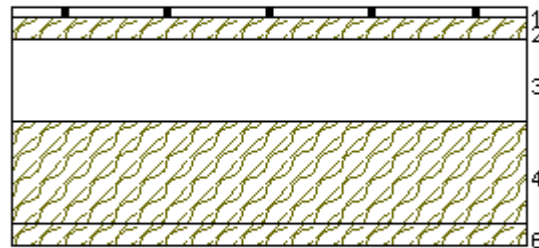


**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	10	0,220	22,000	850	3,333	3,333	0,045
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	80	0,444	5,556	0	1600,000	1600,000	0,180
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	100	0,045	0,450	250	40,000	15,385	2,222
5	Carta kraft	0,8	0,170	213	590	0,089	0,089	0,005
6	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**230,8**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,328**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,046**

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P1**

Calcolo per

**POTENZA****CCR**

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

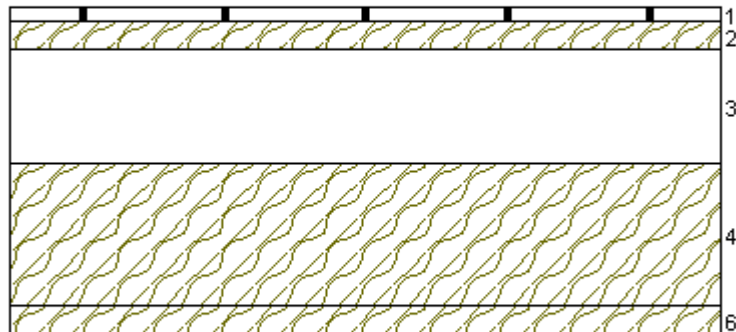
Maggiorazione isolante / non isolante

%

100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	Calcolo per		Calcolo per	
						λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	850	60	20%	10	0,220	0,045	0,202	0,050
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	0	0,125	0%	80	0,444	0,180	0,444	0,180
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	100	0,045	2,222	0,041	2,424
5	Carta kraft	590	2250	0%	0,8	0,170	0,005	0,170	0,005
6	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
7									
8									
9									
10									
11									
12									

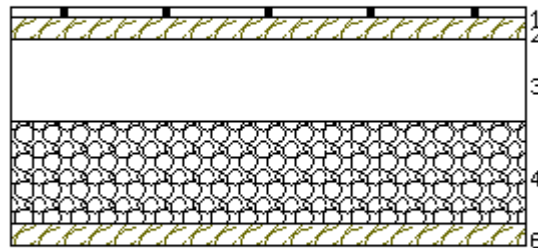
Spessore totale **230,8** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,126****3,362**Massa areica **52** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,320****0,297**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **SINn\_B2**

Codice struttura:

**P2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	10	0,220	22,000	850	3,333	3,333	0,045
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	80	0,444	5,556	0	1600,000	1600,000	0,180
4	Pannelli in fibra di cellulosa	100	0,045	0,450	85	66,667	66,667	2,222
5	Carta kraft	0,8	0,170	213	590	0,089	0,089	0,005
6	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**230,8**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,328**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,046**

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B2**

Codice struttura:

**P2**

Calcolo per

Resistenza superficiale interna  
Resistenza superficiale esterna  
Maggiorazione isolante / non isolante

m<sup>2</sup>K/Wm<sup>2</sup>K/W

%

**POTENZA**

0,170

0,170

100% / 100%

**CCR**

0,170

0,170

50% / 0%

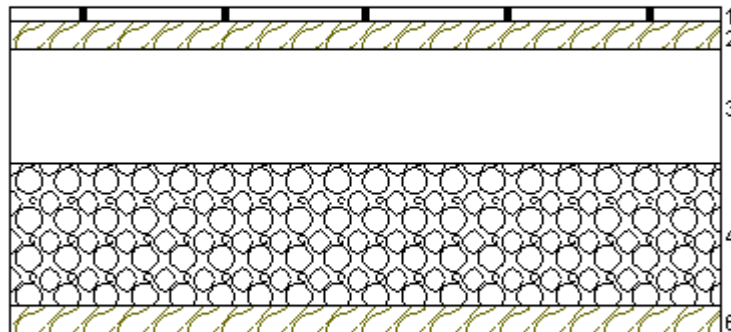
N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	850	60	20%	10	0,220	0,045	0,202	0,050
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	0	0,125	0%	80	0,444	0,180	0,444	0,180
4	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	100	0,045	2,222	0,038	2,630
5	Carta kraft	590	2250	0%	0,8	0,170	0,005	0,170	0,005
6	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale    **230,8**    mm  
 Massa areica      **35**      kg/m<sup>2</sup>

R    m<sup>2</sup>K/W  
 U    W/m<sup>2</sup>K

**3,126**                      **3,568**

**0,320**                      **0,280**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

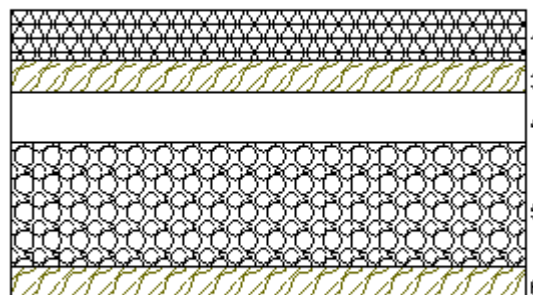
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **CESTER\_B1**

Codice struttura:

**S6**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	50	0,990	19,800	2000	-	-	0,029
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	0,4	0,170	425	800	-	-	0,001
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	-	-	0,096
4	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	50	0,000	0,000	0	-	-	0,090
5	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
6	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	4,651	6,250	0,167
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**280,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**43,254**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,312**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,023**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,203****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1519	-0,2	506
Estiva (luglio)	20,6	1576	20,6	1647

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 163 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 607 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **CESTER\_B1**

Codice struttura:

**S6**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

3,2  
 0,100  
 0,023  
 100% / 100%

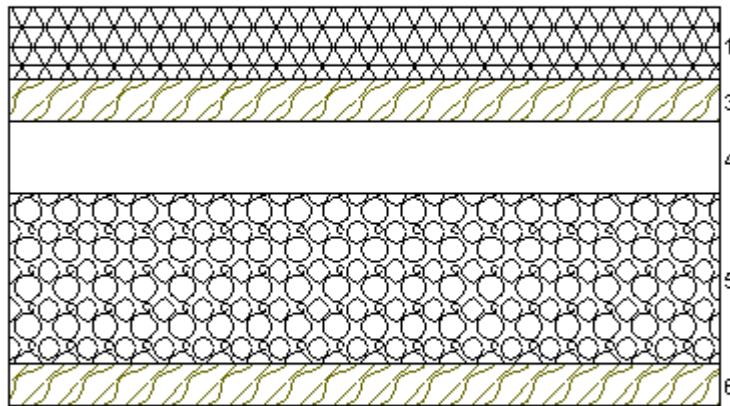
**CCR**

1,6  
 0,100  
 0,035  
 100% / 100%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	2000	-	24%	50	0,990	0,029	0,990	0,026
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	800	-	0%	0,4	0,170	0,001	0,170	0,001
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	-	80%	30	0,180	0,096	0,180	0,087
4	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	0	-	0%	50	0,000	0,090	0,000	0,090
5	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,045	2,667
6	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	43	80%	30	0,180	0,167	0,180	0,167
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **280,4** mm  
 Massa areica **138** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

**3,173****3,173****0,315****0,315**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: CESTER\_B1

Codice struttura:

S6

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: Umidità relativa interna costante: 60,0% + 5% Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza:  $121,21210^{-12}$  kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,023 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max}$  0,836 <  $f_{Rsi}$  0,925

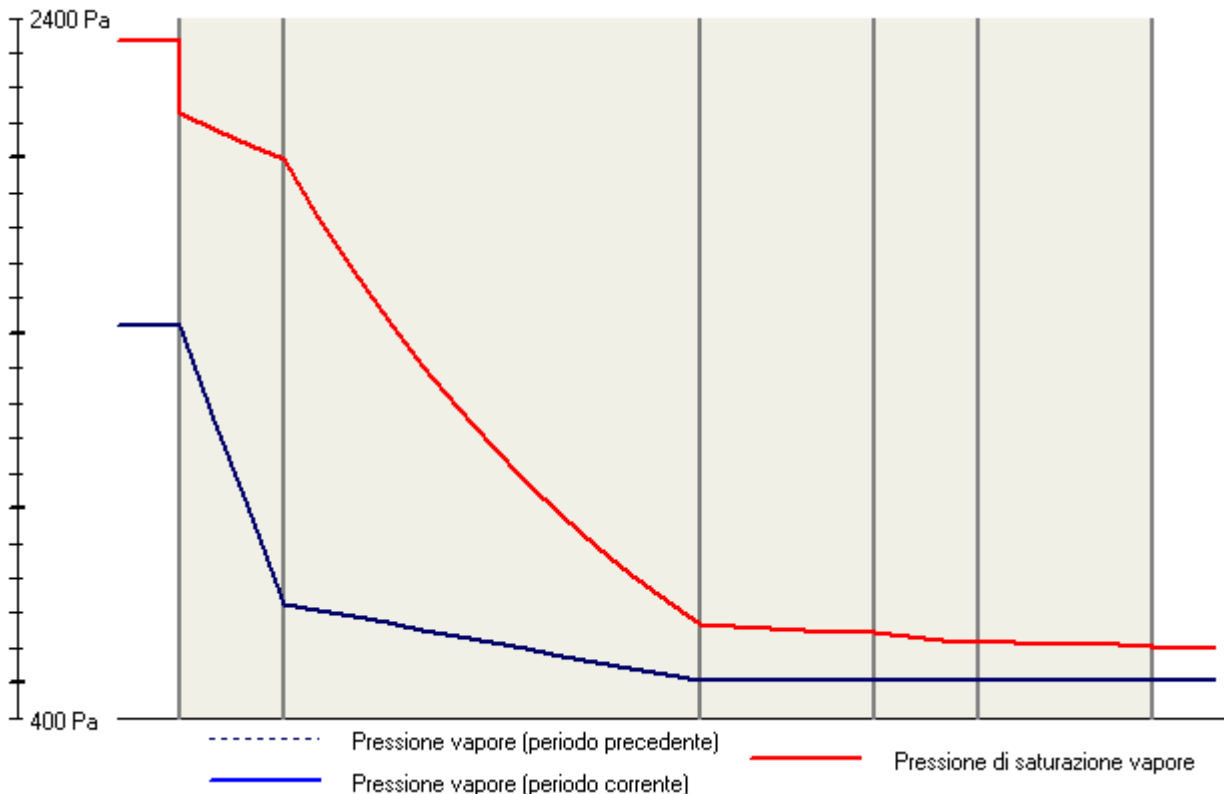
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





## COSTO DEGLI INTERVENTI E TEMPO DI RITORNO

Elemento	PARETE PORTANTE	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Materiali utilizzati		
Isolante termico	43,76 €/m <sup>2</sup>	25,72 €/m <sup>2</sup>
Intonaco interno	16,90 €/m <sup>2</sup>	16,90 €/m <sup>2</sup>
Guaine	3,80 €/m <sup>2</sup>	3,80 €/m <sup>2</sup>
Cartongesso, montanti in legno	37,79 €/m <sup>2</sup>	37,79 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>102,25 €/m<sup>2</sup></b>	<b>84,21 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>29.857,00 €</b>	<b>24.589,32 €</b>

Elemento	SOLAIO INFERIORE	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATO CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Costo dei materiali		
Isolante termico e carta kraft	31,94 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
Tavolato	39,56 €/m <sup>2</sup>	39,56 €/m <sup>2</sup>
Pavimento in legno	47,90 €/m <sup>2</sup>	47,90 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>119,40 €/m<sup>2</sup></b>	<b>110,52 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>15.522,00 €</b>	<b>14.367,60 €</b>

Elemento	COPERTURA	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Tavolato, listelli, controlistelli	72,20 €/m <sup>2</sup>	72,20 €/m <sup>2</sup>
Guaine	6,74 €/m <sup>2</sup>	6,74 €/m <sup>2</sup>
Pannelli isolanti	38,44 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>117,38 €/m<sup>2</sup></b>	<b>102,00 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>21.128,40 €</b>	<b>18.360,00 €</b>



Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO
Materiali utilizzati	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4
Serramento in larice	227,00 €/m <sup>2</sup>
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m <sup>2</sup>
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>329,90 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>1.579,20 €</b>

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	
B1 – Isolante in fibra di legno	
Costo totale intervento retrofit energetico	68101,60 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	5,8
B2 – Isolante in fibra di cellulosa	
Costo totale intervento retrofit energetico	58.896,12 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	6,0