

PROGETTO

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



documento 2

CASI STUDIO – PARTE 2

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

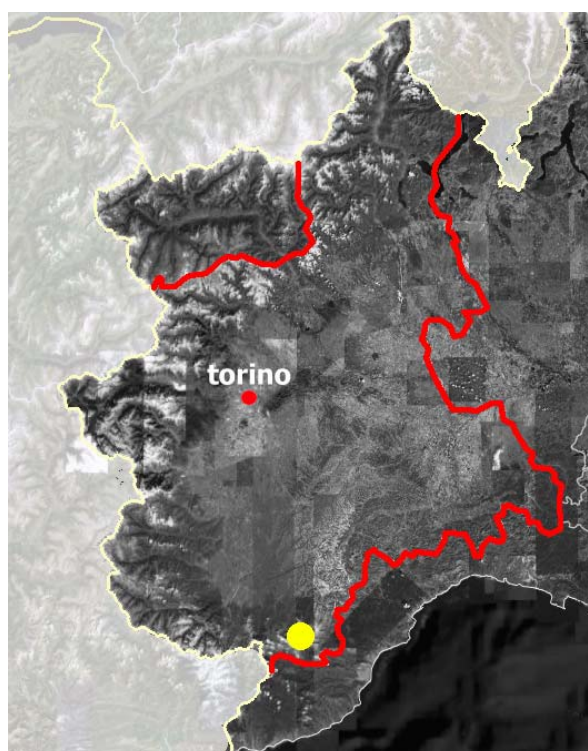
ECO-EFFICIENZA

BIOEDILIZIA

TI TECH



Denominazione	Edificio inserito in un contesto urbano
Indirizzo	Via Federici
Città	Garessio
Comunità montana	Alta Val Tanaro
Data di costruzione	1600
Tipologia edificio	Casa privata
Superficie utile	369 mq



Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Elevato
Qualità del trasporto pubblico	Discreto
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	Residenziale



Prospetto principale



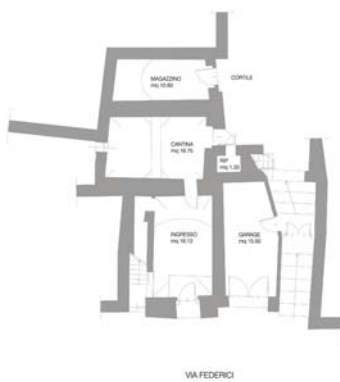
Prospetto principale



Prospetto principale



Prospetto sul retro



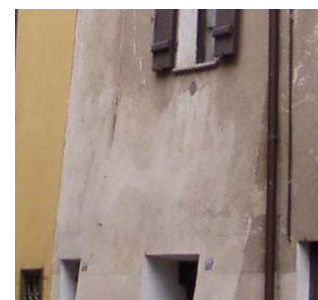
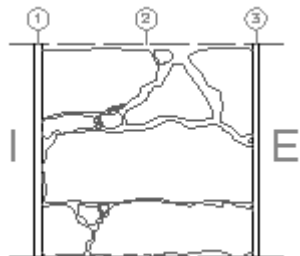
Pianta piano terra



Pianta piano primo



Pianta piano secondo



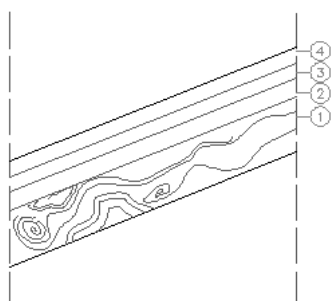
1	Intonaco	2 cm
2	Pietra	60 cm
3	Intonaco	2 cm

Parete portante

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

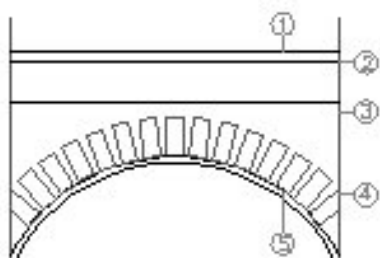


Serramenti



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

Copertura



1	Piastrelle in ceramica	3 cm
2	Massetto ripartitore con rete	12 cm
3	Sabbia	5 cm
4	Volta in mattoni	10 cm
5	Intonaco	1 cm

Solaio inferiore



DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m ² °C)	Superficie (m ²)
Parete portante	2,3	139,4
Copertura	5,4	117
Solaio inferiore	1,8	90
Area vetrata	3,5	23,4

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	3302	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO

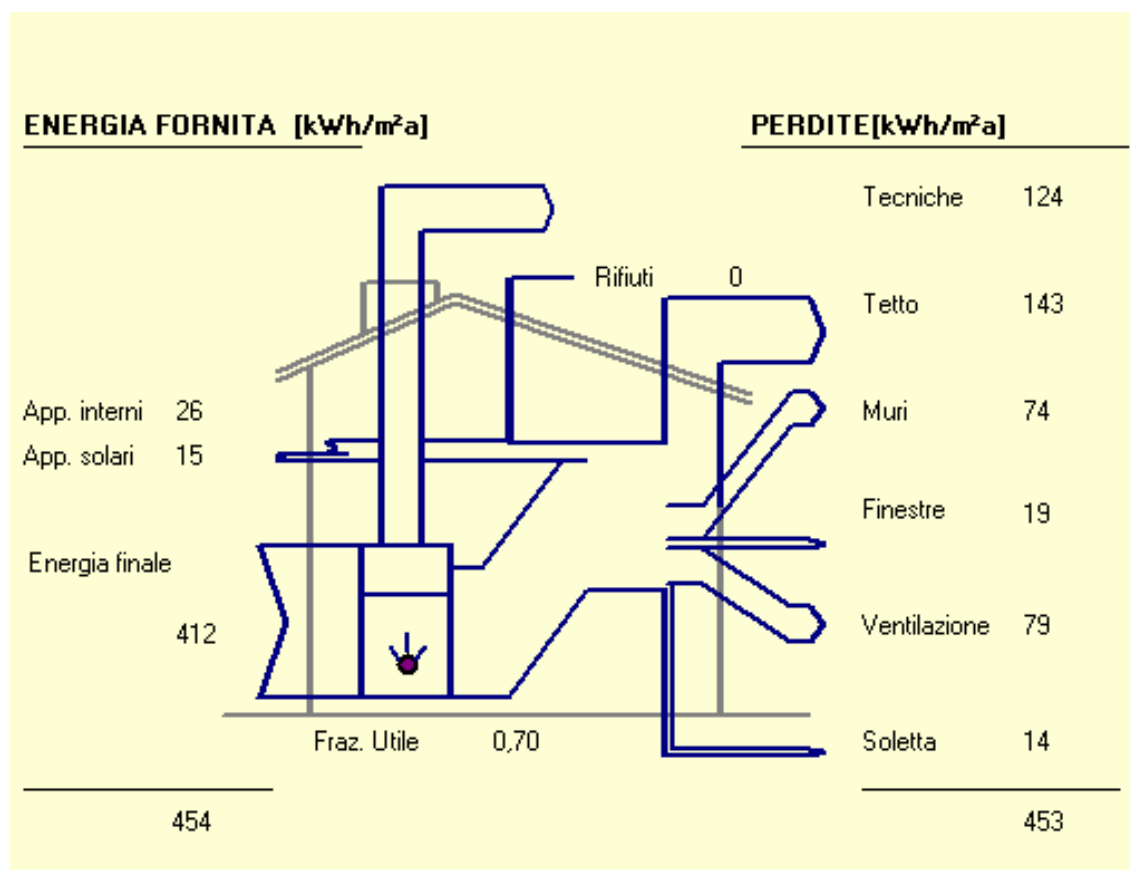
ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	74	22,5
Copertura	143	43,5
Solaio inferiore	14	4,3
Serramenti	19	5,7
Ventilazione	79	24
TOTALE	329	100

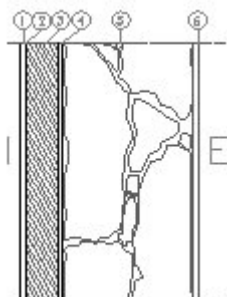


Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B 06**

Fabbisogno energia primaria	412	kWh/m2 anno
Apporti solari	26	kWh/m2 anno
Apporti interni	15	kWh/m2 anno

BILANCIO ENERGETICO



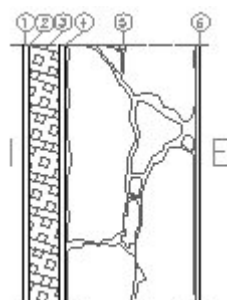


Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno intonacati

1	Cartongesso	2 cm
2	Barriera al vapore in polietilene	0,15 cm
3	Pannello in fibra di legno	12 cm
4	Intonaco	2 cm
5	Pietra	60 cm
6	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	78,2 cm
Trasmittanza	0,32 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	10 kWh/m ²



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	60 cm
6	Intonaco	2 cm

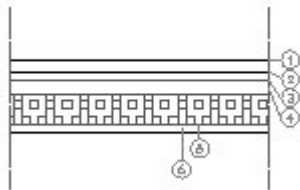
Parete portante

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	78,2 cm
Trasmittanza	0,32 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	10 kWh/m ²



Serramenti

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

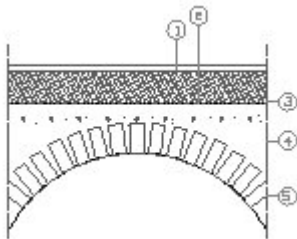


Isolamento della falda con pannelli in fibra di cellulosa

1	Rivestimento in pietra tipo gneiss	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	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	28 cm
Trasmittanza	0,31 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	8 kWh/m ²

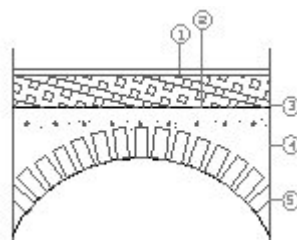


Isolamento del solaio con pannelli in fibra di legno:

1	Pavimento in legno	2 cm
2	Pannello in fibra di legno	12 cm
3	Sabbia	5 cm
4	Volta in mattoni	10 cm
5	Intonaco	1 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 cm
Tramittanza	0,34 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	6 kWh/m ²



Isolamento del solaio con pannelli in fibra di cellulosa:

1	Pavimento in legno	2 cm
2	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
3	Sabbia	5 cm
4	Volta in mattoni	10 cm
5	Intonaco	1 cm

Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato.
Spessore	30 cm
Tramittanza	0,30 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	2 kWh/m ²



Valutazione prestazione energetica dell'edificio post retrofit

D

06

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m ² °C)		Superficie (m ²)
	Ipotesi B1 isolante in fibra di legno	Ipotesi B2 isolante in fibra di cellulosa	
Parete portante	0,32	0,32	139,4
Copertura	0,31	0,31	117
Solaio inferiore	0,30	0,30	90
Area vetrata	2,2	2,2	23,4

Rendimento del sistema di riscaldamento	0.75	
Massa termica	160	Wh/m ² K
Ricambi d'aria	0,6	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m ²
Gradi giorno	3302	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1

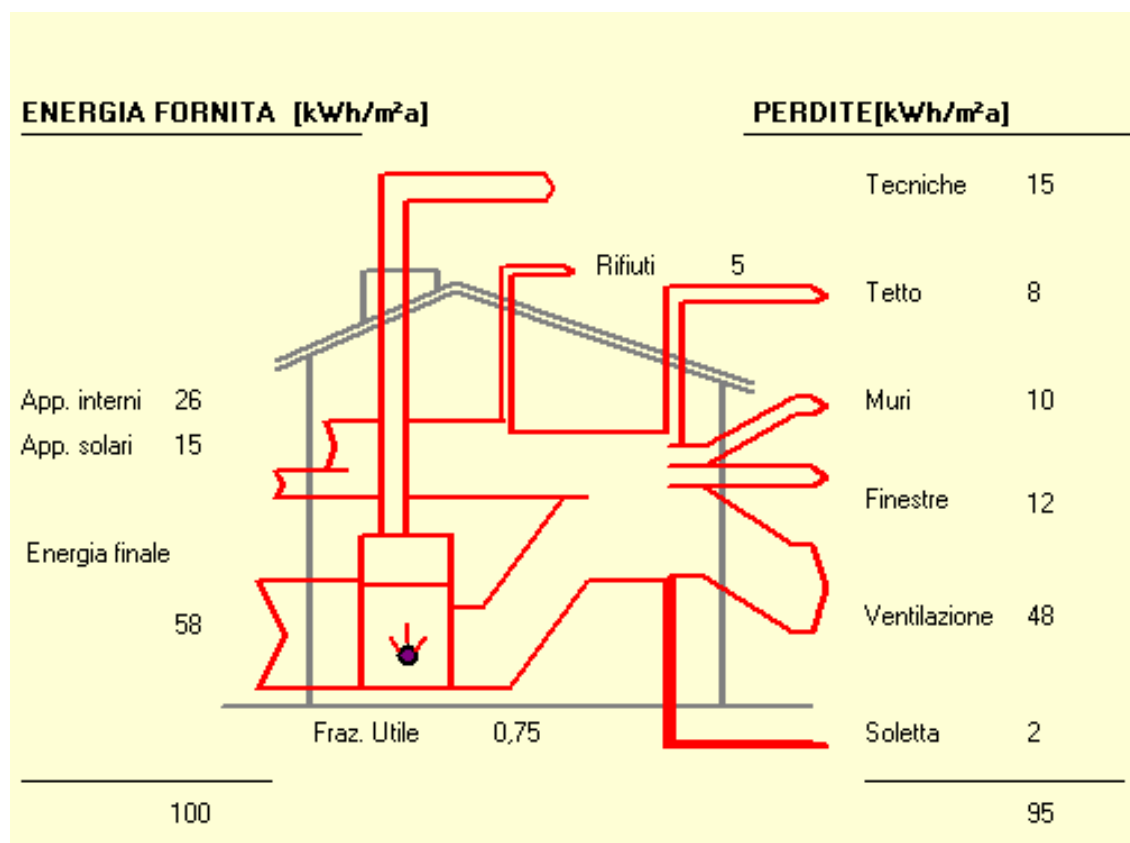
ELEMENTO	Perdite (kWh/m ² anno)	% sul totale
Pareti	10	12,5
Copertura	8	10
Solaio inferiore	2	2,5
Serramenti	12	15
Ventilazione	48	60
TOTALE	80	100



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **D 06**

Fabbisogno energia primaria	59	kWh/m ² anno
Apporti solari	15	kWh/m ² anno
Apporti interni	26	kWh/m ² anno

BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1





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**

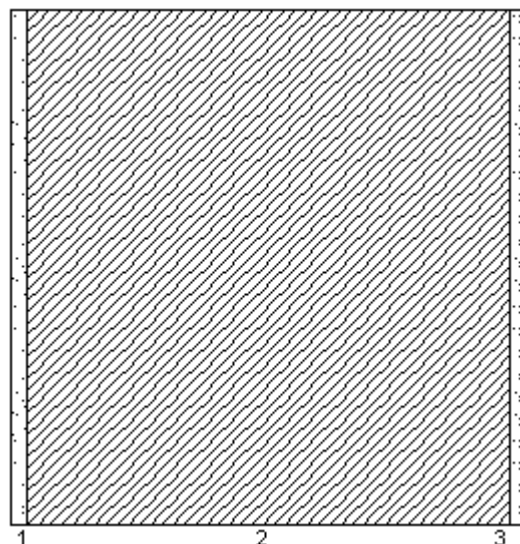
Codice struttura:

M1

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
2	Muratura in pietra naturale	600	3,000	5,000	3000	1,333	1,333	0,200
3	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
4								
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/m²K)**2,341**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,427**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1324	0,6	537
Estiva (luglio)	21,4	1730	21,4	1730

 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 549 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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

3,2

0,130

0,040

100% / 100%

CCR

1,6

0,130

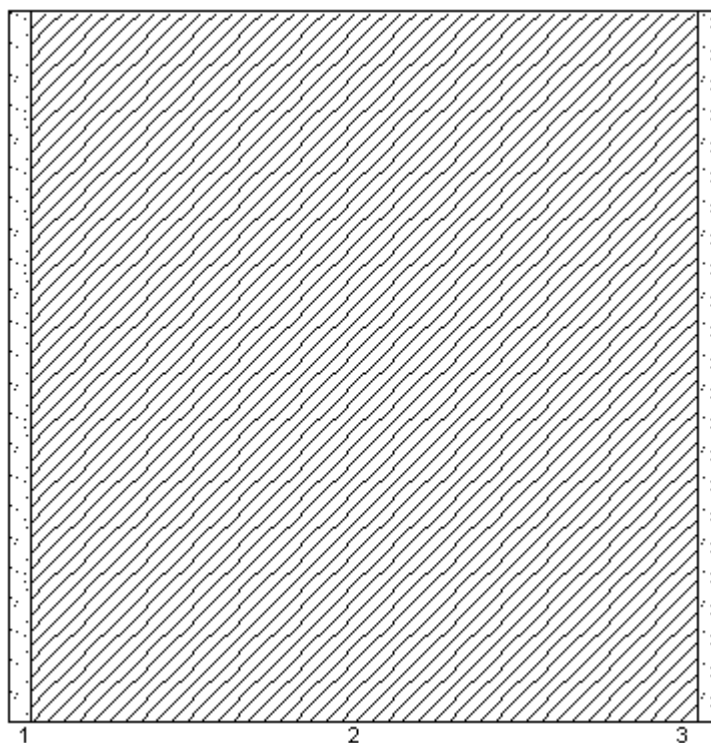
0,068

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	Calcolo per		Calcolo per	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
2	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	600	3,000	0,200	3,000	0,200
3	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **640** mmR m²K/W**0,427****0,455**Massa areica **1856** kg/m²U W/m²K**2,341****2,199**

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: -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: 2,212 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,764 \leq f_{Rsi} 0,543$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

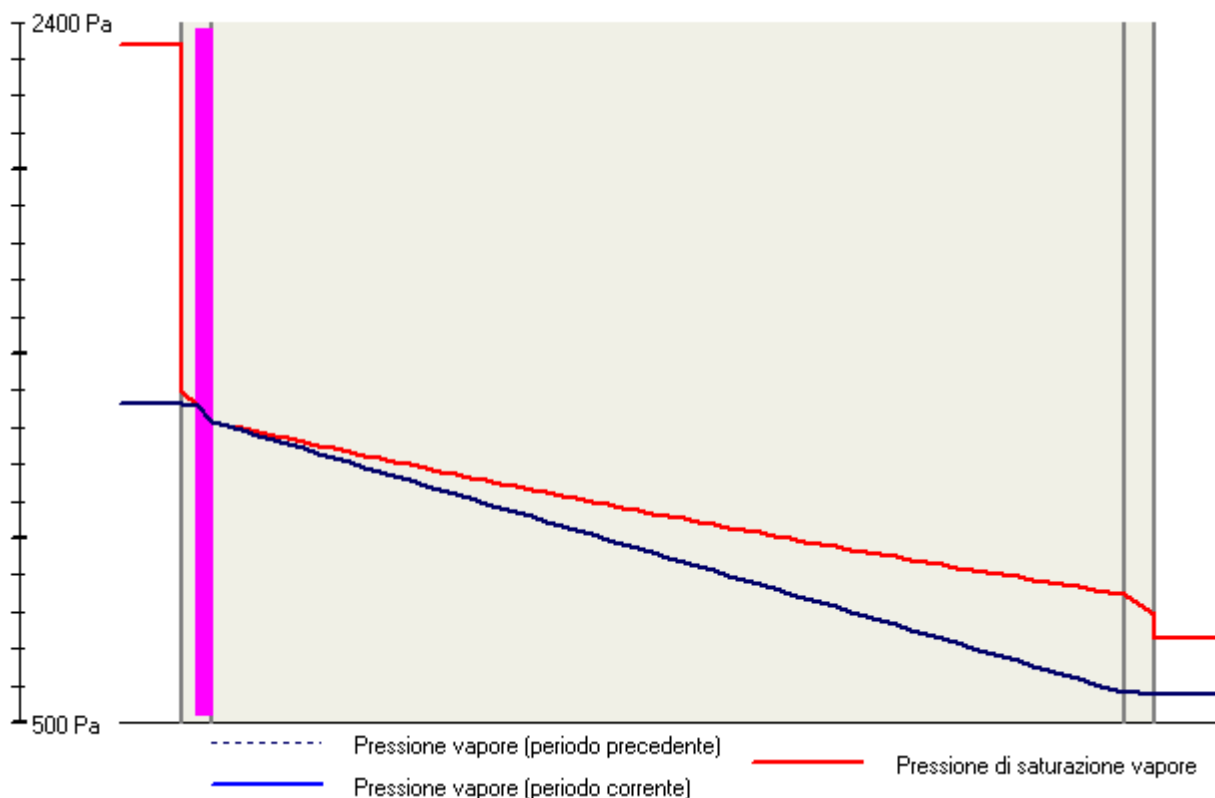
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

549 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio

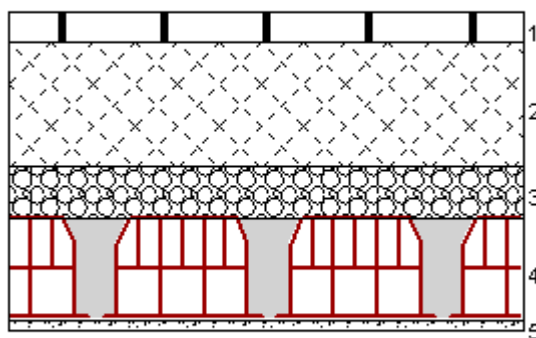


CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIOTipo di struttura: **SINn_A**

Codice struttura:

P1

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	30	1,000	33,333	2300	1,000	1,000	0,030
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	120	1,490	12,417	2200	2,857	2,857	0,081
3	Sabbia secca (um. < 1%)	50	0,600	12,000	1700	13,333	13,333	0,083
4	Volta in mattoni	100	0,900	9,000	2000	20,000	20,000	0,111
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)**310**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**1,726**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,579**

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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_A

Codice struttura:

P1

Calcolo per

POTENZA

CCR

Resistenza superficiale interna

m²K/W

0,170

0,170

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

0,170

0,170

Maggiorazione isolante / non isolante

%

100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	2300	200	0%	30	1,000	0,030	1,000	0,030
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	2200	70	20%	120	1,490	0,081	1,242	0,097
3	Sabbia secca (um. < 1%)	1700	15	70%	50	0,600	0,083	0,353	0,142
4	Volta in mattoni	2000	10	12%	100	0,900	0,111	0,804	0,124
5	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	10	0,700	0,014	0,700	0,014
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 310 mm

R m²K/W

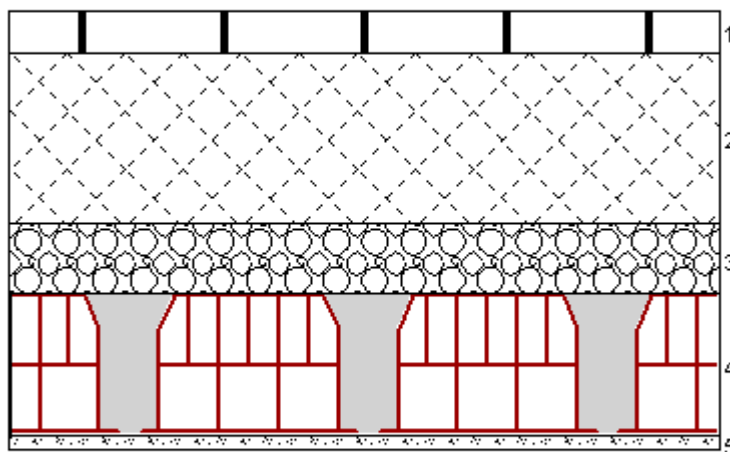
0,659

0,747

Massa areica 632 kg/m²U W/m²K

1,517

1,339



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

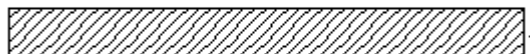
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C**

Codice struttura:

S1

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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/m²K)**5,357**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/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/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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

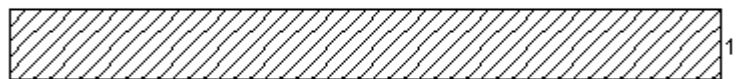
Calcolo per

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

POTENZA	CCR
2,8	1,4
0,100	0,100
0,040	0,072
100% / 100%	50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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	R	m ² K/W	0,157	0,189
Massa areica	135	kg/m ²	U	W/m ² K	6,383	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/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: 0,400 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

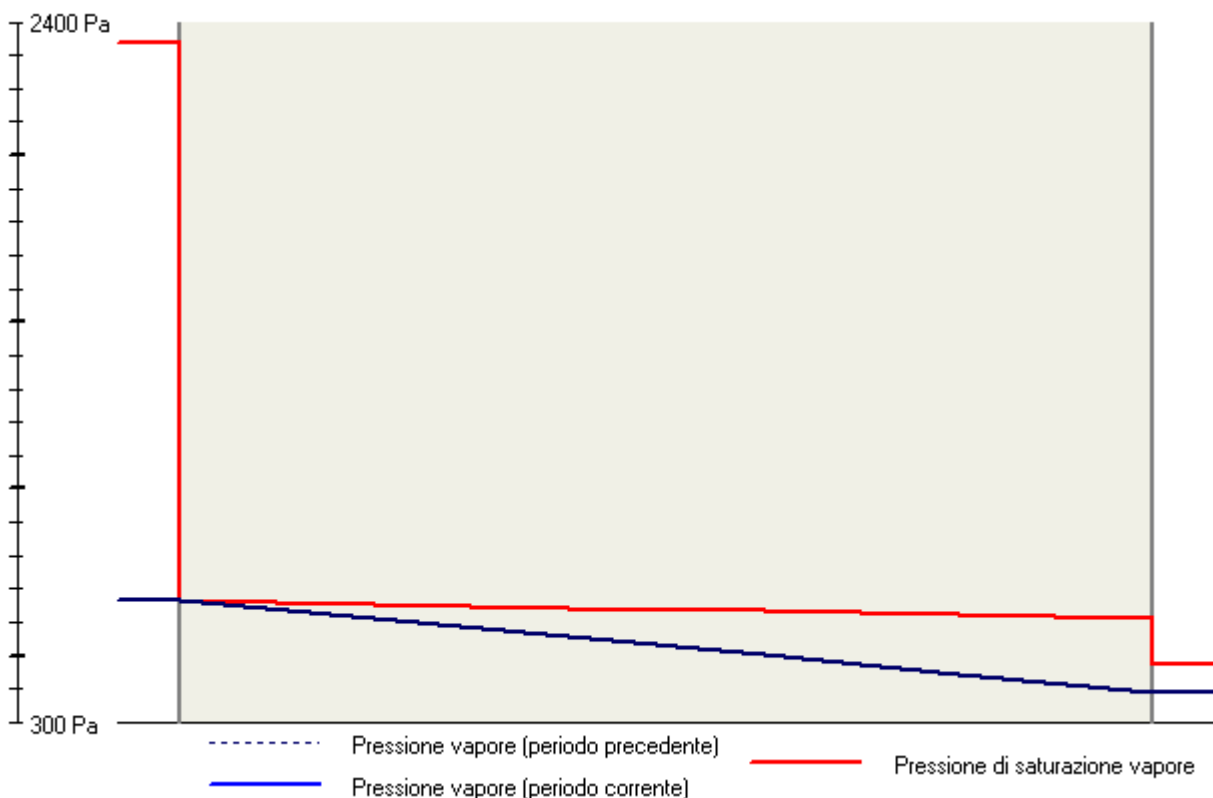
 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,185$

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

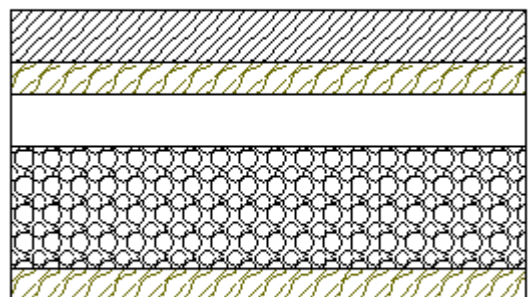
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C_B1**

Codice struttura:

S2

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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/m²K)**0,313**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,026**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/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/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,026 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

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

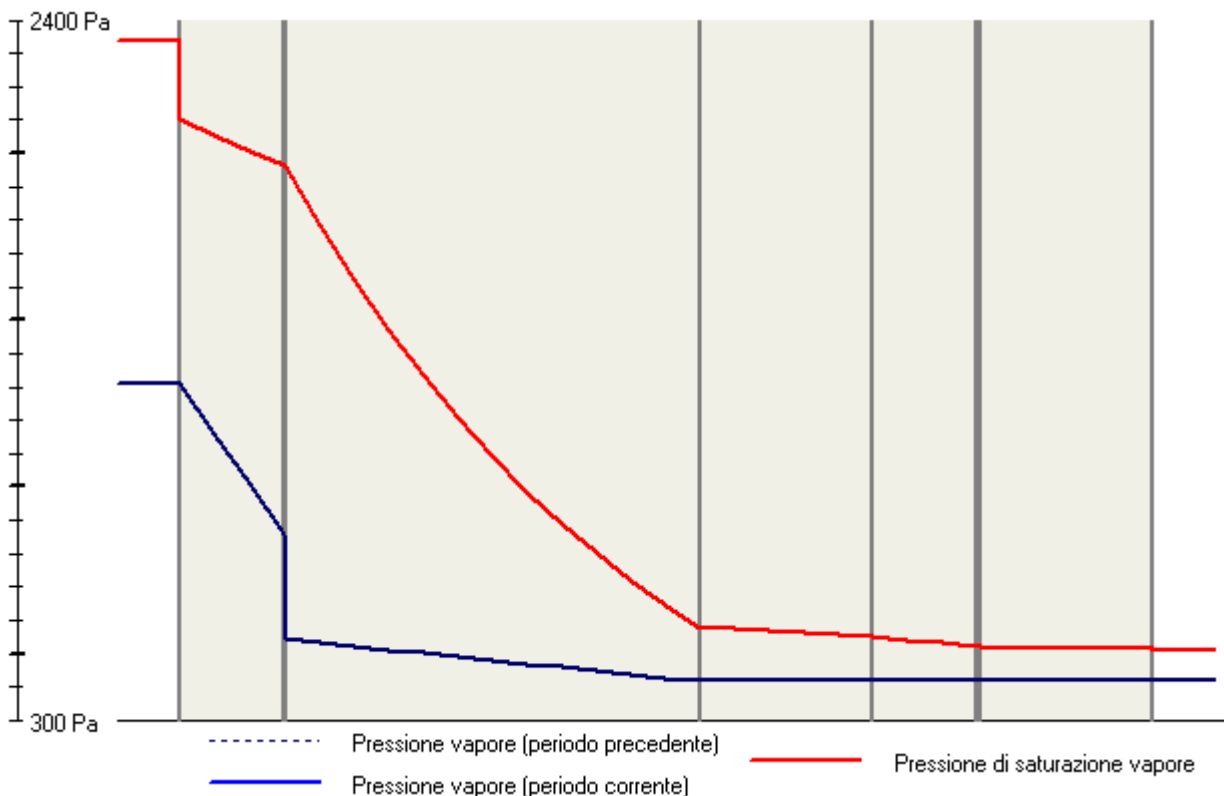
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME_B1**

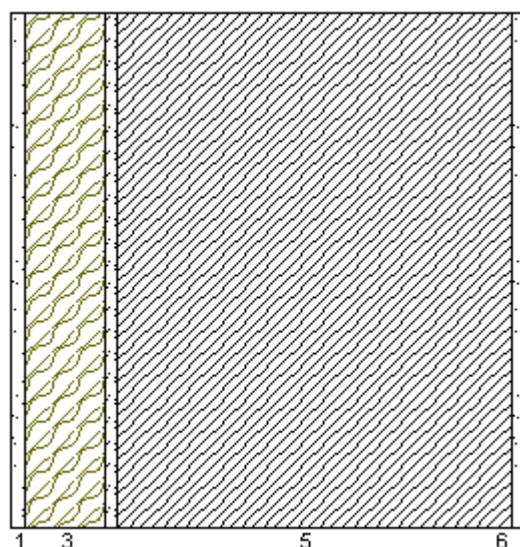
Codice struttura:

M2

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	600	3,000	5,000	3000	1,333	1,333	0,200
6	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**781,5**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,315**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,178**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1401	0,6	537
Estiva (luglio)	21,4	1730	21,4	1730

 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 11 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

3,2

0,130

0,040

100% / 100%

CCR

1,6

0,130

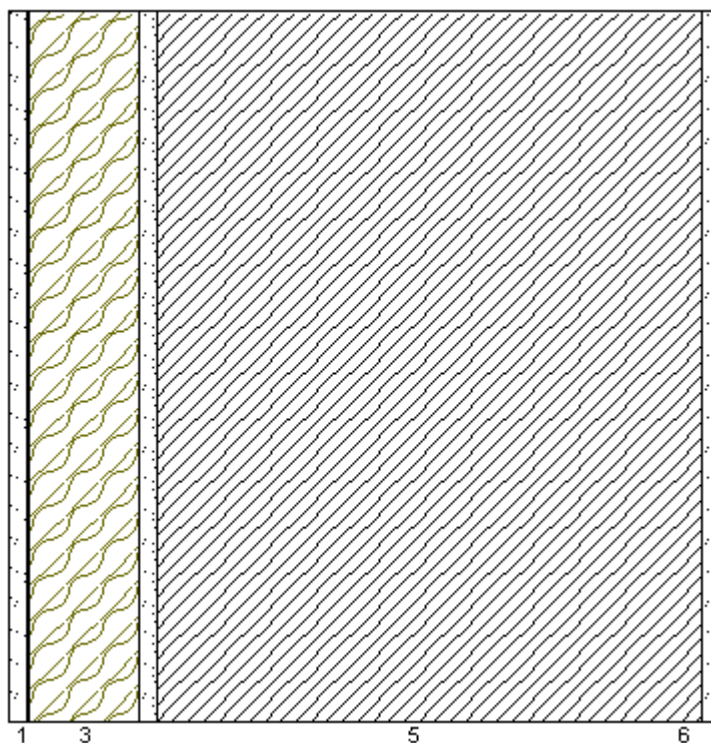
0,068

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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%	600	3,000	0,200	3,000	0,200
6	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **781,5** mmR m²K/W**3,178****3,448**Massa areica **1905** kg/m²U W/m²K**0,315****0,290**

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:

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: 1,203 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,764 \leq f_{Rsi} 0,924$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

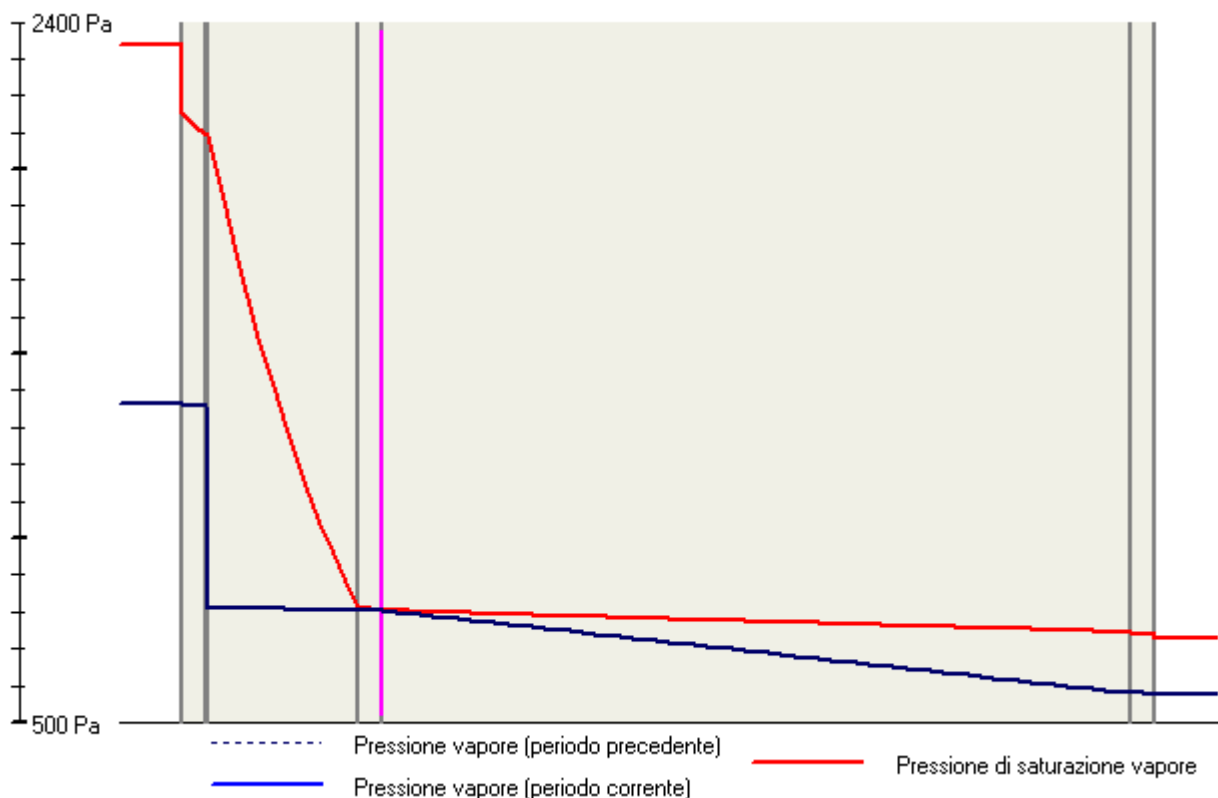
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

11 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: **ME_B2**

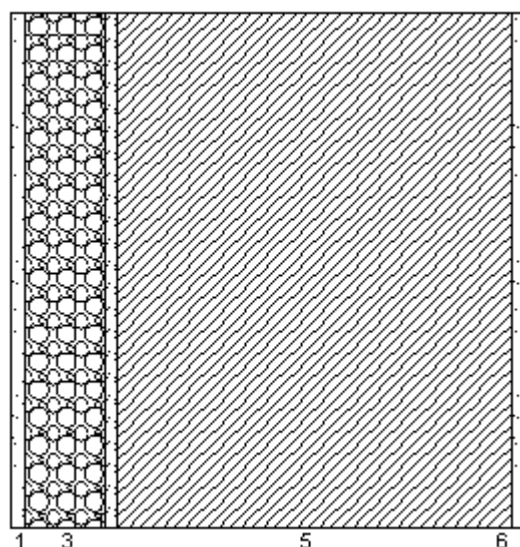
Codice struttura:

M3

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	600	3,000	5,000	3000	1,333	1,333	0,200
6	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**781,5**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,315**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,178**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1401	0,6	537
Estiva (luglio)	21,4	1730	21,4	1730

 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 11 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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:

M3

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

3,2

0,130

0,040

100% / 100%

CCR

1,6

0,130

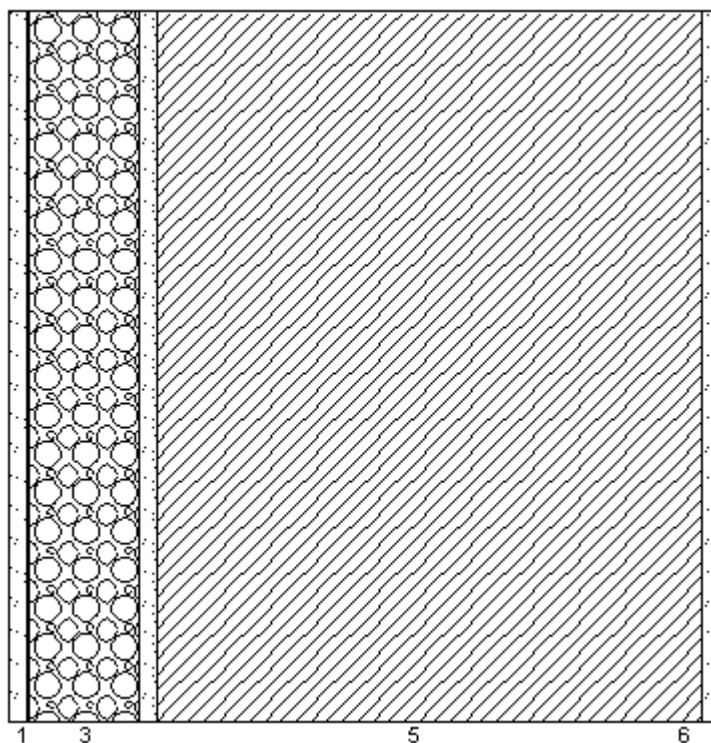
0,068

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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%	600	3,000	0,200	3,000	0,200
6	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **781,5** mmR m²K/W**3,178****3,695**Massa areica **1886** kg/m²U W/m²K**0,315****0,271**

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:

M3

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: 1,205 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,764 \leq f_{Rsi} 0,924$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

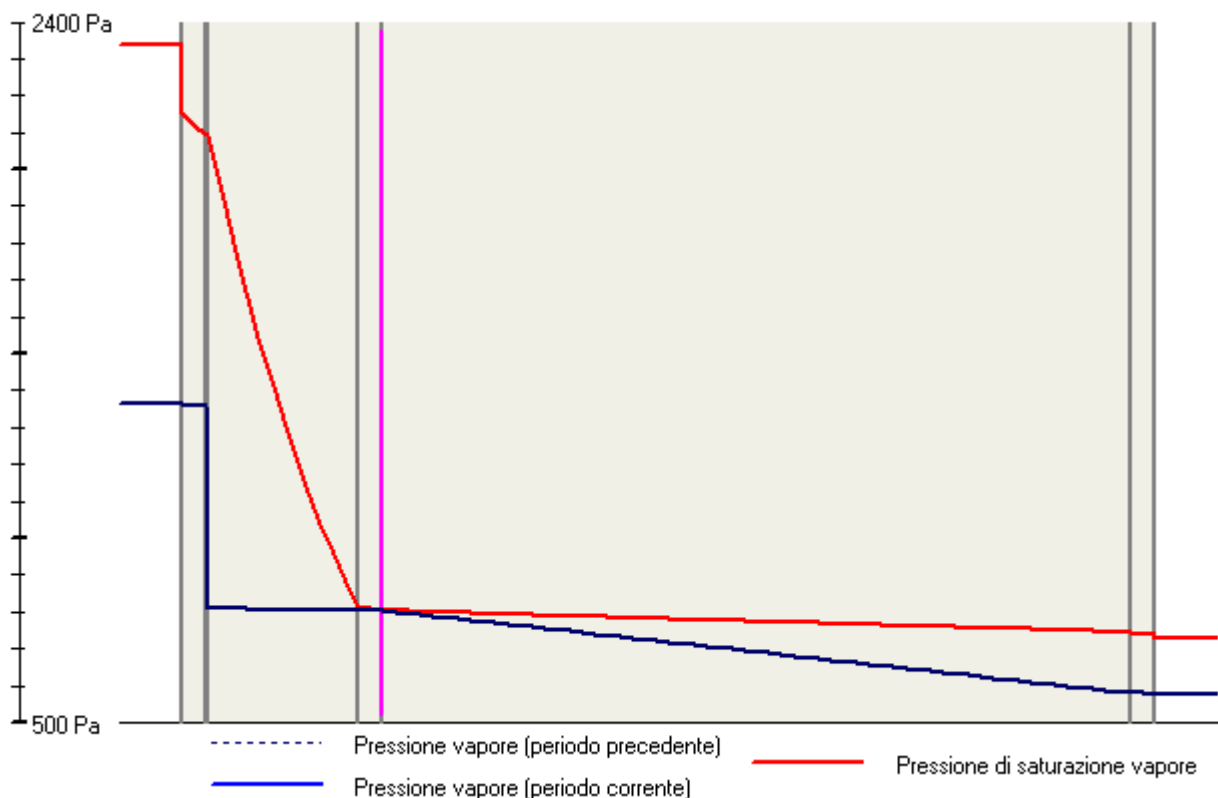
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

11 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio

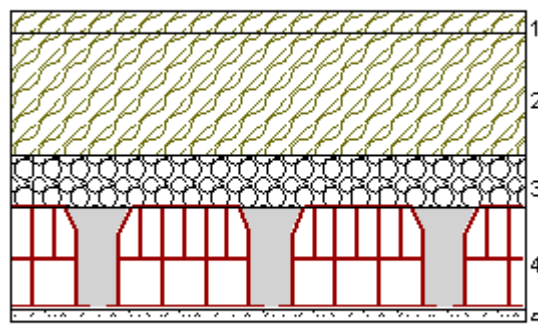


CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIOTipo di struttura: **SINn_B1**

Codice struttura:

P2

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
3	Sabbia secca (um. < 1%)	50	0,600	12,000	1700	13,333	13,333	0,083
4	Volta in mattoni	100	0,900	9,000	2000	20,000	20,000	0,111
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)**300**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,303**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,302**

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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:

P2

Calcolo per

POTENZA**CCR**

Resistenza superficiale interna

m²K/W

0,170

0,170

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

0,170

0,170

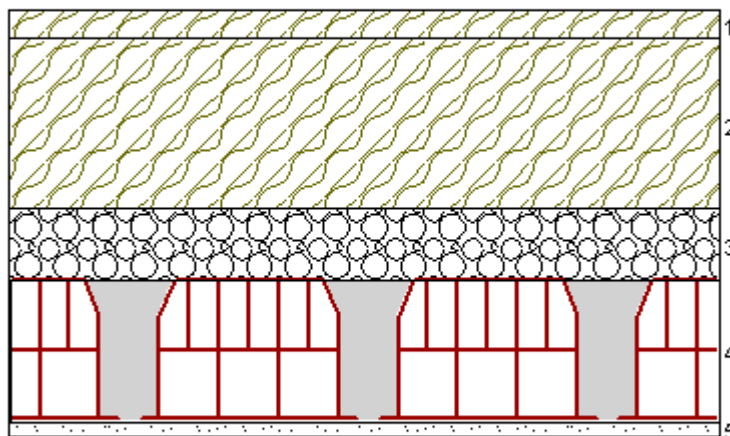
Maggiorazione isolante / non isolante

%

100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
3	Sabbia secca (um. < 1%)	1700	15	70%	50	0,600	0,083	0,353	0,142
4	Volta in mattoni	2000	10	12%	100	0,900	0,111	0,804	0,124
5	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	10	0,700	0,014	0,700	0,014
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

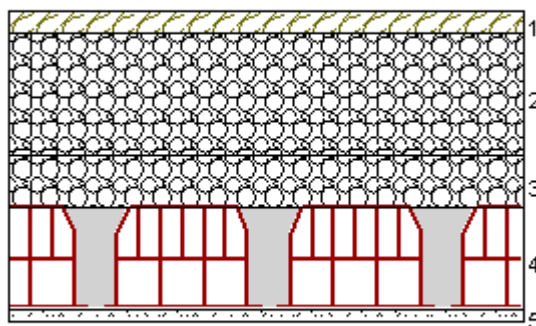
Spessore totale **300** mmR m²K/W**3,382****3,711**Massa areica **338** kg/m²U W/m²K**0,296****0,269**

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIOTipo di struttura: **SINn_B2**

Codice struttura:

P3

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
2	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
3	Sabbia secca (um. < 1%)	50	0,600	12,000	1700	13,333	13,333	0,083
4	Volta in mattoni	100	0,900	9,000	2000	20,000	20,000	0,111
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)**300**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,303**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,302**

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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:

P3

Calcolo per

POTENZA**CCR**

Resistenza superficiale interna

m²K/W

0,170

0,170

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

0,170

0,170

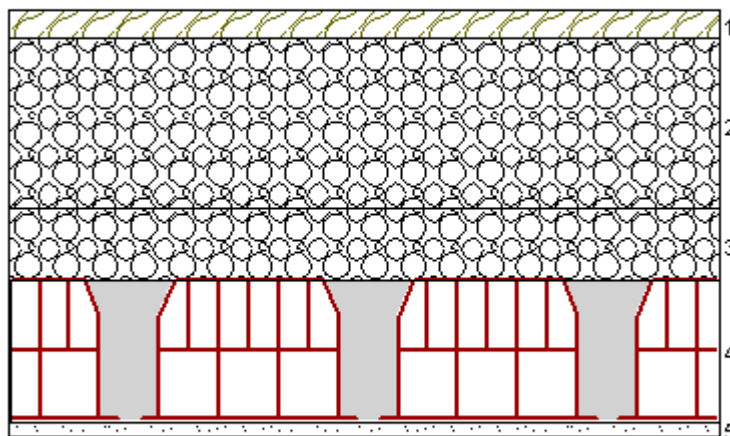
Maggiorazione isolante / non isolante

%

100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
2	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
3	Sabbia secca (um. < 1%)	1700	15	70%	50	0,600	0,083	0,353	0,142
4	Volta in mattoni	2000	10	12%	100	0,900	0,111	0,804	0,124
5	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	10	0,700	0,014	0,700	0,014
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **300** mmR m²K/W**3,382****3,959**Massa areica **318** kg/m²U W/m²K**0,296****0,253**



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 ²	23,34 €/m ²
Guaina	3,80 €/m ²	3,80 €/m ²
Intonaco interno	16,90 €/m ²	16,90 €/m ²
Cartongesso	37,79 €/m ²	37,79 €/m ²
Costo intervento	102,25 €/m²	81,83 €/m²
Costo complessivo	14 253,65 €	11 407,10 €

Elemento	SOLAIO INFERIORE	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATO CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Isolante termico	38,44 €/m ²	23,06 €/m ²
Magatelli	19,78 €/m ²	19,78 €/m ²
Pavimento in legno	47,90 €/m ²	47,90 €/m ²
Costo intervento	105,72 €/m²	90,74 €/m²
Costo complessivo	9 514,80 €	8 166,60 €

Elemento	COPERTURA	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Tavolato, listelli, controlistelli	72,20 €/m ²	72,20 €/m ²
Guaine	6,74 €/m ²	6,74 €/m ²
Pannelli isolanti	38,44 €/m ²	23,06 €/m ²
Costo intervento	117,38 €/m²	102,00 €/m²
Costo complessivo	13 733,46 €	11 934,00 €

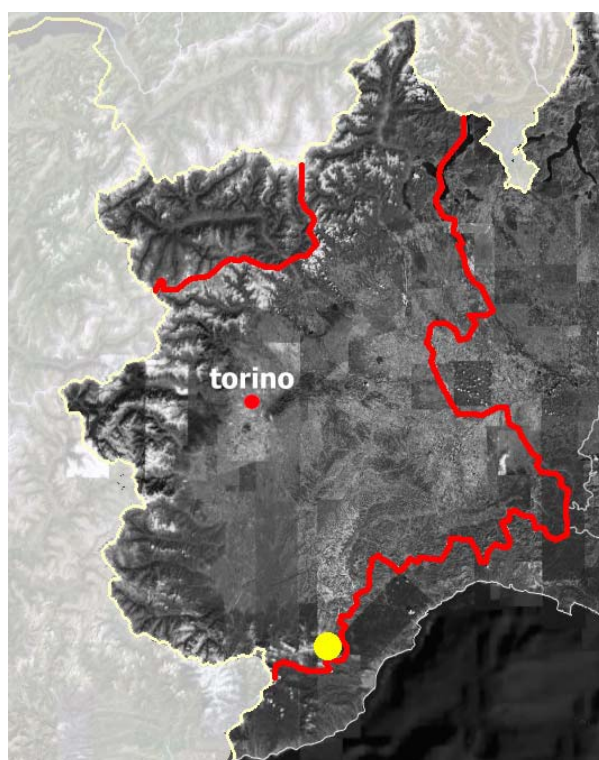


Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO
Materiali utilizzati	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4
Serramento in larice	227,00 €/m ²
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m ²
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m ²
Costo intervento	329,90 €/m²
Costo complessivo	7 719,66 €

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	
B1 – Isolante in fibra di legno	
Costo totale intervento retrofit energetico	45 221,57 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	8,2
B2 – Isolante in fibra di cellulosa	
Costo totale intervento retrofit energetico	39 227,36 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	8,6



Denominazione	Casa isolata
Indirizzo	-
Città	Fraz. Valdinferno - Garessio
Comunità montana	Alta Valle Tanaro
Data di costruzione	'800
Tipologia edificio	Casa isolata
Superficie utile	198 mq



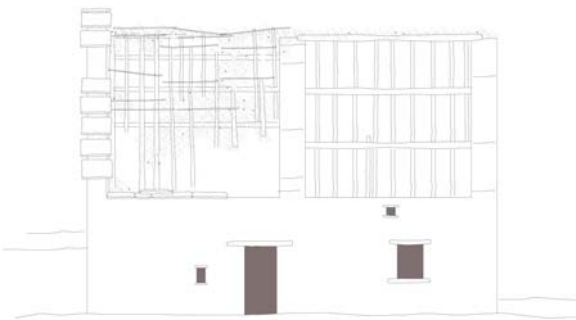
Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Casa isolata in borgata abbandonata
Qualità del trasporto pubblico	Assente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile	Sufficiente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'energia elettrica	Sufficiente
Uso principale del sito e area circostante	Residenziale/ Rurale



Prospetto nord



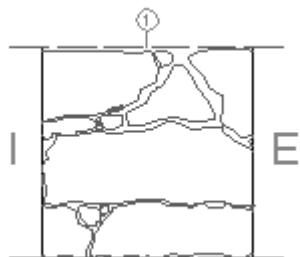
Prospetto sud



Prospetto sud



Particolare tetto in paglia



1 Pietra calcarea

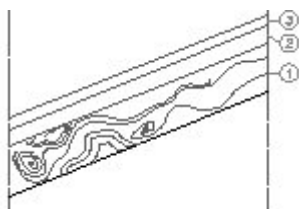
70 cm

Parete portante

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



Serramenti



1 Travi in legno

18 cm

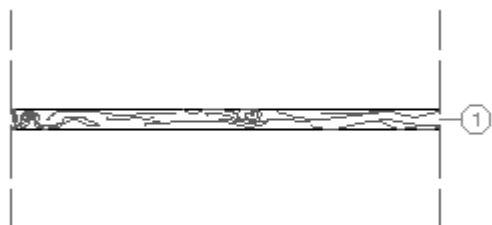
2 Travetti

6 cm

3 Paglia

30 cm

Copertura



1 Tavolato in legno

5 cm

Solaio inferiore



DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m ² °C)	Superficie (m ²)
Parete portante	2,7	129
Copertura	0,2	100
Solaio inferiore	1,7	99
Area vetrata	3,5	7

Rendimento ipotetico del sistema di riscaldamento	0.7	
Massa termica	160	Wh/m ² K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m ²
Gradi giorno	3302	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO

ELEMENTO	Perdite (kWh/m ² anno)	% sul totale
Pareti	181	45,7
Copertura	10	2,5
Solaio inferiore	86	21,7
Serramenti	22	5,6
Ventilazione	97	24,5
TOTALE	396	100

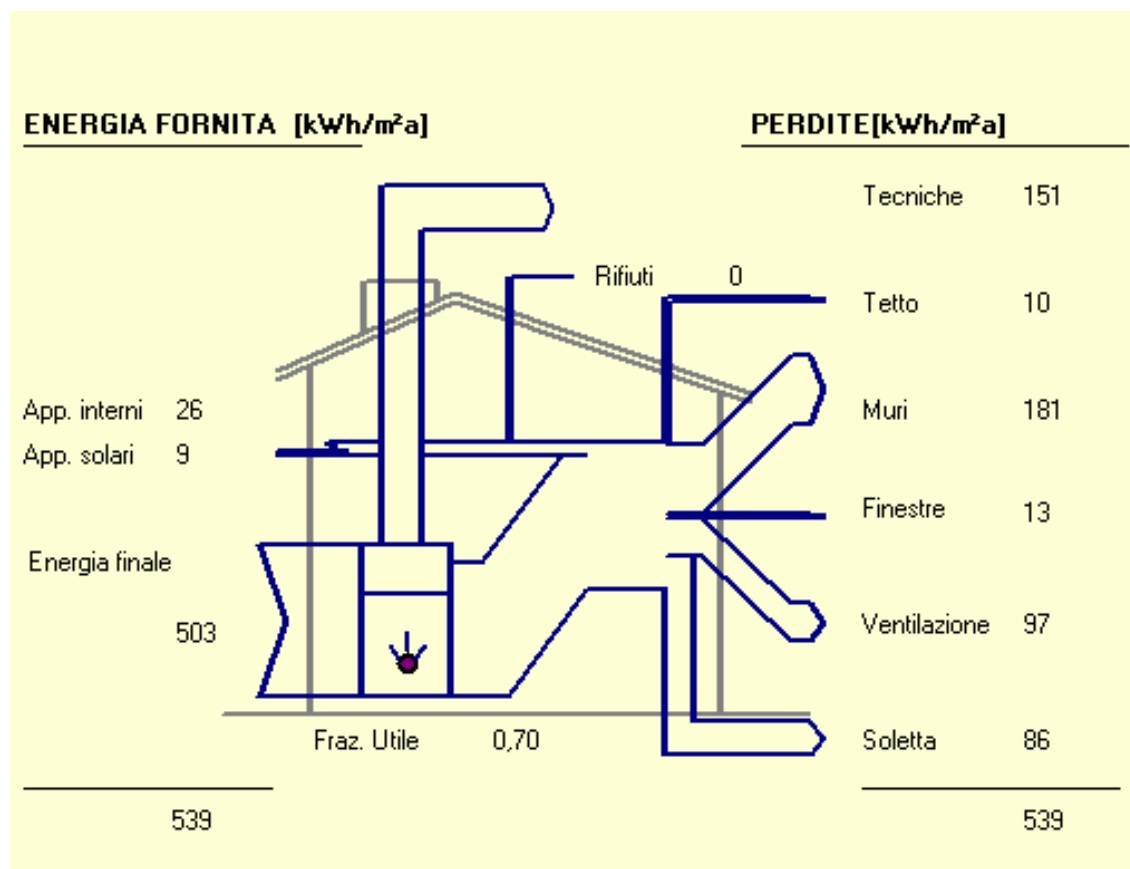


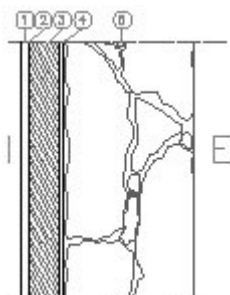
Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto

B 07

Fabbisogno energia primaria	503	kWh/m ² anno
Apporti solari	9	kWh/m ² anno
Apporti interni	26	kWh/m ² anno

BILANCIO ENERGETICO





Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno intonacati

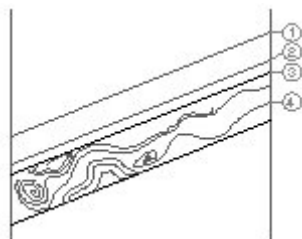
1	Cartongesso	2	cm
2	Barriera al vapore in polietilene	0,15	cm
3	Pannello in fibra di legno	12	cm
4	Intonaco	2	cm
5	Pietra	60	cm

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	76,15 cm
Trasmittanza	0,32 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	21 kWh/m ²

Serramenti

Descrizione	Sostituzione serramenti esistenti. Impiego di finestre con telaio in legno e vetrocamera (4-12-4)
Trasmittanza	2,2 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	8 kWh/m ²

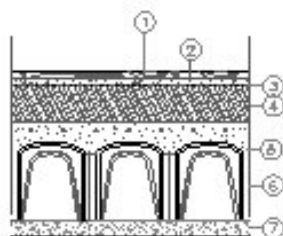


Isolamento della falda con barriera al vapore:

1	Paglia	30	cm
2	Aria non ventilata	4	cm
3	Barriera al vapore in polietilene	1	cm
4	Tavolato in legno	3	cm

Copertura

Descrizione	Isolamento del solaio con barriera al vapore in fogli di polietilene e posati su un tavolato in legno.
Spessore	38 cm
Trasmittanza	0,18 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	9 kWh/m ²



Isolamento del solaio con pannelli in fibra di legno:

1	Pavimento in legno	2 cm
2	Sottofondo di cemento magro	3 cm
3	Impermeabilizzante con PVC	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 ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	16 kWh/m ²



Valutazione prestazione energetica dell'edificio post retrofit **D 07**

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m ² °C)		Superficie (m ²)
	Ipotesi B1 isolante in fibra di legno	Ipotesi B2 isolante in fibra di cellulosa	
Parete portante	0,32	0,32	129
Copertura	0,18	0,18	100
Solaio inferiore	0,32	0,32	99
Area vetrata	2,2	2,2	7

Rendimento del sistema di riscaldamento	0.75	
Massa termica	160	Wh/m ² K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m ²
Gradi giorno	3302	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1/B2

ELEMENTO	Perdite (kWh/m ² anno)	% sul totale
Pareti	21	18,8
Copertura	9	8,0
Solaio inferiore	16	14,3
Serramenti	8	7,1
Ventilazione	58	51,8
TOTALE	112	100



AlpCity Local endogenous development
and urban regeneration of small alpine towns



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto

D

07

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**

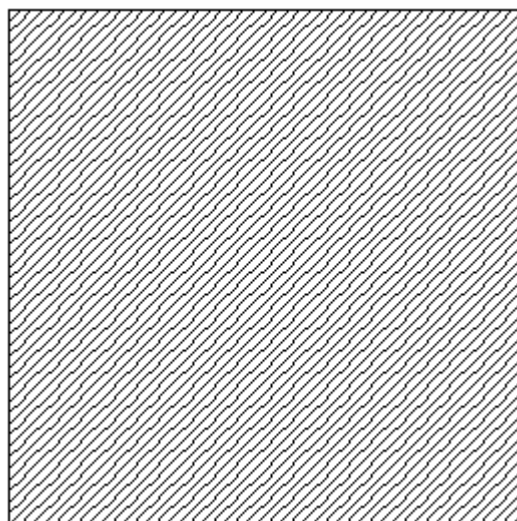
Codice struttura:

M1

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Muratura in pietra naturale	700	3,500	5,000	3000	1,333	1,333	0,200
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**700**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**2,703**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,370**

Interno



Esterno

1

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1084	-3,2	394
Estiva (luglio)	18,0	1473	17,6	1366

 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 2,58 E-02 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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

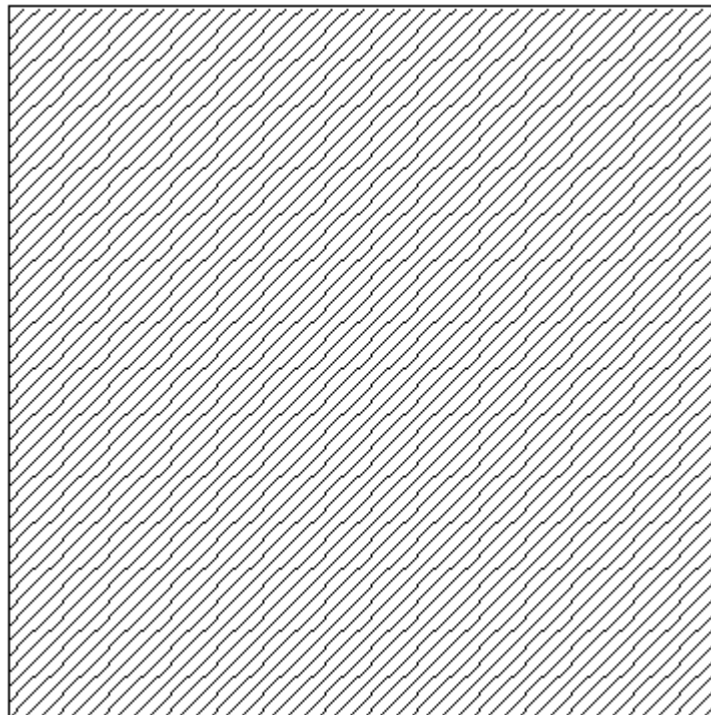
3,2
 0,130
 0,040
 100% / 100%

1,6
 0,130
 0,068
 50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
1	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	700	3,500	0,200	3,500	0,200
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale	700	mm	R	m²K/W	0,370	0,398
Massa areica	2100	kg/m²	U	W/m²K	2,703	2,510

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: -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: 1,905 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,759 \leq f_{Rsi} 0,490$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

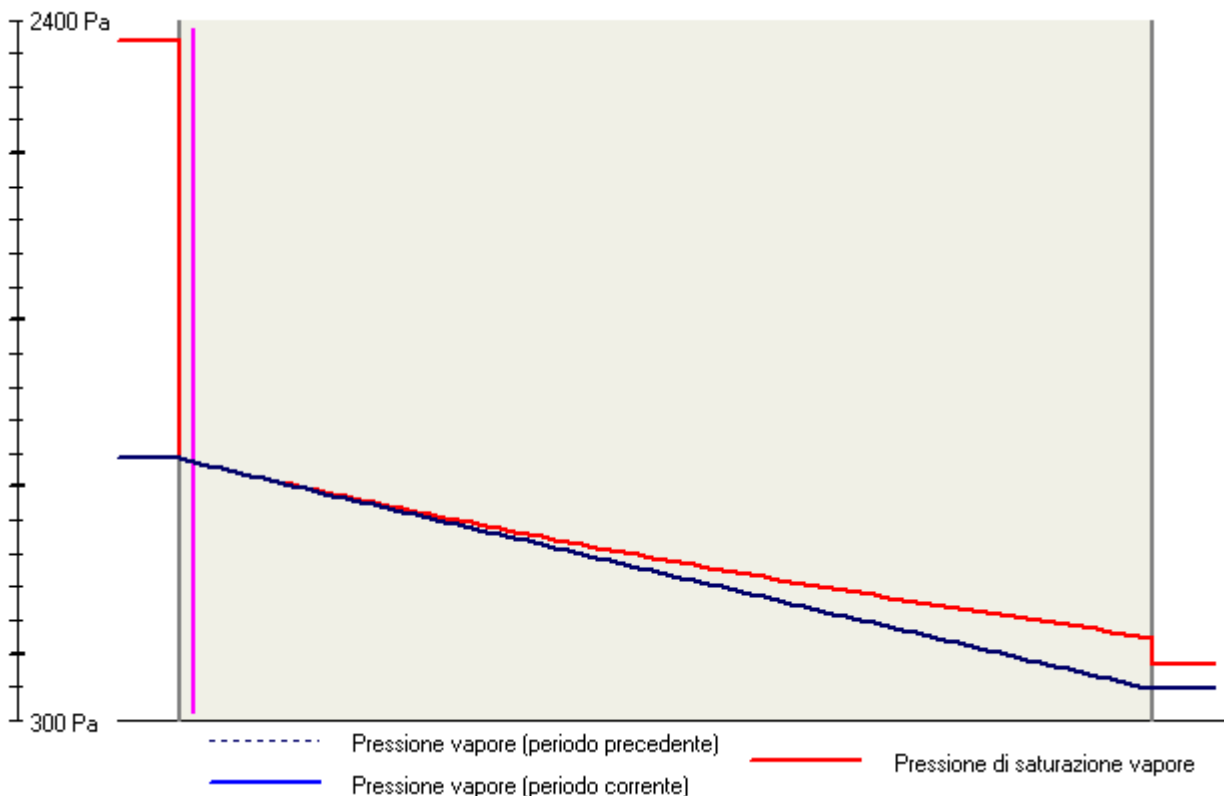
Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata: Gennaio

Quantità di condensa ammissibile: 100 g/m²Q.tà massima di condensa durante l'anno: 2,58 E-02 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è: Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

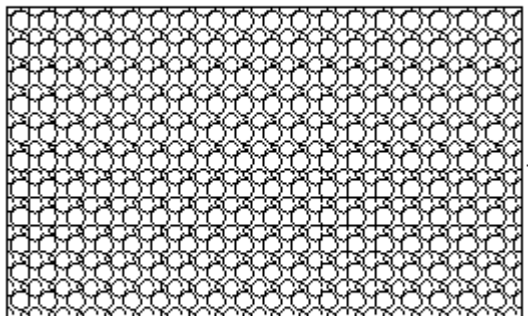
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **CESTER_A**

Codice struttura:

S1

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Paglia	300	0,060	0,200	18	200,000	66,667	5,000
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**300**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,193**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**5,170****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1285	-3,2	394
Estiva (luglio)	18,0	1473	17,6	1366

 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 81 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a ____ g/m²

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 800 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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_A**

Codice struttura:

S1

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA**CCR**

3,2

1,6

0,100

0,100

0,040

0,068

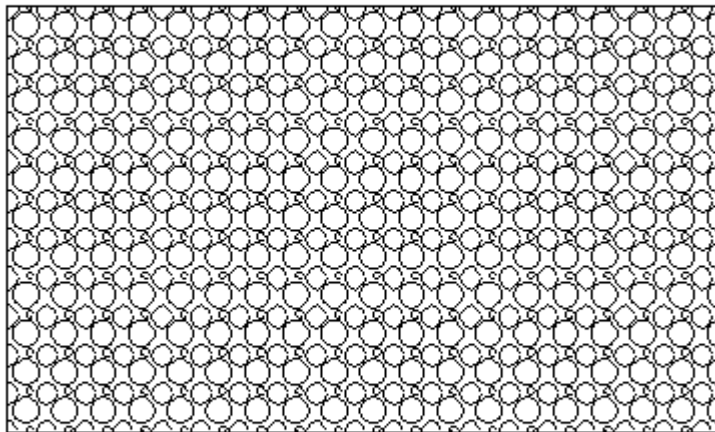
100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Paglia	18	1	45%	300	0,060	5,000	0,051	5,918
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **300** mm
 Massa areica **5** kg/m²

R m²K/W
 U W/m²K

5,140**6,087****0,195****0,164**

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO

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

Tipo di struttura: CESTER_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/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: $666,66710^{-12}$ kg/sm² Pa

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

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,759 \leq f_{Rsi} 0,953$

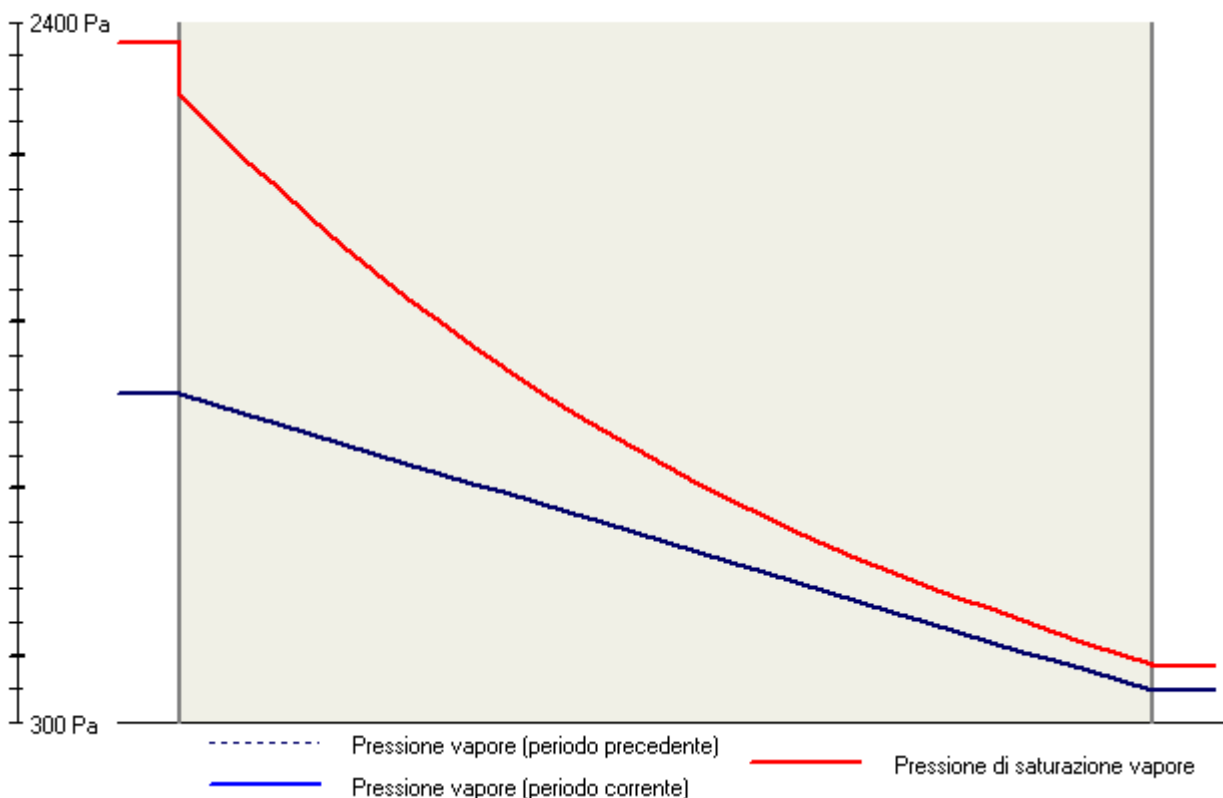
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

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_A**

Codice struttura:

P6

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Legno di abete flusso parall. alle fibre	50	0,180	3,600	450	4,651	6,250	0,278
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/m²K)**2,233**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,448****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1283	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 3 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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_A**

Codice struttura:

P6

Calcolo per

Vento
Resistenza superficiale interna
Resistenza superficiale esterna
Maggiorazione isolante / non isolante

m/s
m²K/W
m²K/W
%

POTENZA

CCR

2,8
0,170
0,040
100% / 100%

1,4
0,170
0,072
50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	43	80%	50	0,180	0,278	0,140	0,357
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **50** mm
Massa areica **23** kg/m²

R m²K/W
U W/m²K

0,488
2,050

0,599
1,670



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:

P6

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: 93,023 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,560$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Gennaio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

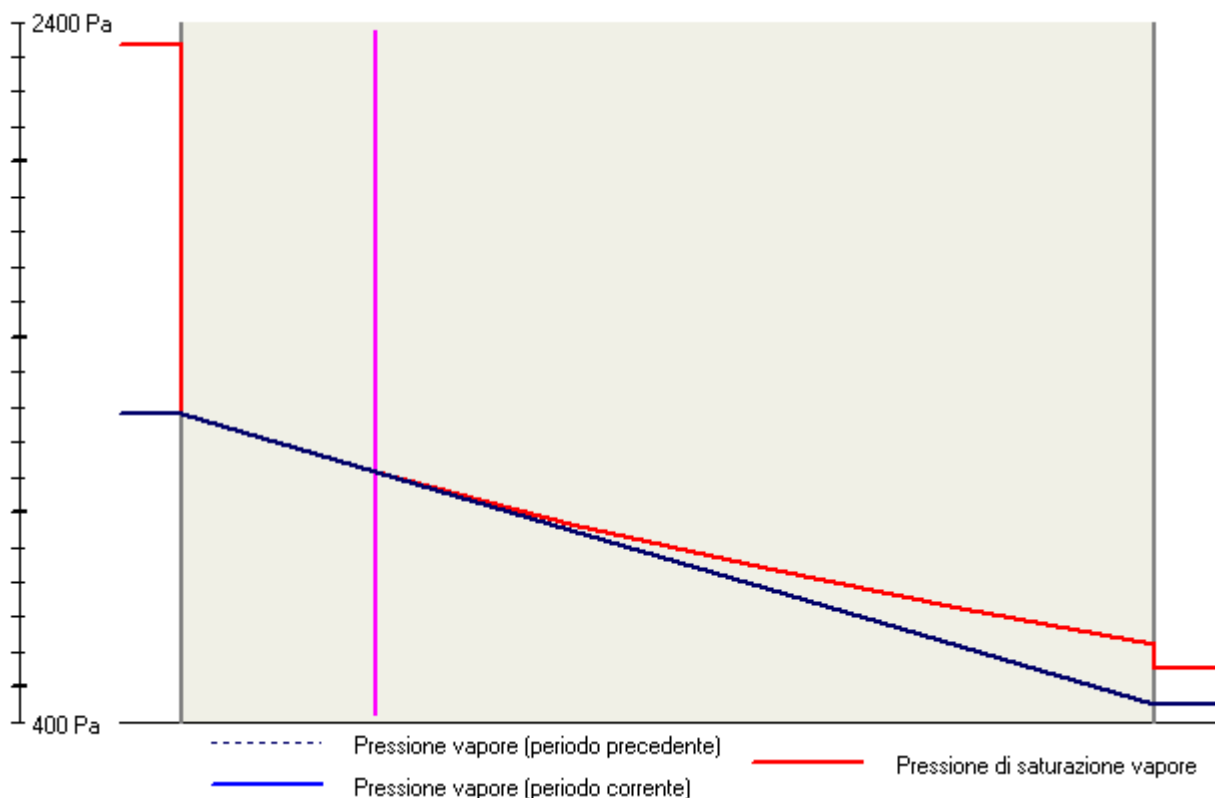
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

3 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

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_B1**

Codice struttura:

M2

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

3,2

0,130

0,040

100% / 100%

CCR

1,6

0,130

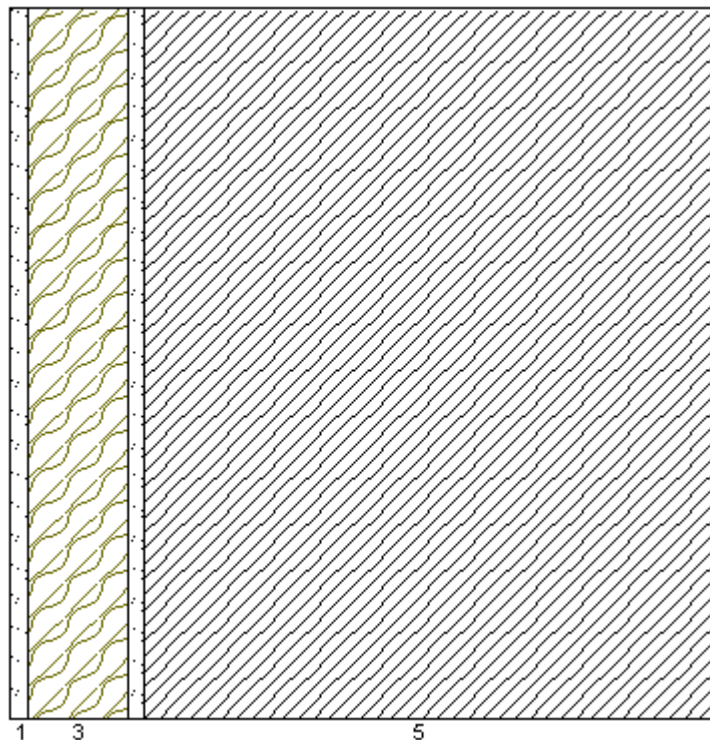
0,068

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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%	700	3,500	0,200	3,500	0,200
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **861,5** mmR m²K/W**3,150****3,420**Massa areica **2177** kg/m²U W/m²K**0,318****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_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/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: 1,105 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,759 \leq f_{Rsi} 0,924$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

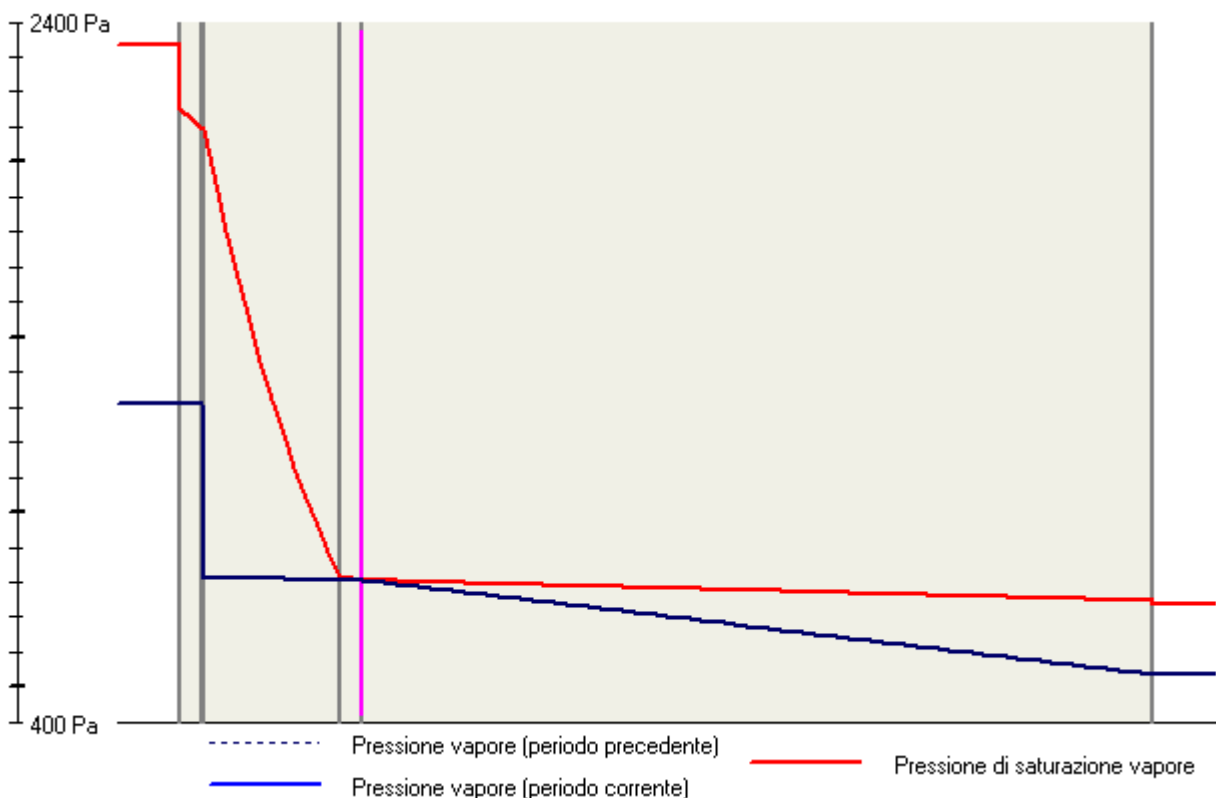
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

19 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'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 m²K/W
 Resistenza superficiale esterna m²K/W
 Maggiorazione isolante / non isolante %

POTENZA

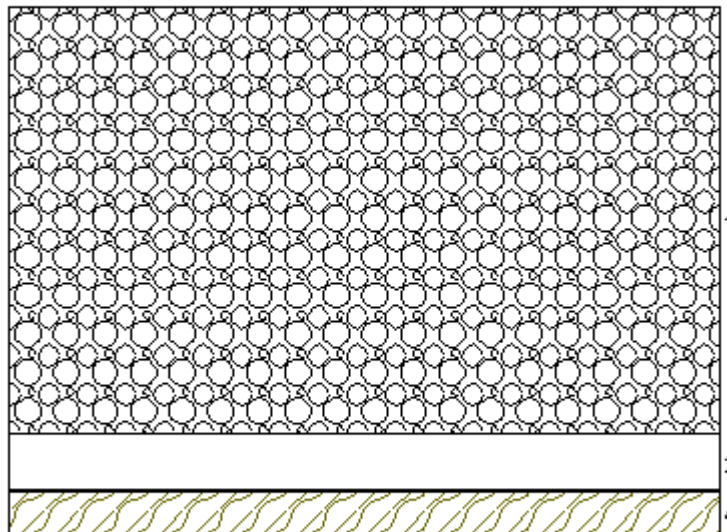
CCR

3,2
 0,100
 0,040
 100% / 100%

1,6
 0,100
 0,068
 50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Paglia	18	1	45%	300	0,060	5,000	0,051	5,918
2	Aria non ventilata (fl.orizz.)	0	0,250	0%	40	0,000	0,180	0,000	0,180
3	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1	0,350	0,003	0,350	0,003
4	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	30	0,120	0,250	0,110	0,273
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale	371	mm	R	m²K/W	5,573	6,542
Massa areica	20	kg/m²	U	W/m²K	0,179	0,153



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: -11,0 °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: 2,874 10⁻¹² kg/sm² Pa

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

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,759 \leq f_{Rsi} 0,956$

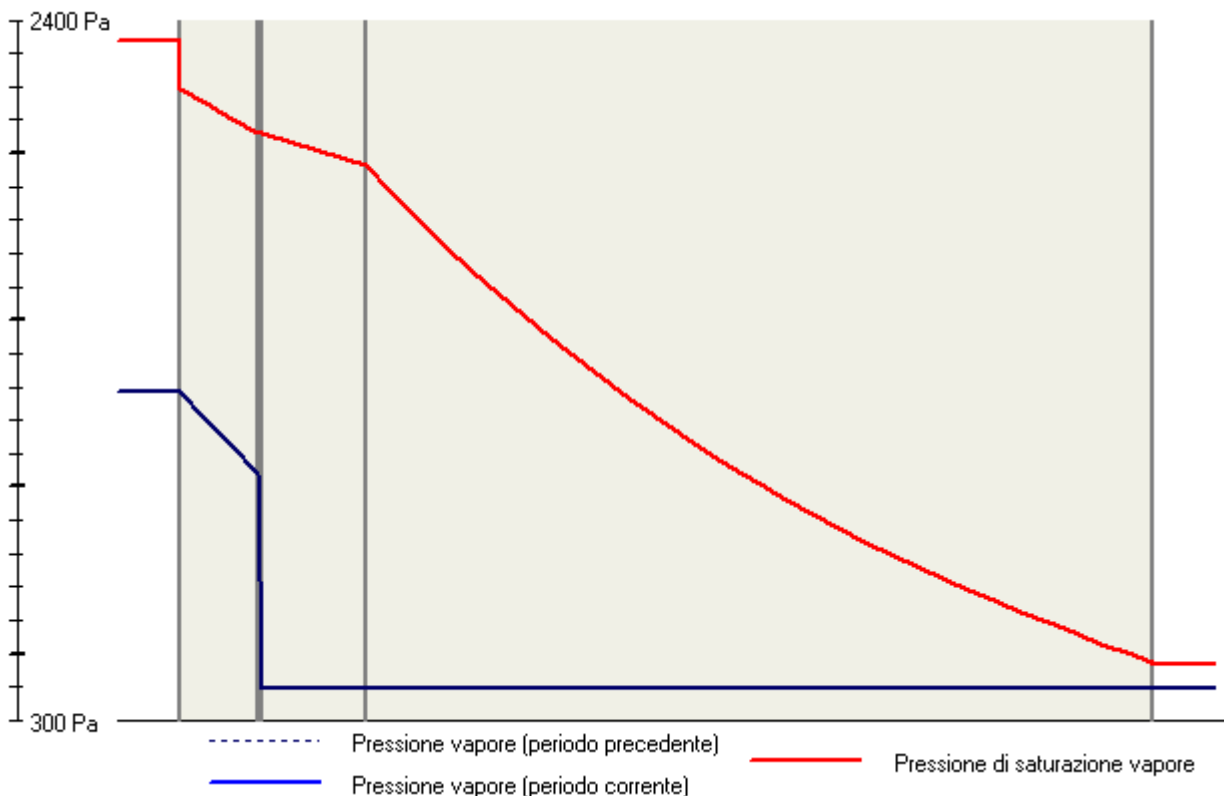
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

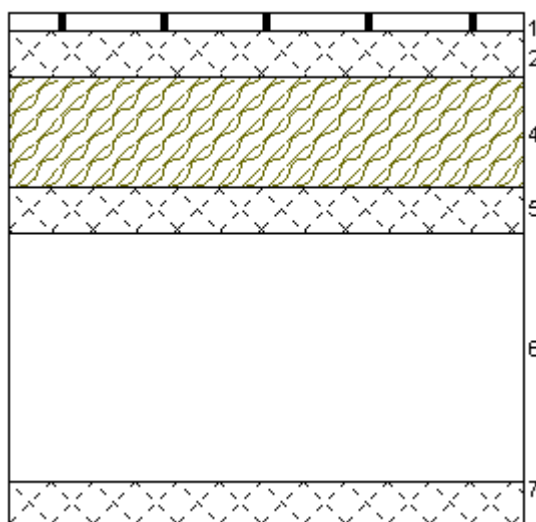
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ST_B1**

Codice struttura:

P7

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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/m²K)**0,313**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,196****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1345	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 38 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a ____ g/m²

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 718 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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:

P7

Calcolo per

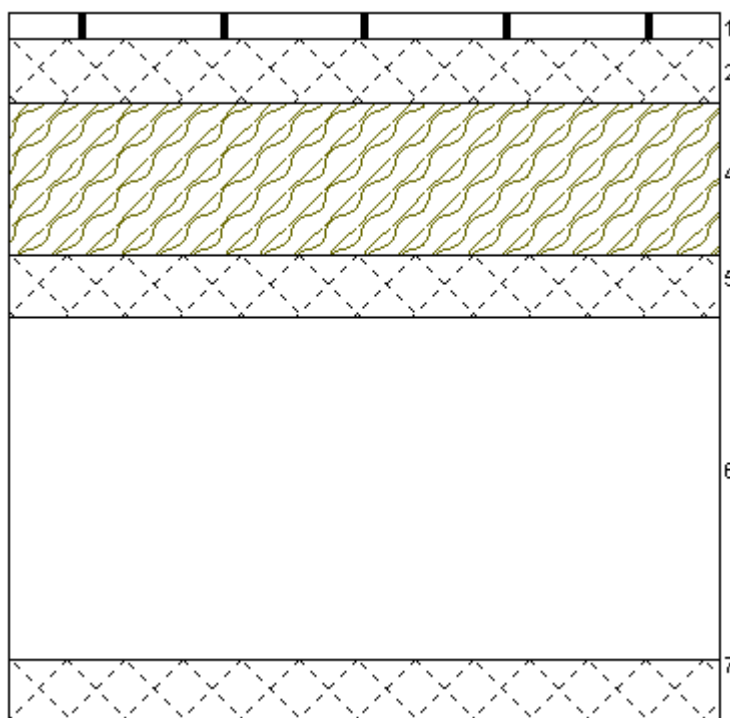
Vento m/s
 Resistenza superficiale interna m²K/W
 Resistenza superficiale esterna m²K/W
 Maggiorazione isolante / non isolante %

POTENZA**CCR**

2,8
 0,170
 0,040
 100% / 100%

1,4
 0,170
 0,068
 50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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	0,082
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **560,4** mmR m²K/W**3,236****3,547**Massa areica **318** kg/m²U W/m²K**0,309****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:

P7

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: 7,605 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,925$

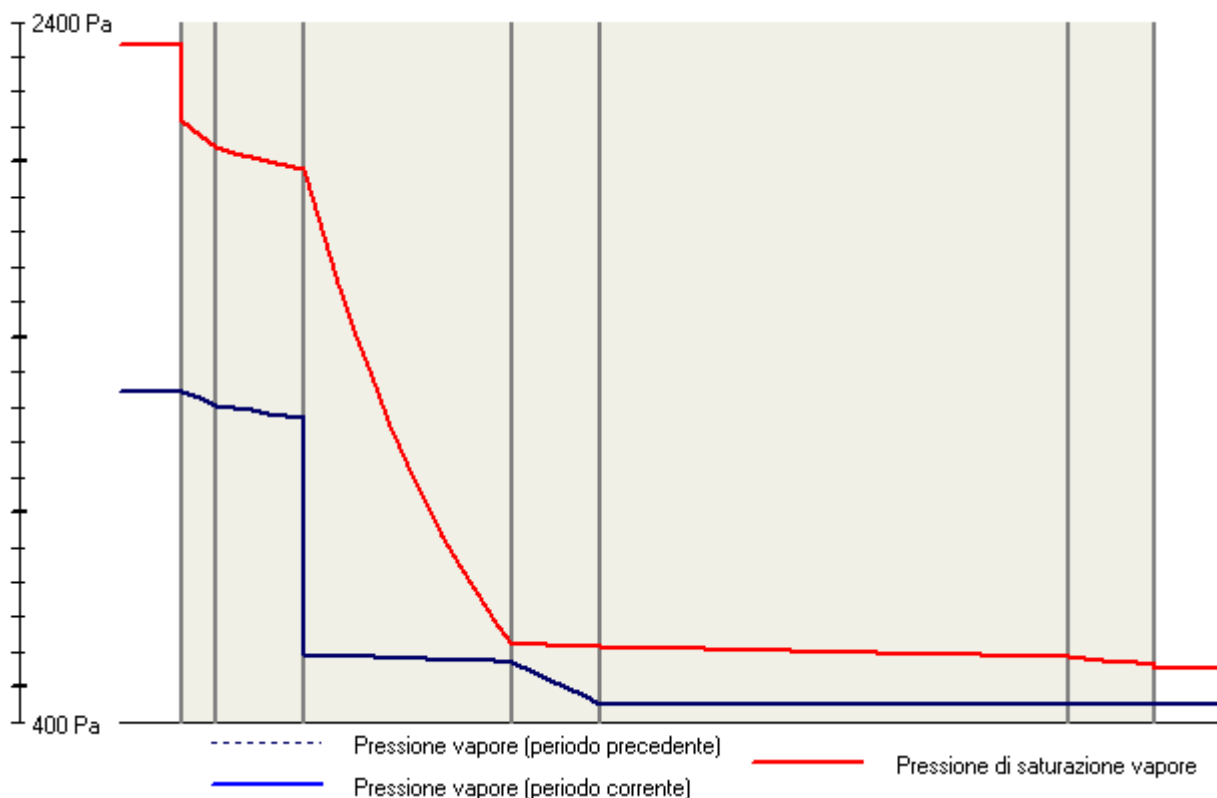
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

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 ²	25,72 €/m ²
Intonaco interno	16,90 €/m ²	16,90 €/m ²
Guaine	3,80 €/m ²	3,80 €/m ²
Cartongesso, montanti in legno	37,79 €/m ²	37,79 €/m ²
Costo intervento	102,25 €/m²	84,21 €/m²
Costo complessivo	13.190,25 €	10.863,09 €

Elemento	SOLAIO INFERIORE	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	
Calcestruzzo, rete elettrosaldata	38,84 €/m ²	
Isolante termico e guaine	43,07 €/m ²	
Pavimento in legno	47,90 €/m ²	
Costo intervento	129,81 €/m²	
Costo complessivo	12.851,19 €	

Elemento	COPERTURA	
	Materiali utilizzati	
Tavolato, listelli	33,48 €/m ²	
Guaina	3,08 €/m ²	
Costo intervento	36,56 €/m²	
Costo complessivo	3.656,00 €	

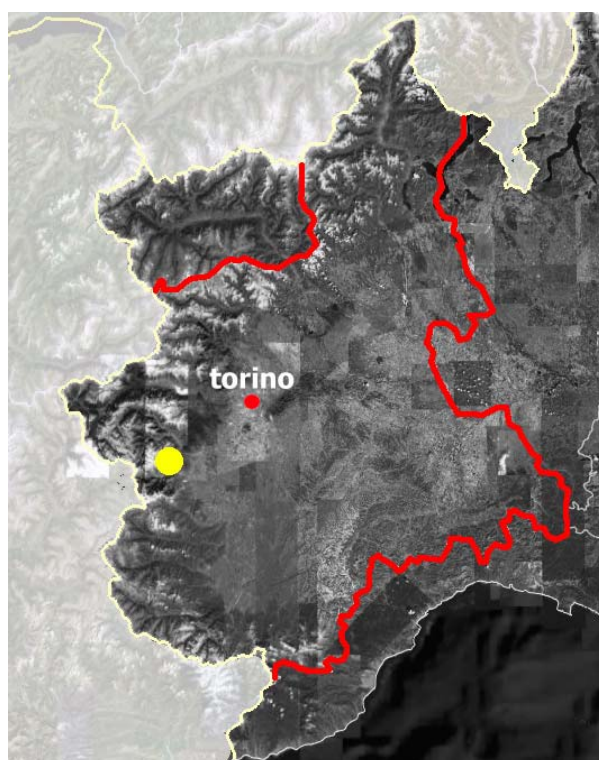


Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO
Materiali utilizzati	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4
Serramento in larice	227,00 €/m ²
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m ²
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m ²
Costo intervento	329,90 €/m ²
Costo complessivo	2.309,30 €

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	
B1 – Isolante in fibra di legno	
Costo totale intervento retrofit energetico	32.006,74 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	9,6
B2 – Isolante in fibra di cellulosa	
Costo totale intervento retrofit energetico	29.679,58 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	10,8



Denominazione	Edificio "F"
Indirizzo	Località Pra del Torno
Città	Rorà
Comunità montana	Val Pellice
Data di costruzione	1900 circa
Tipologia edificio	Borgata per cavatori di pietra
Superficie utile	216 mq



Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Area non urbanizzata
Qualità del trasporto pubblico	Assente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile	Collegamento ad una sorgente e debatterizzatore per l'utilizzo per uso domestico
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'energia elettrica	Assente
Usò principale del sito e area circostante	Area di estrazione della pietra di Luserna



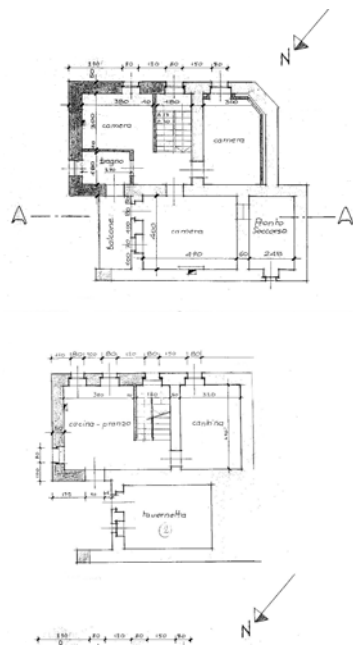
Prospetto principale



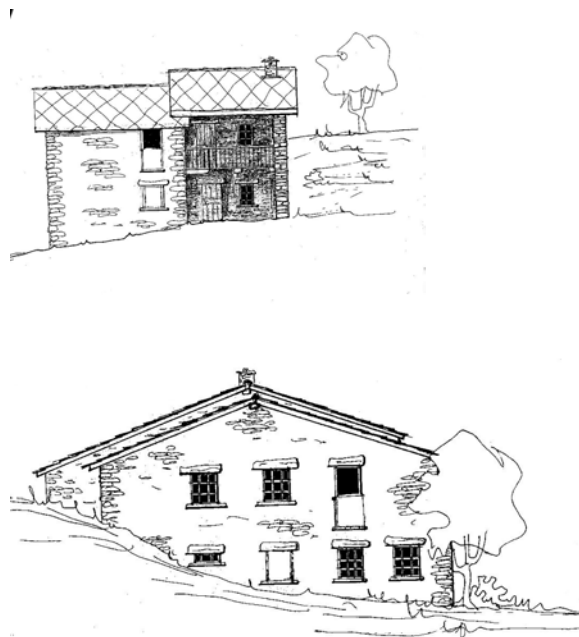
Prospetto principale



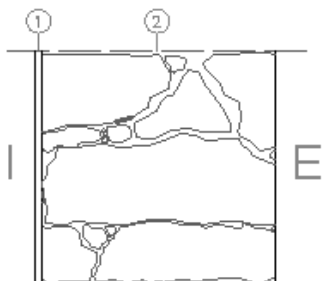
Prospetto sul retro



Pianta piano terra e piano primo



Prospetti nord-est e sud-est



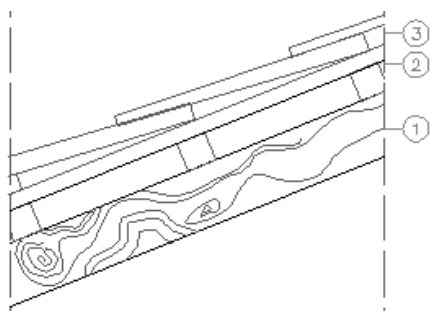
Parete portante



1 Intonaco	4 cm
2 Pietra di luserna	50 cm

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

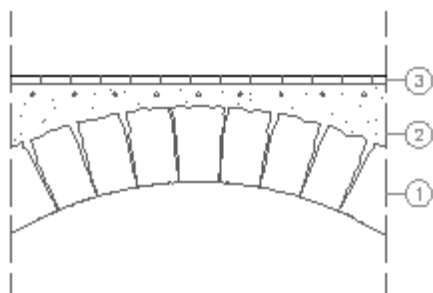
Serramenti



Copertura



1 Travi in legno	18 cm
2 Travetti	6 cm
3 Tavolato	5 cm
4 Lose	5 cm



Solaio inferiore

1	Volta in pietra	20 cm
2	Getto in cls con rete elettrosaldata	6 cm
3	Pavimento in legno	2 cm



DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m ² °C)	Superficie (m ²)
Parete portante	2,6	160
Copertura	2,5	130
Solaio inferiore	1,8	35
Area vetrata	3,5	7,1

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	3128	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO

ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	155	38,8
Copertura	120	30
Solaio inferiore	22	5,5
Serramenti	27	6,7
Ventilazione	76	19
TOTALE	400	100



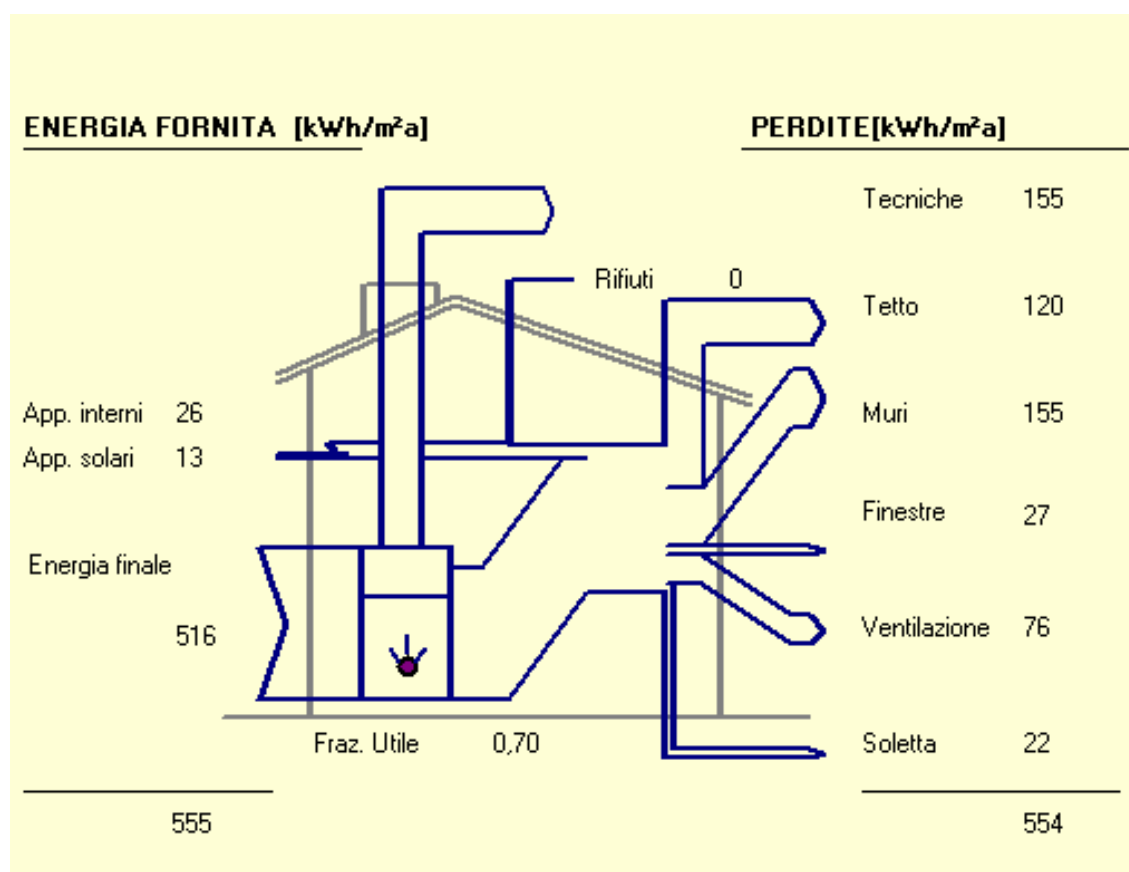
Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto

B

08

Fabbisogno energia primaria	516	kWh/m ² anno
Apporti solari	13	kWh/m ² anno
Apporti interni	26	kWh/m ² anno

BILANCIO ENERGETICO





Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno intonacati

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

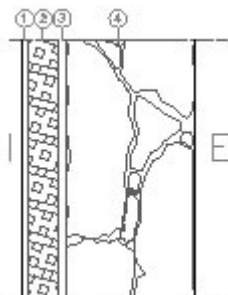
68 cm

Trasmittanza

0,33 W/m² °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento

19 kWh/m²



Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa

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

68 cm

Trasmittanza

0,32 W/m² °C

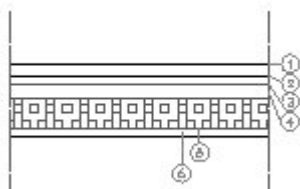
Calore disperso nella stagione di riscaldamento

19 kWh/m²



Serramenti

Descrizione	Sostituzione serramenti esistenti. Impiego di finestre con telaio in legno e vetrocamera (4-12-4)
Trasmittanza	2,2 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	10 kWh/m ²

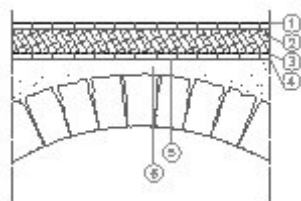


Isolamento della falda con pannelli in fibra di cellulosa

1	Rivestimento in pietra di luserna	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	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	28,04 cm
Trasmittanza	0,31 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	15 kWh/m ²

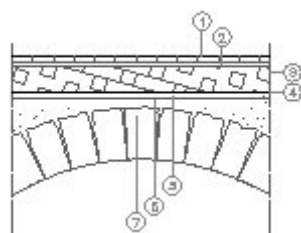


Isolamento del solaio con pannelli in fibra di legno

1	Pavimento in legno	1,8 cm
2	Pannello in fibra di legno	10 cm
3	Carta kraft	0,05 cm
4	Tavolato in legno	2 cm
5	Sottofondo di cemento magro	10 Cm
6	Volta in pietra	40 cm

Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di legno posati su tavolato.
Spessore	63,85 cm
Trasmittanza	0,33 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	4 kWh/m ²



Isolamento del solaio con pannelli in fibra di cellulosa

1	Pavimento in legno	1 cm
2	Tavolato in legno	2 cm
3	Pannello in fibra di cellulosa	10 cm
4	Carta kraft	0,08 cm
5	Struttura in legno	2 Cm
6	Sottofondo di cemento magro	10 cm
7	Volta in pietra	40 cm

Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato.
Spessore	65,1 cm
Trasmittanza	0,32 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	4 kWh/m ²



Valutazione prestazione energetica dell'edificio post retrofit **D 08**

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m ² °C)		Superficie (m ²)
	Ipotesi B1 isolante in fibra di legno	Ipotesi B2 isolante in fibra di cellulosa	
Parete portante	0,33	0,32	160
Copertura	0,31	0,31	130
Solaio inferiore	0,33	0,32	35
Area vetrata	2,2	2,2	7,1

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	3128	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1

ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	19	20,2
Copertura	15	16
Solaio inferiore	4	4,3
Serramenti	10	10,6
Ventilazione	46	48,9
TOTALE	94	100



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**

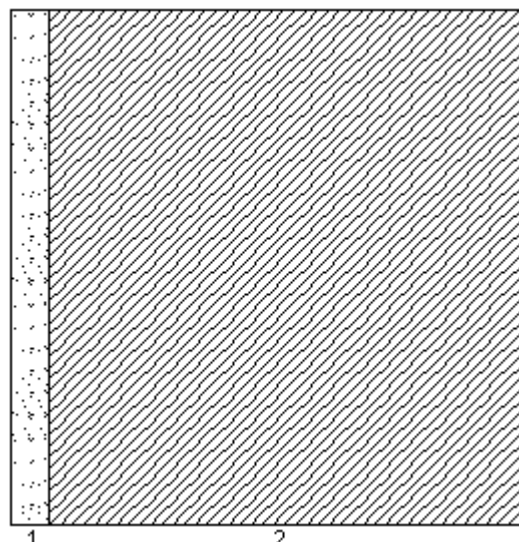
Codice struttura:

M1

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	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)**540**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**2,586**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,387**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1190	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 709 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

CCR

1,4

0,130

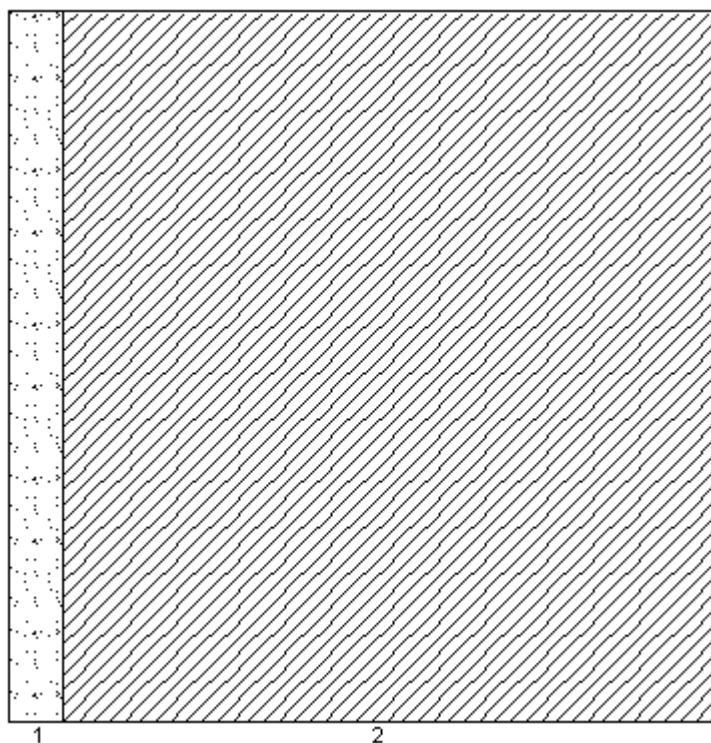
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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	3000	150	0%	500	3,000	0,167	3,000	0,167
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **540** mmR m²K/W**0,387****0,418**Massa areica **1564** kg/m²U W/m²K**2,586****2,391**

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: -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: 2,653 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,507$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

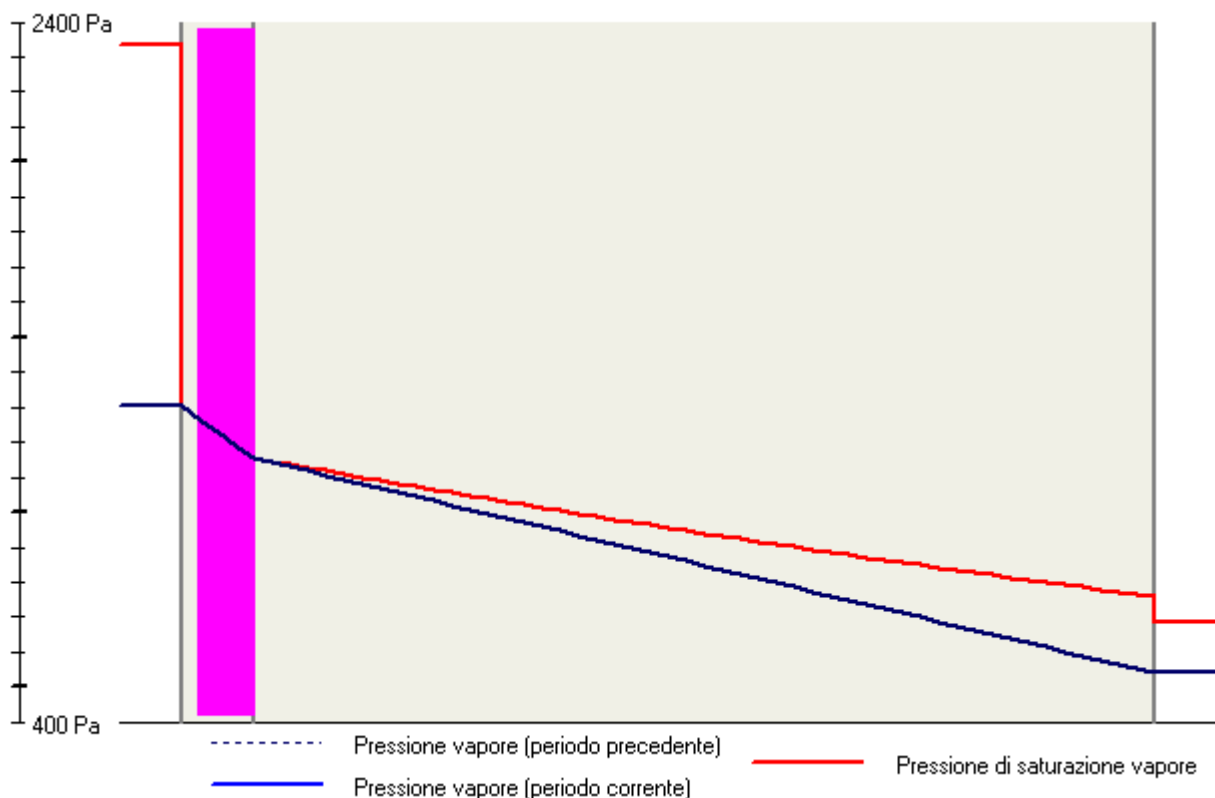
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

709 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio

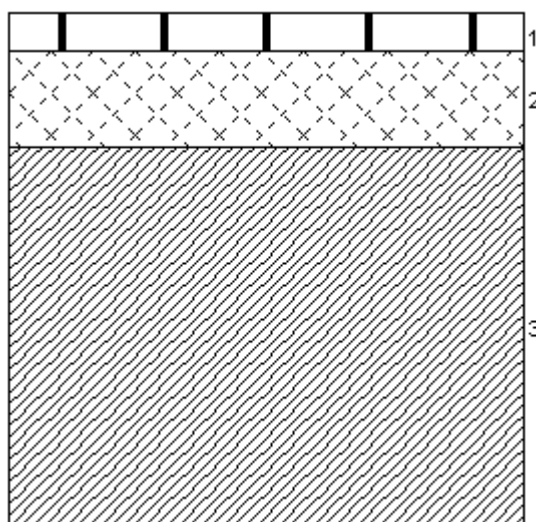


CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIOTipo di struttura: **SINn_A**

Codice struttura:

P1

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	40	1,000	25,000	2300	1,000	1,000	0,040
2	Sottofondo di cemento magro	100	0,700	7,000	1600	10,000	10,000	0,143
3	Gneiss	400	3,000	7,500	2700	0,020	0,020	0,133
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**540**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**1,736**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,576**

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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:

P1

Calcolo per

Resistenza superficiale interna
Resistenza superficiale esterna
Maggiorazione isolante / non isolante

m²K/W
m²K/W
%

POTENZA

0,170
0,170
100% / 100%

CCR

0,170
0,170
50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	2300	200	0%	40	1,000	0,040	1,000	0,040
2	Sottofondo di cemento magro	1600	20	20%	100	0,700	0,143	0,583	0,171
3	Gneiss	2700	10000	0%	400	3,000	0,133	3,000	0,133
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 540 mm

R m²K/W

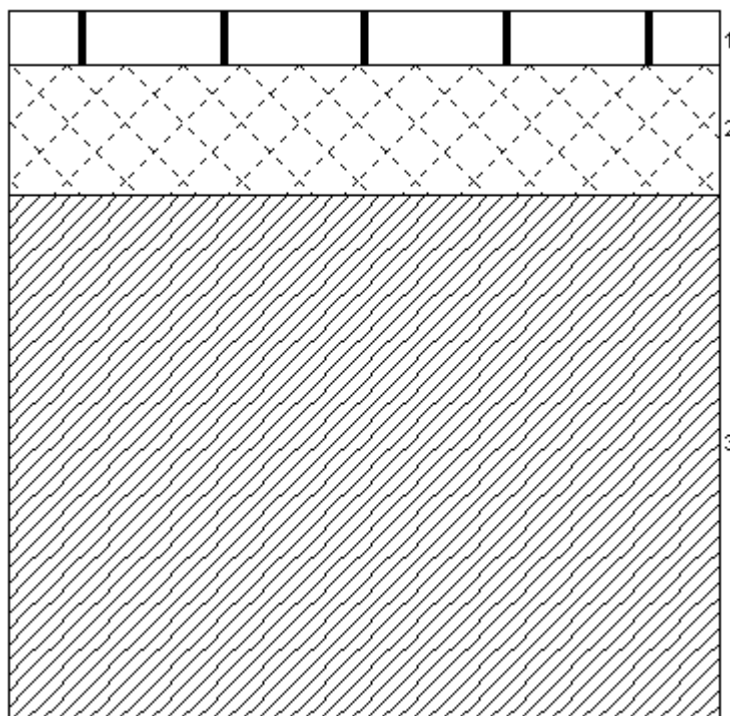
0,656

0,685

Massa areica 1332 kg/m²U W/m²K

1,524

1,460



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

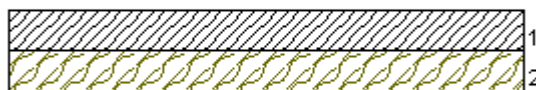
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **CESTER**

Codice struttura:

S2

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Pietra di Luserna	40	3,000	75,000	2700	0,020	0,020	0,013
2	Legno di abete flusso parall. alle fibre	40	0,180	4,500	450	4,651	6,250	0,222
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**80**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**2,466**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,406****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1220	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 753 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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**

Codice struttura:

S2

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

2,8

0,100

0,040

100% / 100%

CCR

1,4

0,100

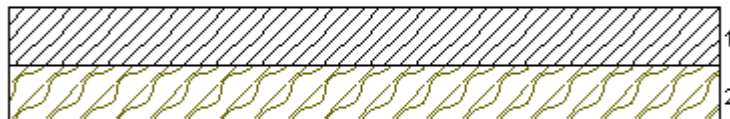
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Pietra di Luserna	2700	10000	0%	40	3,000	0,013	3,000	0,013
2	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	43	80%	40	0,180	0,222	0,140	0,286
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **80** mm
 Massa areica **126** kg/m²

R m²K/W
 U W/m²K

0,376**0,471****2,663****2,125**

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO

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

Tipo di struttura: CESTER

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 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: 0,498 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,524$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

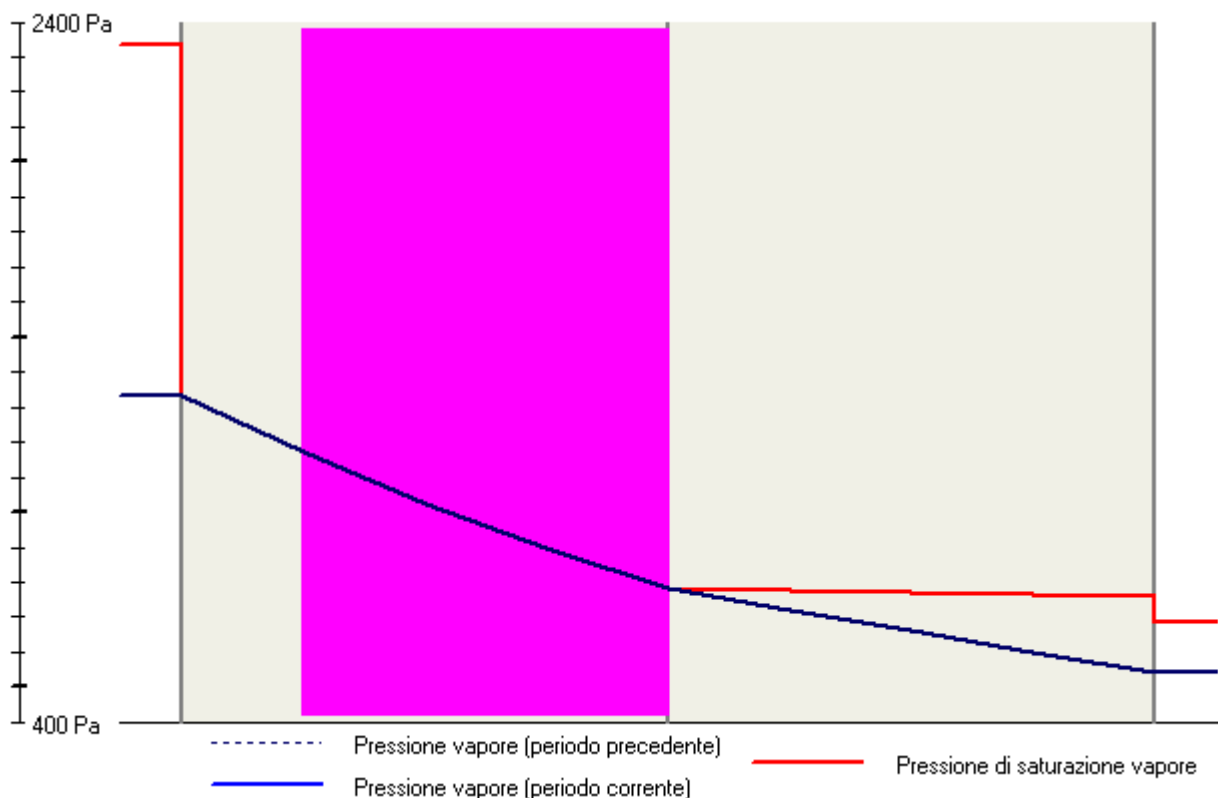
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

753 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio





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**

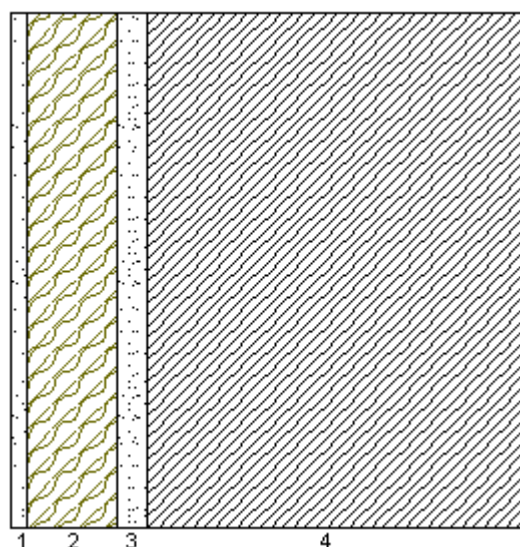
Codice struttura:

M3

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	40	0,700	17,500	1400	20,000	33,333	0,057
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)**680**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,324**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,089**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1345	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 1686 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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:

M3

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

CCR

1,4

0,130

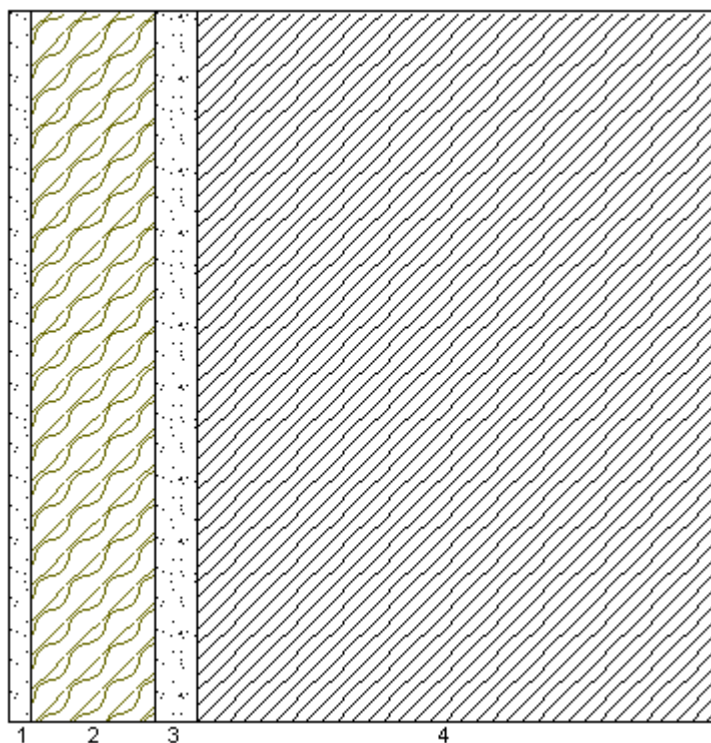
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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%	40	0,700	0,057	0,700	0,057
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 **680** mmR m²K/W**3,089****3,363**Massa areica **1614** kg/m²U W/m²K**0,324****0,297**

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:

M3

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: 2,625 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,922$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

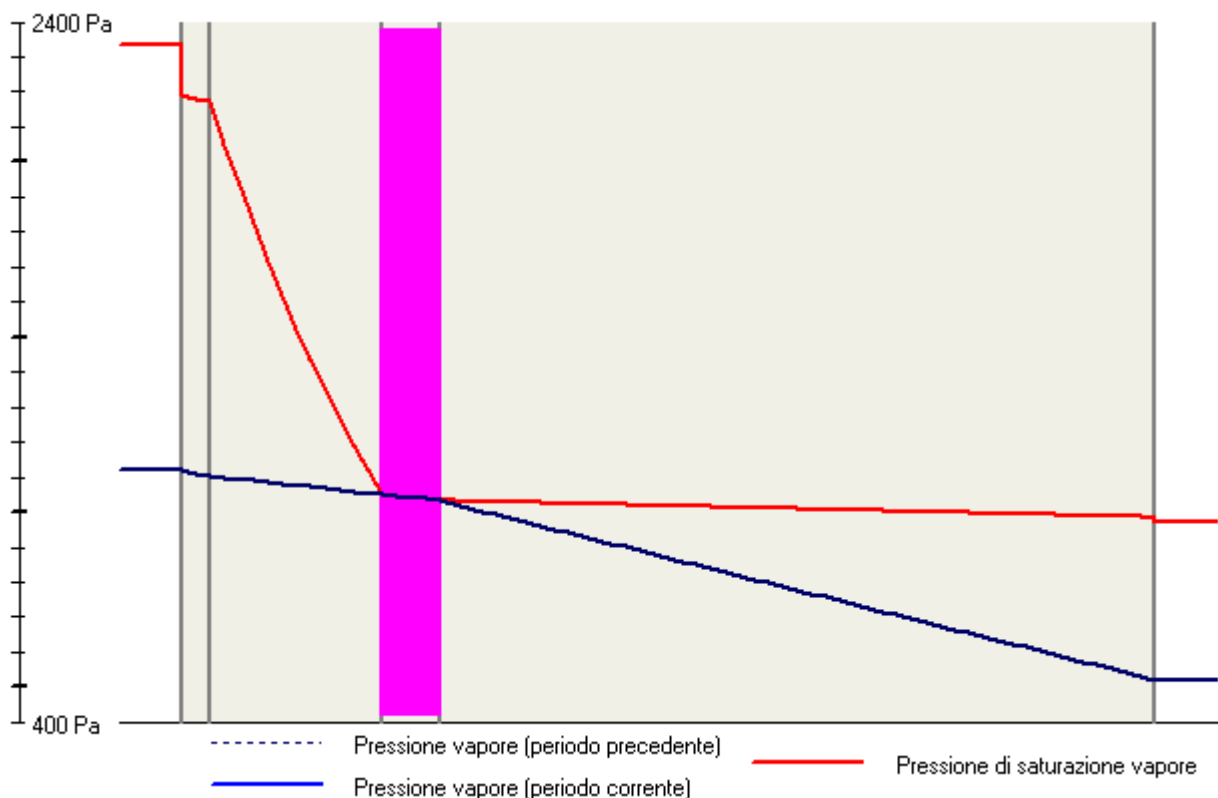
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

1686 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_B2**

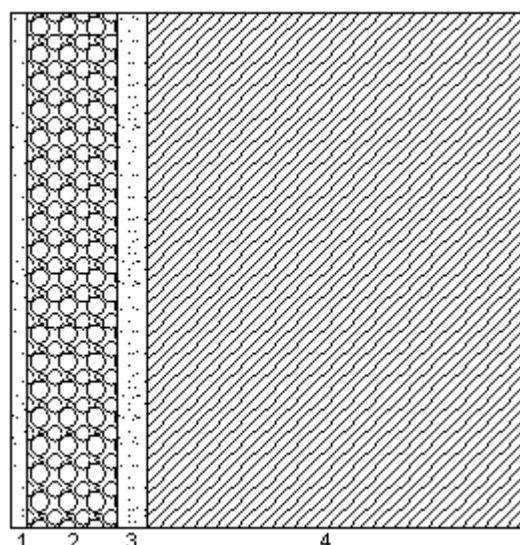
Codice struttura:

M5

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	40	0,700	17,500	1400	20,000	33,333	0,057
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)**680**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,318**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,140**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1345	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 2420 g/m²

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 715 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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:

M5

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

CCR

1,4

0,130

0,072

50% / 0%

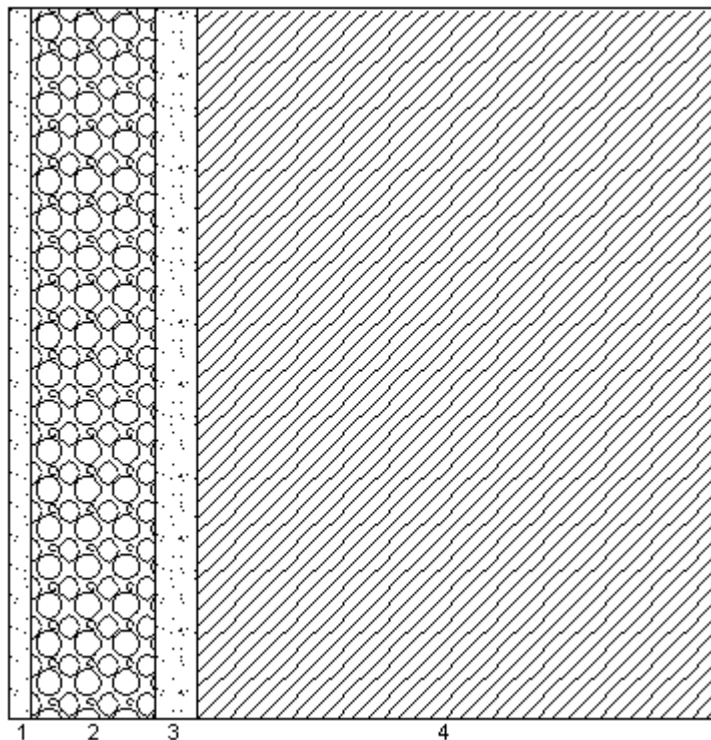
N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
3	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	40	0,700	0,057	0,700	0,057
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 **680**

mm

R m²K/W**3,140****3,662**Massa areica **1584**kg/m²U W/m²K**0,318****0,273**

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:

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/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: 2,633 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,923$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

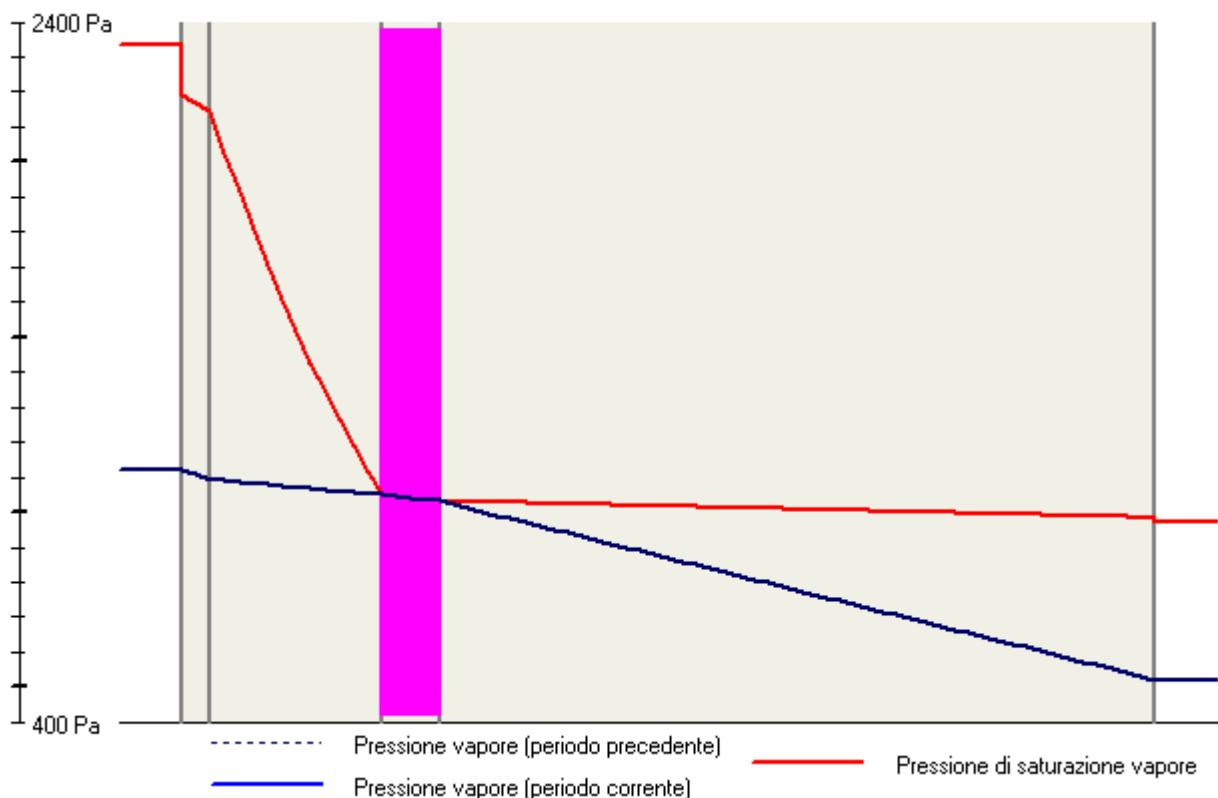
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

2420 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Marzo

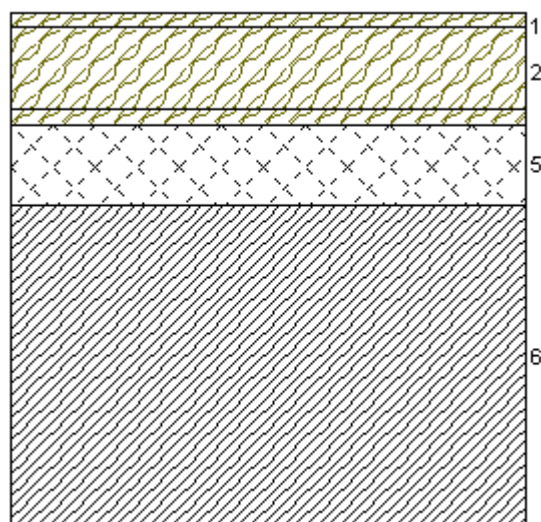


CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIOTipo di struttura: **SINn_B1**

Codice struttura:

P3

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	18	0,120	6,667	450	0,311	0,935	0,150
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	100	0,045	0,450	250	40,000	15,385	2,222
3	Carta kraft	0,5	0,170	340	590	0,089	0,089	0,003
4	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
5	Sottofondo di cemento magro	100	0,700	7,000	1600	10,000	10,000	0,143
6	Gneiss	400	3,000	7,500	2700	0,020	0,020	0,133
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**638,5**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,325**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,078**

Simbologia:

s spessore dello strato
C conduttanza
 λ conduttività
 ρ massa volumica

δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%
 δu 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:

P3

Calcolo per

POTENZA**CCR**

Resistenza superficiale interna

m²K/W

0,170

0,170

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

0,170

0,170

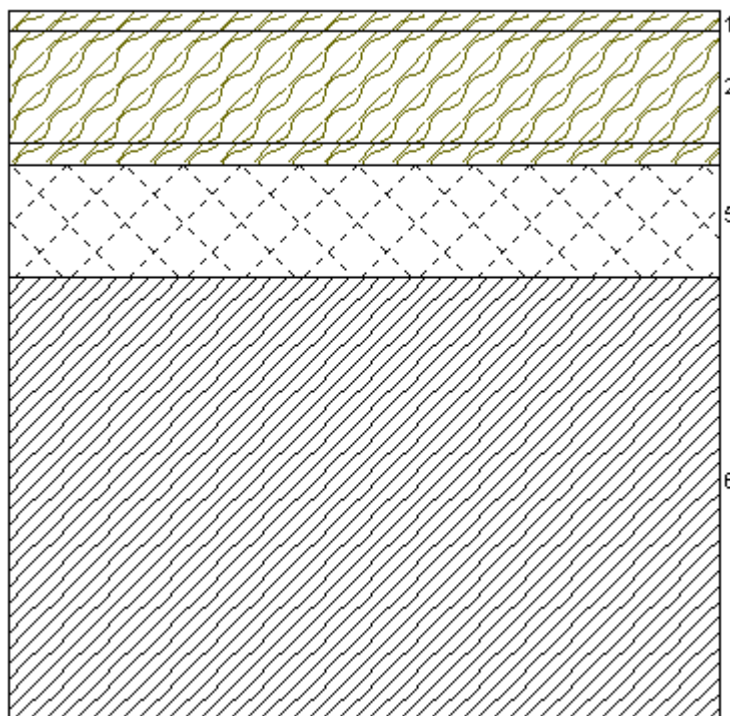
Maggiorazione isolante / non isolante

%

100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	18	0,120	0,150	0,110	0,164
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	100	0,045	2,222	0,041	2,424
3	Carta kraft	590	2250	0%	0,5	0,170	0,003	0,170	0,003
4	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
5	Sottofondo di cemento magro	1600	20	20%	100	0,700	0,143	0,583	0,171
6	Gneiss	2700	10000	0%	400	3,000	0,133	3,000	0,133
7									
8									
9									
10									
11									
12									

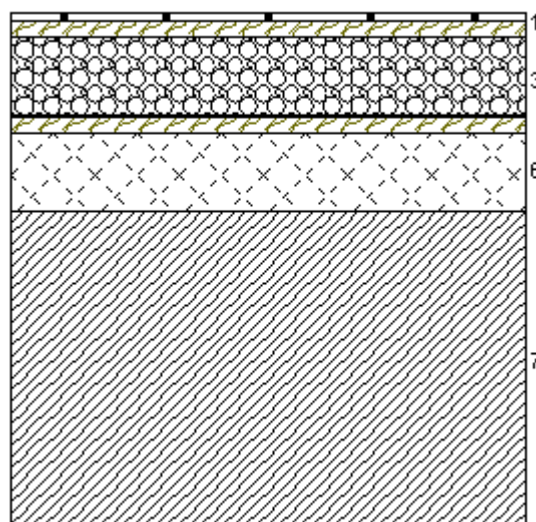
Spessore totale **638,5** mmR m²K/W**3,158****3,417**Massa areica **1282** kg/m²U W/m²K**0,317****0,293**

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIOTipo di struttura: **SINn_B2**

Codice struttura:

P4

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	Pannelli in fibra di cellulosa	100	0,045	0,450	85	66,667	66,667	2,222
4	Carta kraft	0,5	0,170	340	590	0,089	0,089	0,003
5	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
6	Sottofondo di cemento magro	100	0,700	7,000	1600	10,000	10,000	0,143
7	Gneiss	400	3,000	7,500	2700	0,020	0,020	0,133
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**650,5**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,318**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,140**

Simbologia:

s spessore dello strato
C conduttanza
 λ conduttività
 ρ massa volumica

δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%
 δu 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

POTENZA**CCR**

Resistenza superficiale interna

m²K/W

0,170

0,170

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

0,170

0,170

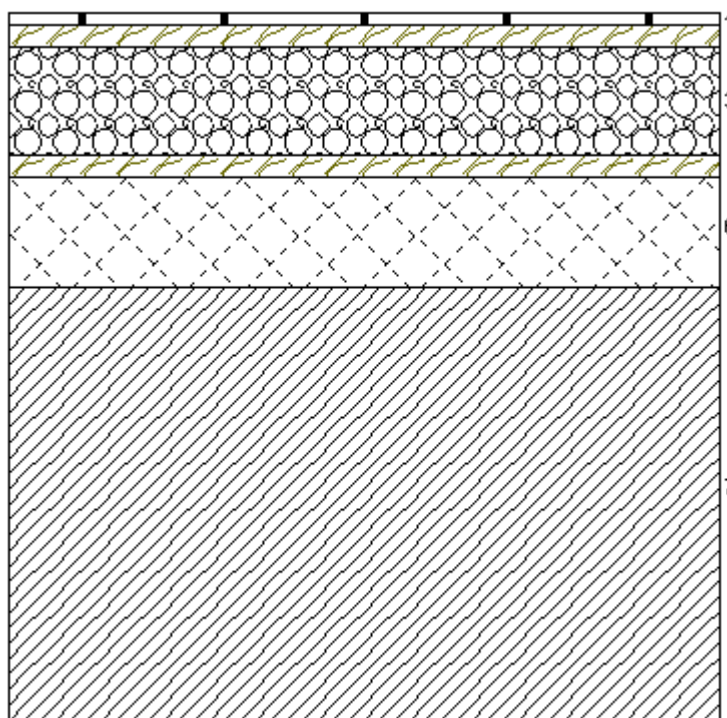
Maggiorazione isolante / non isolante

%

100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	Calcolo per		Calcolo per	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	100	0,045	2,222	0,038	2,630
4	Carta kraft	590	2250	0%	0,5	0,170	0,003	0,170	0,003
5	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
6	Sottofondo di cemento magro	1600	20	20%	100	0,700	0,143	0,583	0,171
7	Gneiss	2700	10000	0%	400	3,000	0,133	3,000	0,133
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **650,5** mmR m²K/W**3,220****3,691**Massa areica **1275** kg/m²U W/m²K**0,311****0,271**

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

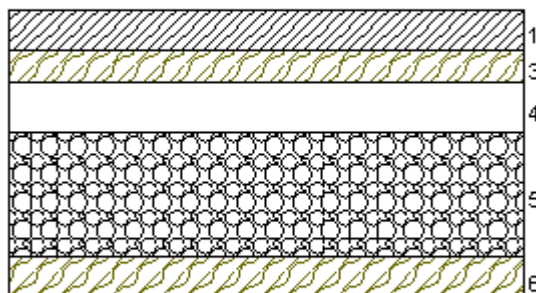
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **CESTER_B1**

Codice struttura:

S3

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Pietra di Luserna	40	3,000	75,000	2700	-	-	0,009
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	0,4	0,170	425	800	-	-	0,002
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	-	-	0,112
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	40	0,180	4,500	450	4,651	6,250	0,222
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**280,4**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**37,059**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,307**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,027**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,259****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1345	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 155 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a ____ g/m²

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 722 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

2,8

0,100

0,027

100% / 100%

CCR

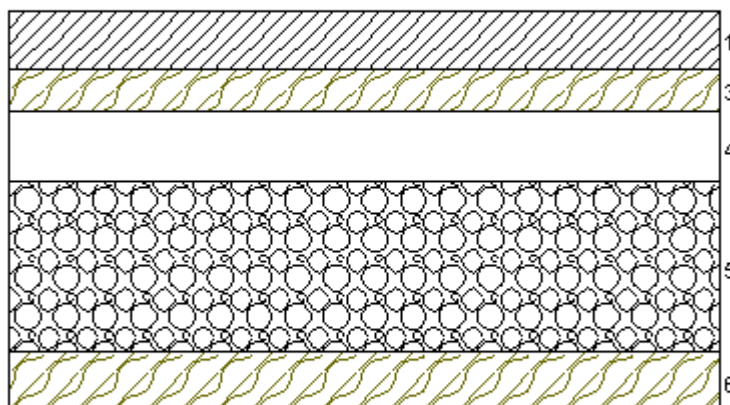
1,4

0,100

0,036

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Pietra di Luserna	2700	-	0%	40	3,000	0,009	3,000	0,007
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	800	-	0%	0,4	0,170	0,002	0,170	0,001
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	-	80%	30	0,180	0,112	0,140	0,107
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%	40	0,180	0,222	0,140	0,286
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **280,4** mmR m²K/W**3,229****3,782**Massa areica **150** kg/m²U W/m²K**0,310****0,264**

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: -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: 96,154 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,027 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,926$

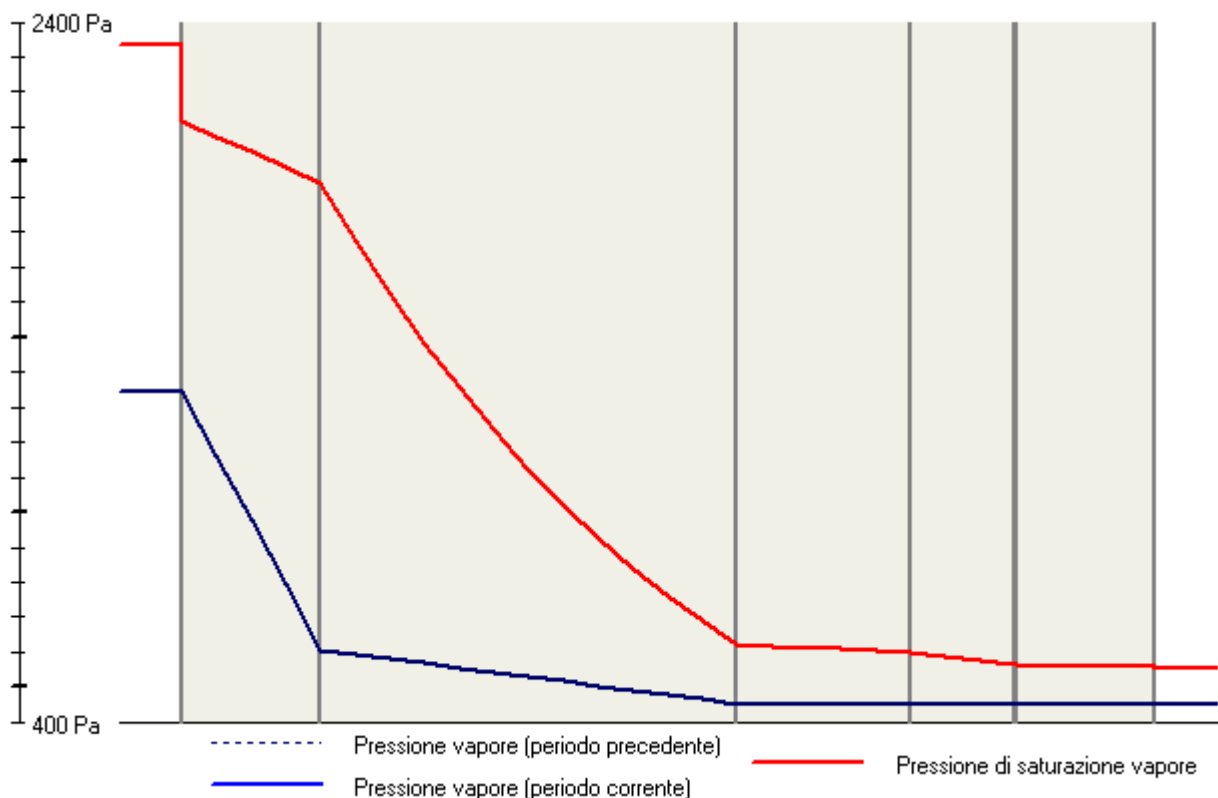
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

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 ²	25,72 €/m ²
Intonaco interno	81,05 €/m ²	33,80 €/m ²
Cartongesso	-	37,79 €/m ²
Costo intervento	124,81 €/m²	97,31 €/m²
Costo complessivo	19.969,60 €	15.569,60 €

Elemento	SOLAIO INFERIORE	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATO CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Costo dei materiali		
Calcestruzzo	30,82 €/m ²	30,82 €/m ²
Isolante termico e carta kraft	28,69 €/m ²	20,68 €/m ²
Tavolato e magatelli	39,56 €/m ²	39,56 €/m ²
Pavimento in legno	47,90 €/m ²	47,90 €/m ²
Costo intervento	146,97 €/m²	138,96 €/m²
Costo complessivo	5.143,95 €	4.863,60 €

Elemento	COPERTURA	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Tavolato, listelli, controlistelli	82,09 €/m ²	82,09 €/m ²
Guaine	6,74 €/m ²	6,74 €/m ²
Pannelli isolanti	38,44 €/m ²	23,06 €/m ²
Costo intervento	127,27 €/m²	111,89 €/m²
Costo complessivo	16.545,10 €	14.545,70 €

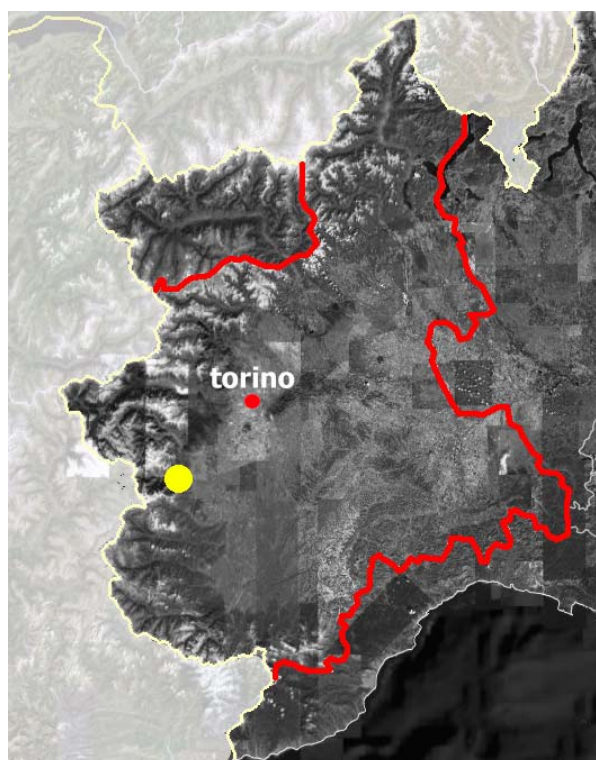


Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO
Materiali utilizzati	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4
Serramento in larice	227,00 €/m ²
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m ²
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m ²
Costo intervento	329,90 €/m²
Costo complessivo	2.342,29 €

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	
B1 – Isolante in fibra di legno	
Costo totale intervento retrofit energetico	44.000,94 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	11
B2 – Isolante in fibra di cellulosa	
Costo totale intervento retrofit energetico	37.341,19 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	11,3



Denominazione	Cascina Lourens
Indirizzo	
Città	Torre Pellice
Comunità montana	Val Pellice
Data di costruzione	Circa 1800
Tipologia edificio	Casa isolata
Superficie utile	240 mq



Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Pochi edifici
Qualità del trasporto pubblico	Inesistente
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	Coltivazione boschi di castagno



Prospetto est



Prospetto ovest



Prospetto Nord



Prospetto sud



Particolare scala prospetto nord



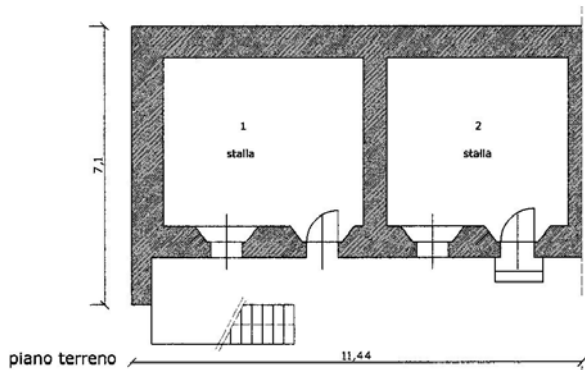
Particolare copertura



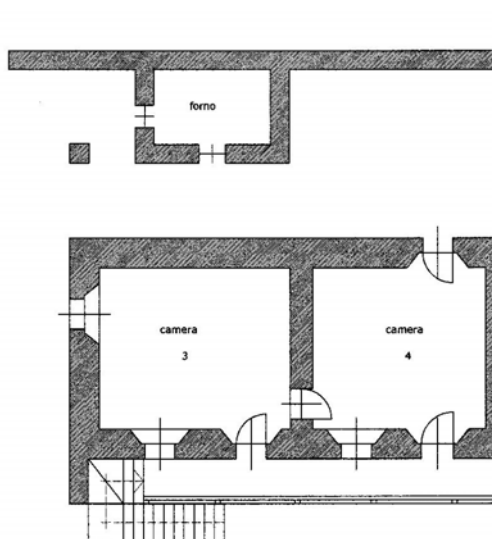
Particolare interni



Particolare interni

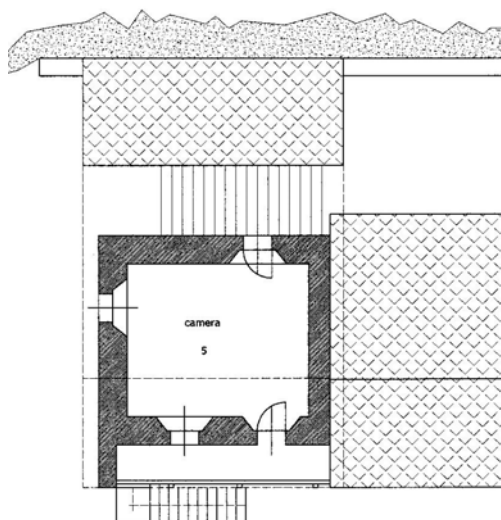


Pianta piano seminterrato

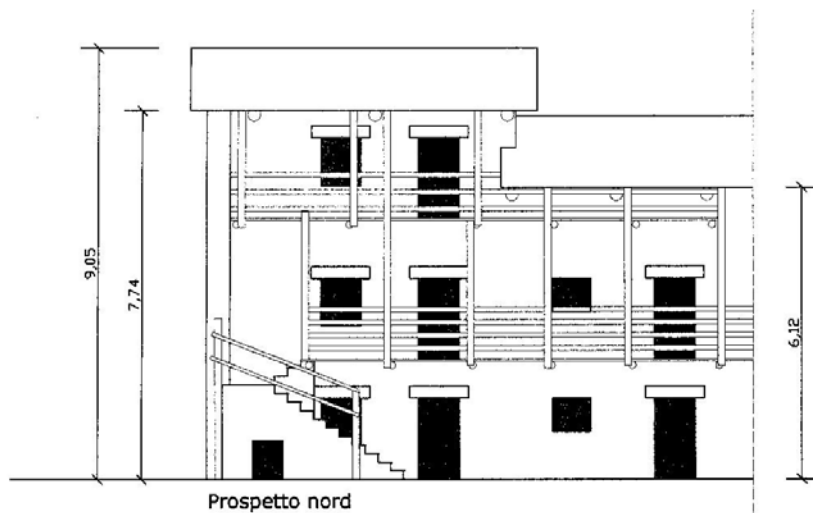


Pianta piano terra

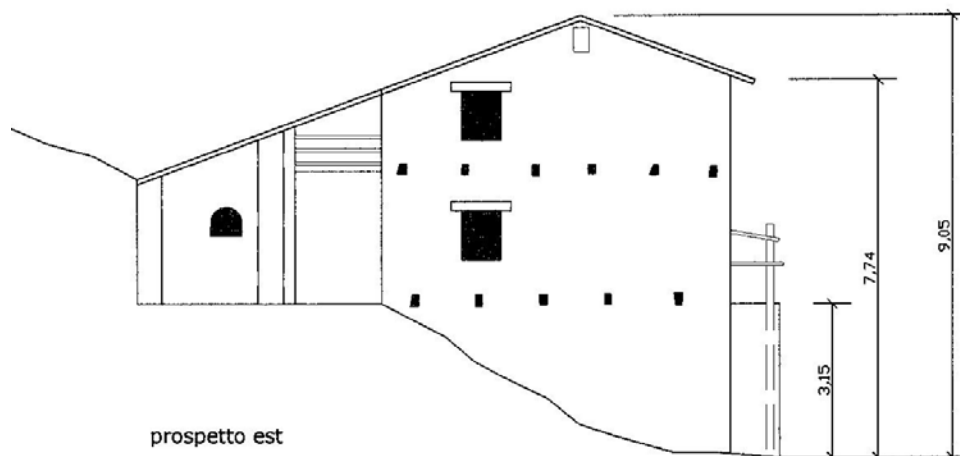
piano primo



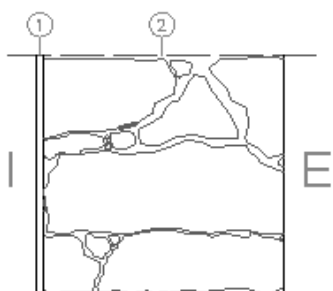
Pianta piano primo



Prospetto Nord



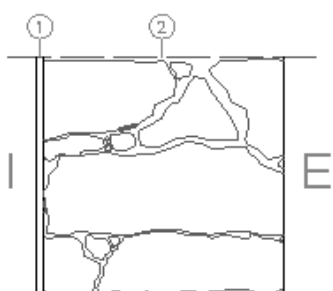
Prospetto est



Parete portante NordEst



1 Intonaco	4 cm
2 Pietra	80 cm



Parete portante Sud

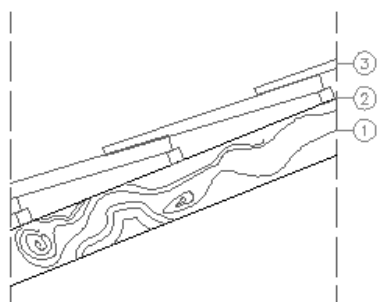


1 Intonaco	4 cm
2 Pietra	70 cm

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



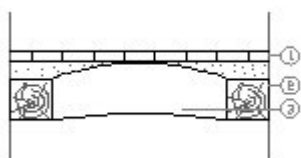
Serramenti



Copertura



1 Travi in legno	18 cm
2 Travetti	6 cm
3 Pietra di luserna	4 cm



1	Pavimento in legno	4 cm
2	Travi in legno	20 cm
3	Volta in pietra di luserna	20 cm

Solaio inferiore



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B** **09**

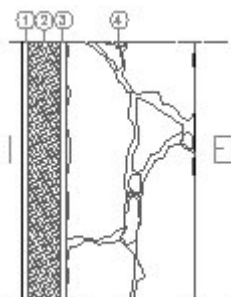
DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m ² °C)	Superficie (m ²)
Parete portante (Nord Est)	2,2	117
Parete portante (Sud – Ovest)	2,1	42
Copertura	5,5	130
Solaio inferiore	1,7	65
Area vetrata	3,5	8,2

Rendimento ipotetico del sistema di riscaldamento	0.7	
Massa termica	160	Wh/m ² K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m ²
Gradi giorno	3128	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO

ELEMENTO	Perdite (kWh/m ² anno)	% sul totale
Pareti	111	23,2
Copertura	239	49,7
Solaio inferiore	36	7,5
Serramenti	18	3,7
Ventilazione	76	15,9
TOTALE	480	100



Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno e intonaco

1	Intonaco	2 cm
2	Pannello in fibra di legno	12 cm
3	Intonaco	4 cm
4	Pietra	80 cm

Parete portante NordEst

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

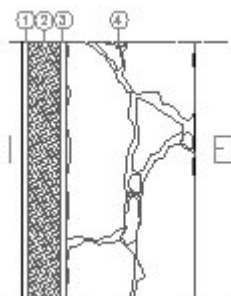
98 cm

Trasmittanza

0,33 W/m² °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento

27 kWh/m²



Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno e intonaco

1	Intonaco	2 cm
2	Pannello in fibra di legno	12 cm
3	Intonaco	4 cm
4	Pietra	70 cm

Parete portante Sud

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

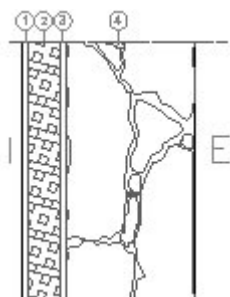
88 cm

Trasmittanza

0,33 W/m² °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento

27 kWh/m²

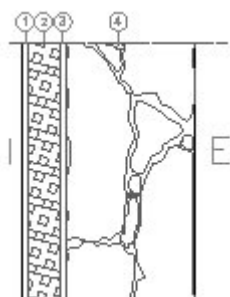


Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa

1	Cartongesso	2 cm
2	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
3	Intonaco	4 cm
4	Pietra	80 cm

Parete portante NordEst

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	98 cm
Trasmittanza	0,35 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	42 kWh/m ²



Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa

1	Cartongesso	2 cm
2	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
3	Intonaco	4 cm
4	Pietra	70 cm

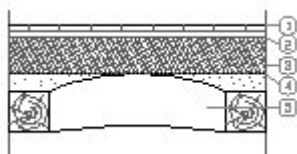
Parete portante NO – NE – SO

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	88 cm
Trasmittanza	0,35 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	42 kWh/m ²



Serramenti

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

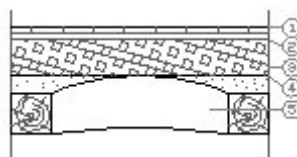


Isolamento del solaio realizzato con pannelli in fibra di legno

1	Pavimento in legno	1	cm
2	Tavolato in legno	2	cm
3	Pannello in fibra di legno	12	
4	Carta kraft	0,08	cm
5	Volta in pietra di luserna	20	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	35,08 cm
Trasmittanza	0,31 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	9 kWh/m ²

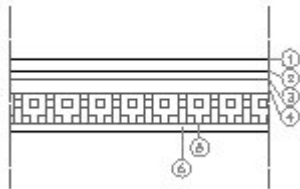


Isolamento del solaio realizzato con pannelli in fibra di cellulosa

1	Pavimento in legno	1	cm
2	Tavolato in legno	2	cm
3	Pannello in fibra di cellulosa	12	
4	Carta kraft	0,08	cm
5	Volta in pietra di luserna	20	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	35,08 cm
Trasmittanza	0,31 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	9 kWh/m ²



Isolamento della falda realizzato con pannelli in fibra di cellulosa:

1	Rivestimento in lose	4	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	27,04 cm
Tramittanza	0,34 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	6 kWh/m ²



Valutazione prestazione energetica dell'edificio post retrofit **D 09**

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m ² °C)		Superficie (m ²)
	Ipotesi B1 isolante in fibra di legno	Ipotesi B2 isolante in fibra di cellulosa	
Parete portante (Nord Est)	0,31	0,31	117
Parete portante (Sud – Ovest)	0,32	0,31	42
Copertura	0,31	0,31	130
Solaio inferiore	0,33	0,32	65
Area vetrata	2,2	2,2	8,2

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	3128	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1

ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	17	17,9
Copertura	14	14,7
Solaio inferiore	7	7,4
Serramenti	11	11,6
Ventilazione	46	48,4
TOTALE	95	100



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_NE_A**

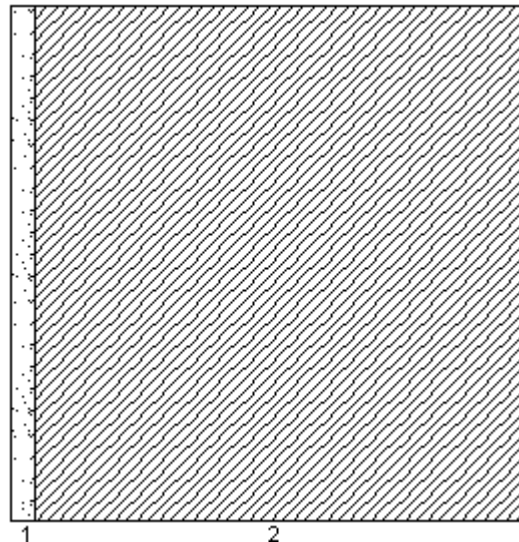
Codice struttura:

M1

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	800	3,000	3,750	3000	1,333	1,333	0,267
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**840**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**2,055**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,487**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1335	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 439 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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_NE_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

2,8
 0,130
 0,040
 100% / 100%

1,4
 0,130
 0,072
 50% / 0%

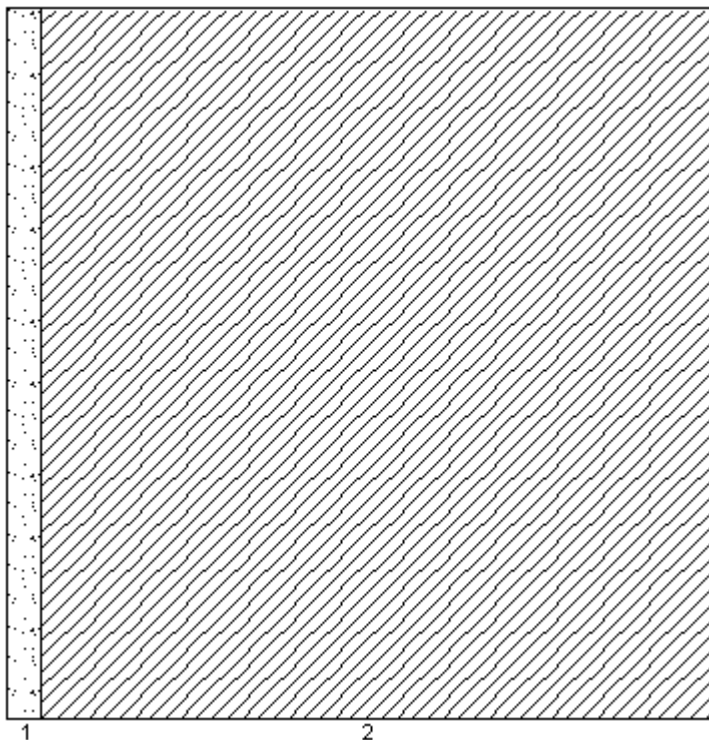
N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	40	0,800	0,050	0,800	0,050
2	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	800	3,000	0,267	3,000	0,267
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **840** mm
 Massa areica **2464** kg/m²

R **0,487** m²K/W
 U **2,055** W/m²K

0,518
1,930

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_NE_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/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: 1,661 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,588$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

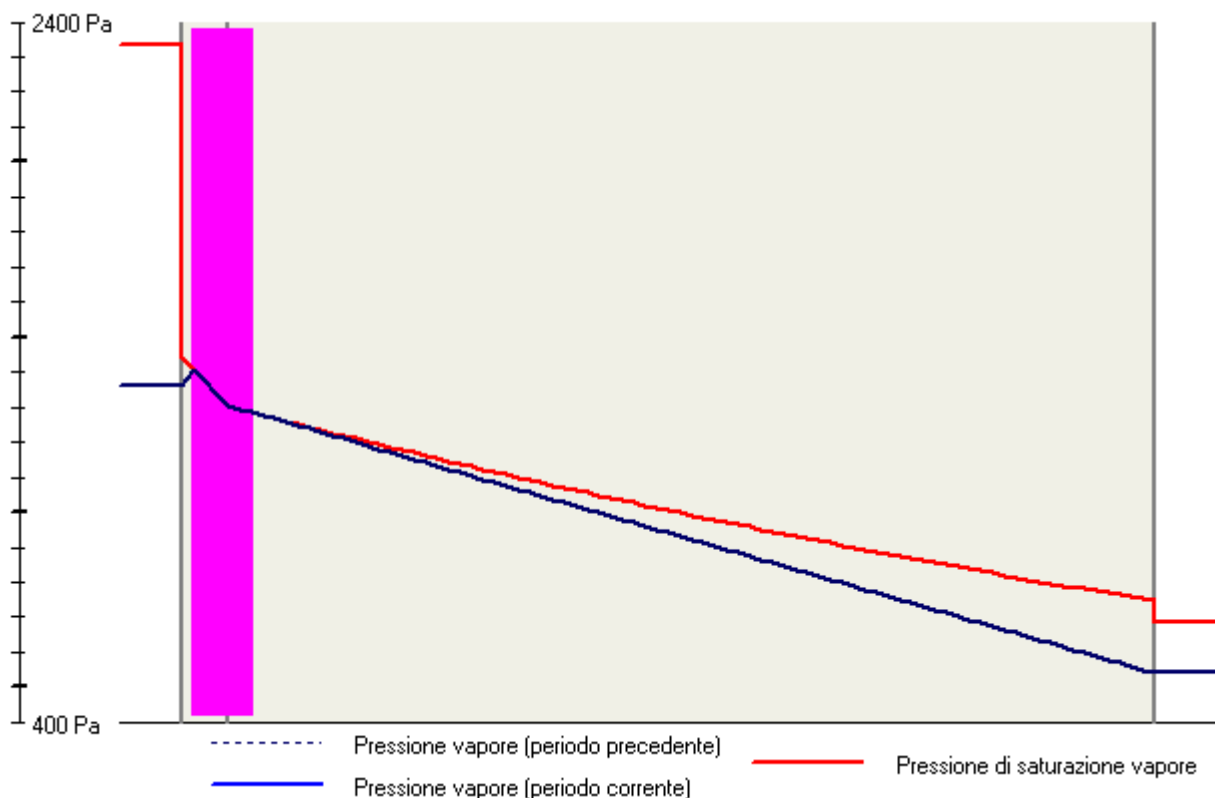
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

439 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: **ME_S_A**

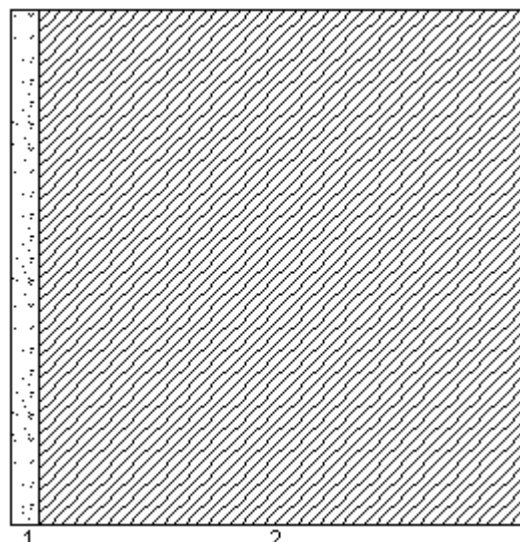
Codice struttura:

M2

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	700	3,000	4,286	3000	1,333	1,333	0,233
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**740**Conduzzanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**2,206**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,453**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1291	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 506 g/m²

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

 λ conduzzività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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_S_A**

Codice struttura:

M2

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

CCR

1,4

0,130

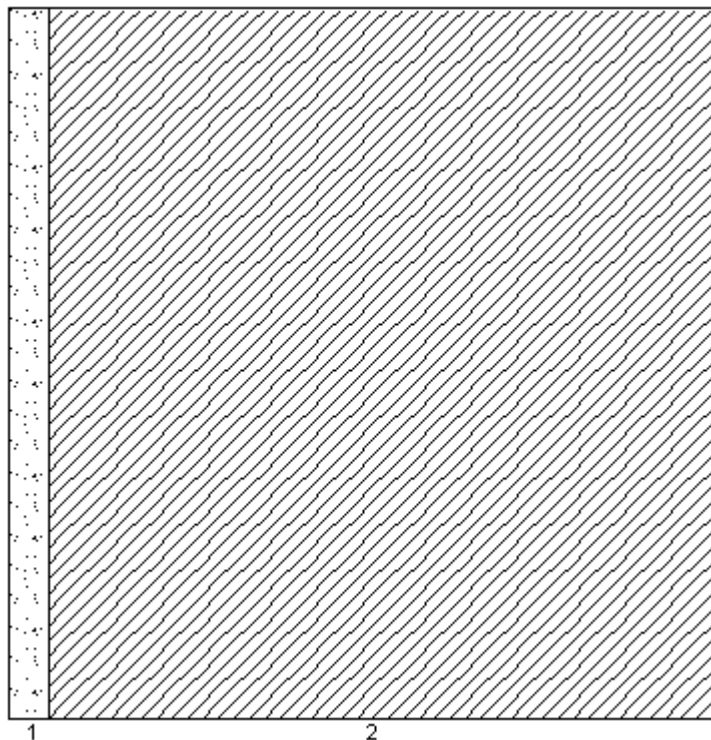
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	Calcolo per		Calcolo per	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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	3000	150	0%	700	3,000	0,233	3,000	0,233
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **740** mmR m²K/W**0,453****0,485**Massa areica **2164** kg/m²U W/m²K**2,206****2,063**

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_S_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: 1,898 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,564$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

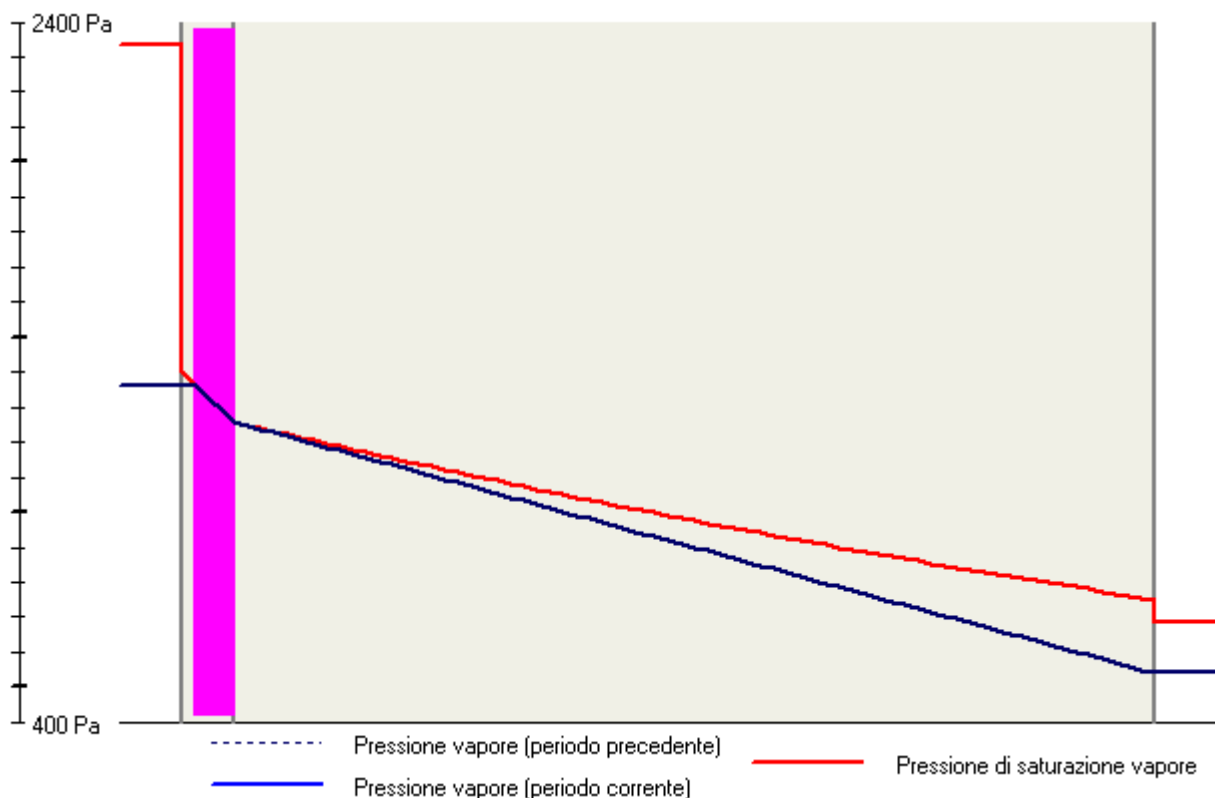
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

506 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio

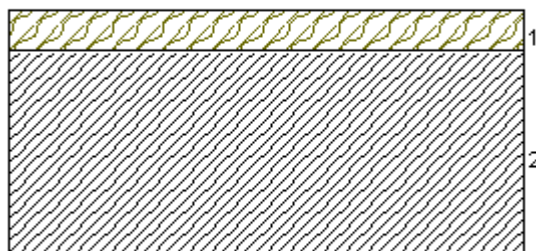


CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIOTipo di struttura: **SINn_A**

Codice struttura:

P1

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Legno di pino flusso perpend. alle fibre	40	0,150	3,750	550	4,651	4,651	0,267
2	Pietra di Luserna	200	3,000	15,000	2700	0,020	0,020	0,067
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**240**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**1,685**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,593**

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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:

P1

Calcolo per

Resistenza superficiale interna
Resistenza superficiale esterna
Maggiorazione isolante / non isolante

m²K/W
m²K/W
%

POTENZA

0,170
0,170
100% / 100%

CCR

0,170
0,170
50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Legno di pino flusso perpend. alle fibre	550	43	20%	40	0,150	0,267	0,138	0,291
2	Pietra di Luserna	2700	10000	0%	200	3,000	0,067	3,000	0,067
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 240 mm
Massa areica 562 kg/m²

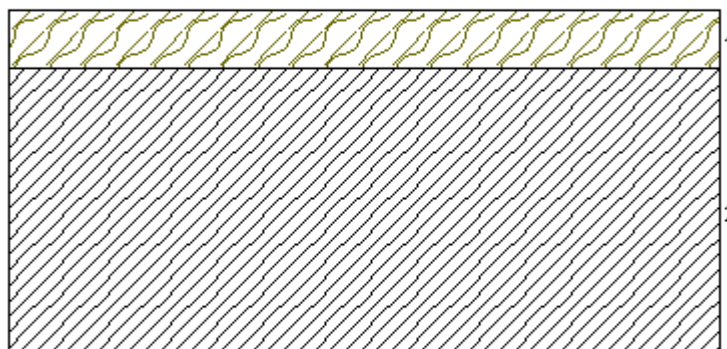
R m²K/W
U W/m²K

0,673

0,698

1,485

1,434



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

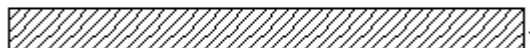
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C**

Codice struttura:

S1

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Pietra di Luserna	40	3,000	75,000	2700	0,020	0,020	0,013
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**40**Conduzzanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**5,455**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,183****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	732	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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/m²

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

 λ conduzzività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

2,8

0,100

0,040

100% / 100%

CCR

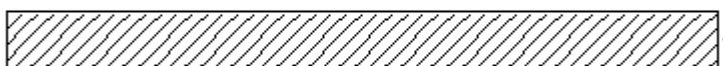
1,4

0,100

0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Pietra di Luserna	2700	10000	0%	40	3,000	0,013	3,000	0,013
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **40** mmR m²K/W**0,153****0,185**Massa areica **108** kg/m²U W/m²K**6,522****5,410**

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/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: 0,500 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR_{sup,amm} 80,0%

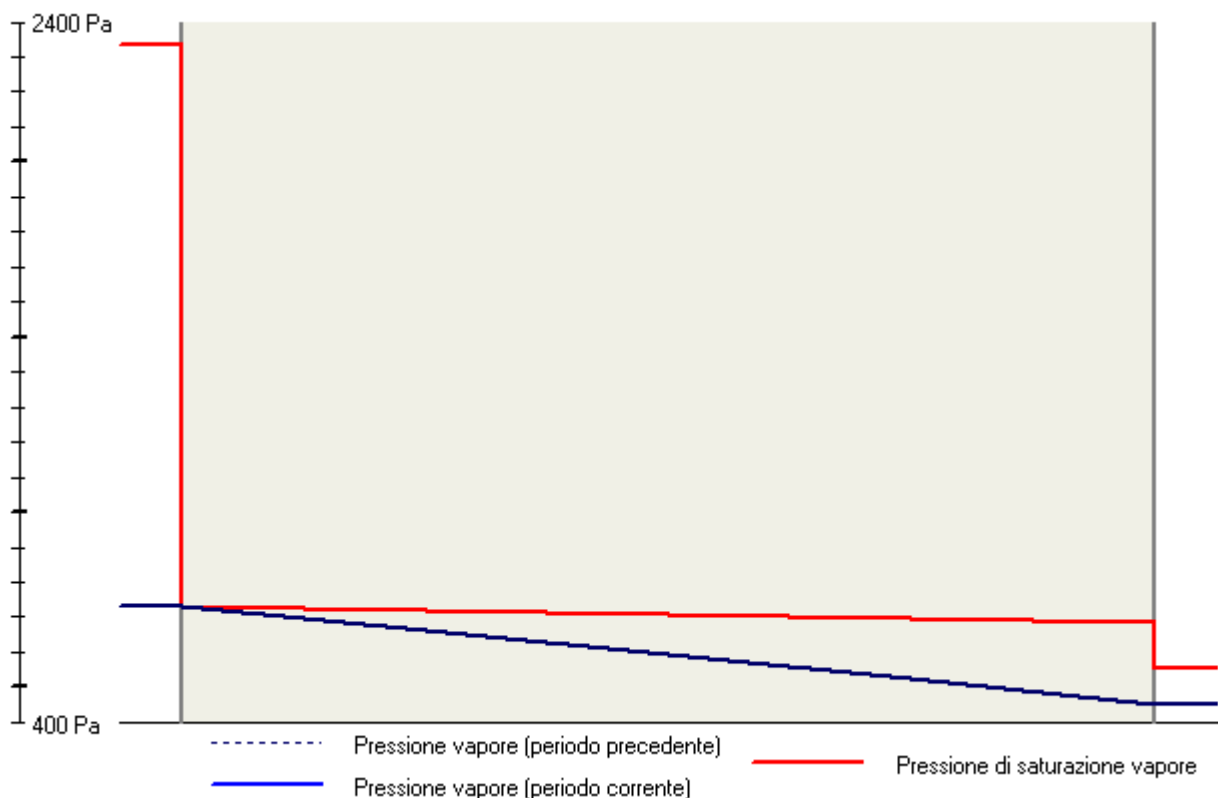
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,176$

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_NE_B1**

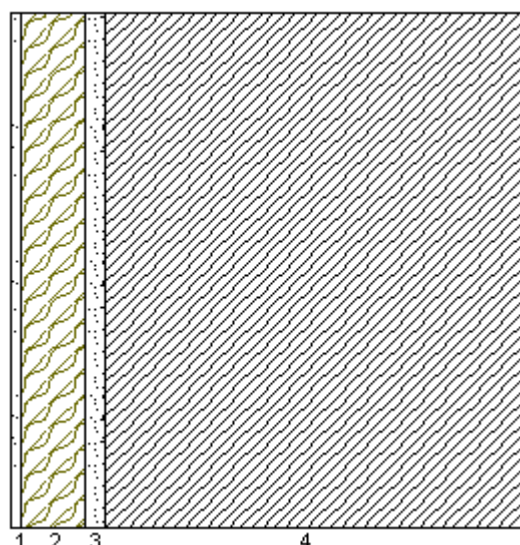
Codice struttura:

M4

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	40	0,800	20,000	1600	20,000	33,333	0,050
4	Muratura in pietra naturale	800	3,000	3,750	3000	1,333	1,333	0,267
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**980**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,314**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,182**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1345	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 1592 g/m²

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 718 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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_NE_B1**

Codice struttura:

M4

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

CCR

1,4

0,130

0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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	1600	10	0%	40	0,800	0,050	0,800	0,050
4	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	800	3,000	0,267	3,000	0,267
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **980**

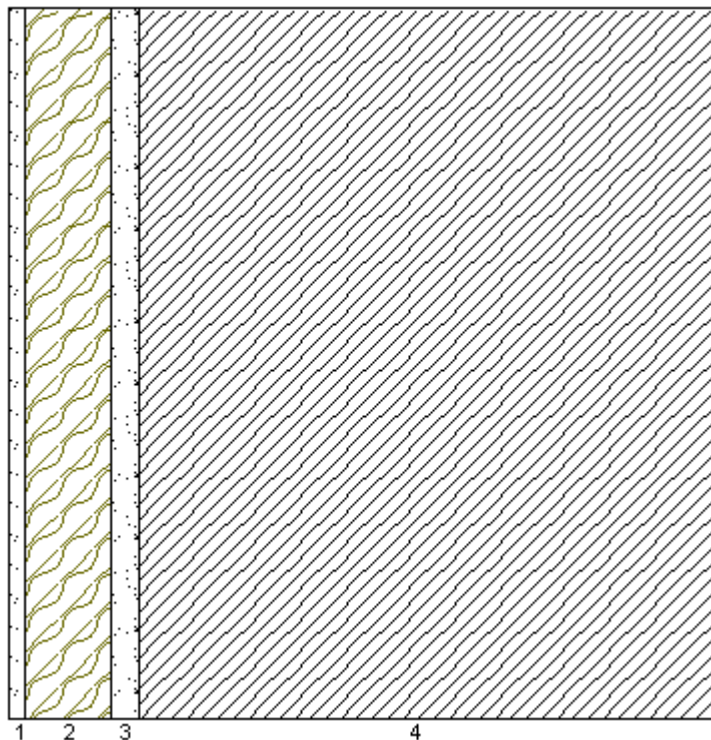
mm

R m²K/W**3,182****3,456**

Massa areica

2522kg/m²U W/m²K**0,314****0,289**

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_NE_B1

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: 1,650 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,924$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

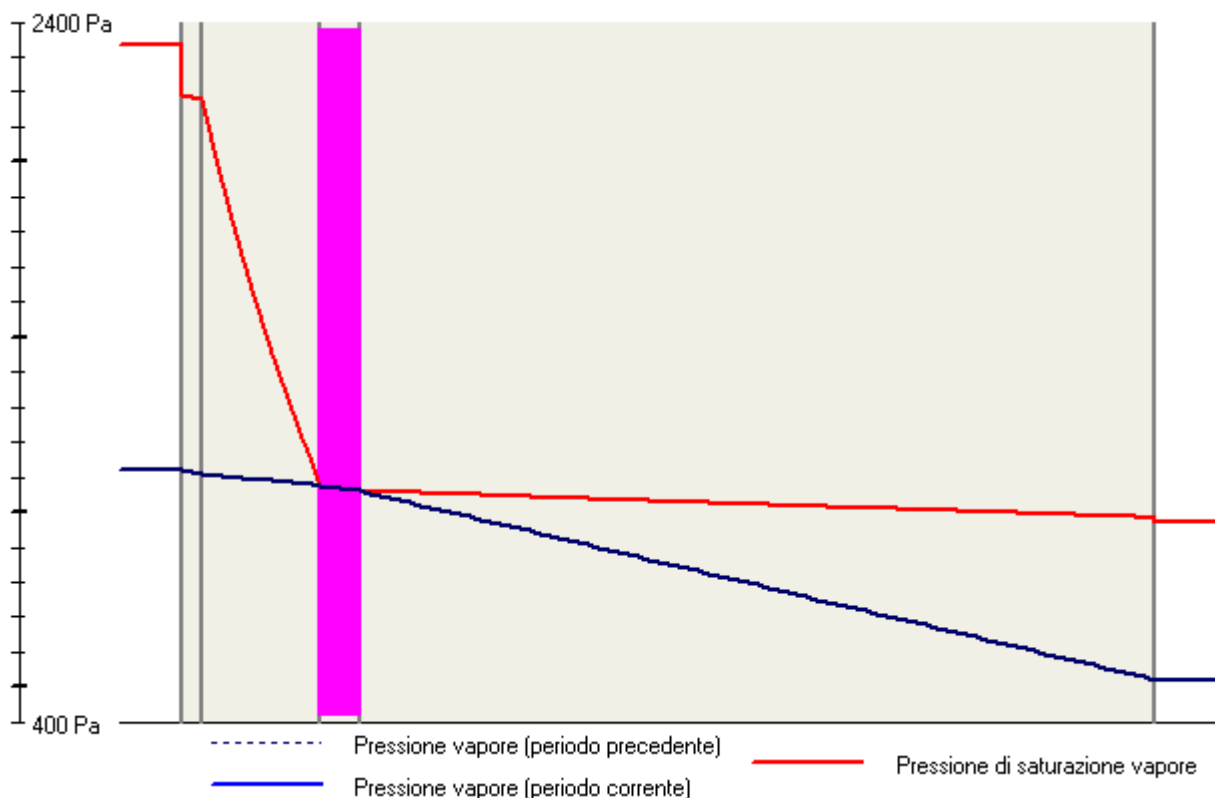
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

1592 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_S_B1**

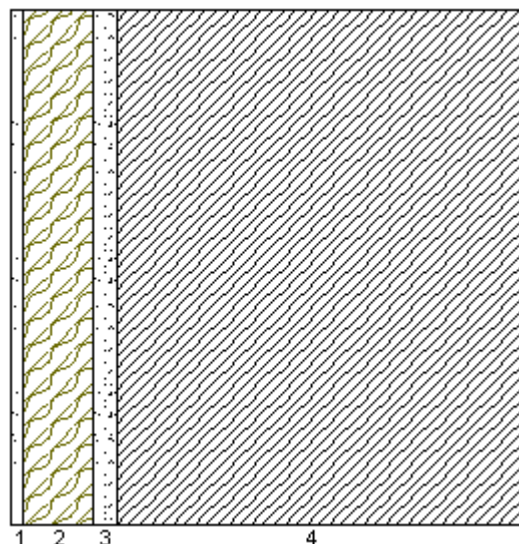
Codice struttura:

M5

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	40	0,800	20,000	1600	20,000	33,333	0,050
4	Muratura in pietra naturale	700	3,000	4,286	3000	1,333	1,333	0,233
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**880**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,318**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,149**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1345	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 1626 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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_S_B1**

Codice struttura:

M5

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

CCR

1,4

0,130

0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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	1600	10	0%	40	0,800	0,050	0,800	0,050
4	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	700	3,000	0,233	3,000	0,233
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **880**

mm

R m²K/W**3,149****3,423**

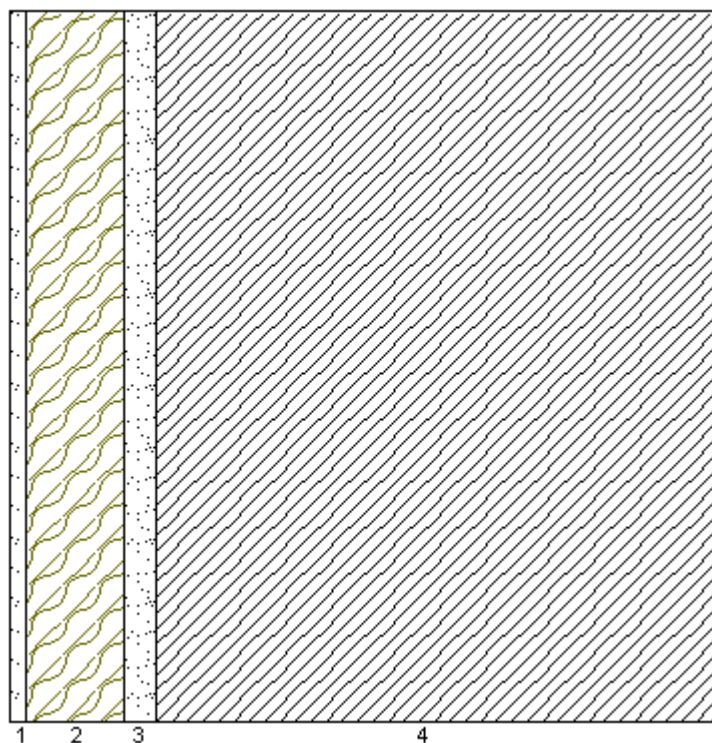
Massa areica

2222kg/m²

U

W/m²K**0,318****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_S_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/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: 1,883 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,924$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

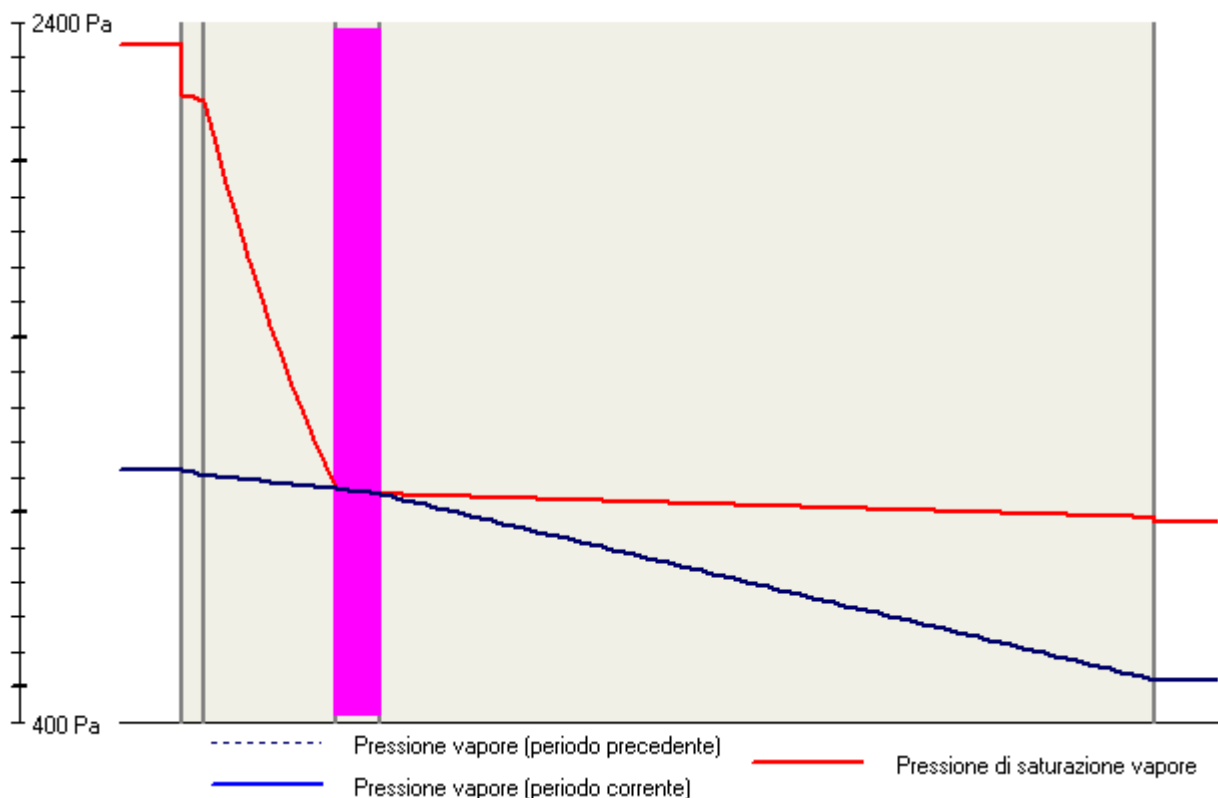
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

1626 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: **ME_NE_B2**

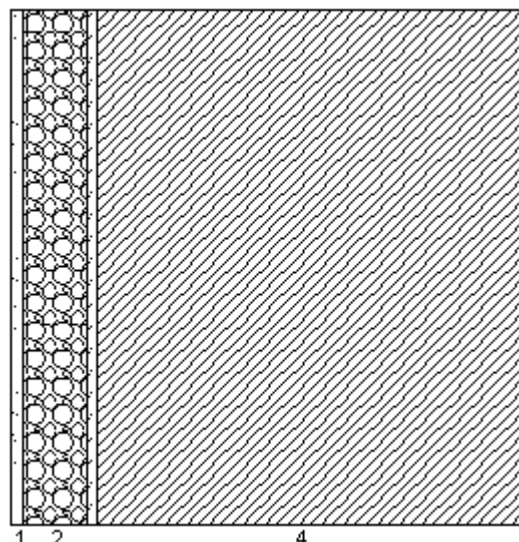
Codice struttura:

M7

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	800	3,000	3,750	3000	1,333	1,333	0,267
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**960**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,311**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,212**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1345	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 2318 g/m²

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 719 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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_NE_B2**

Codice struttura:

M7

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

CCR

1,4

0,130

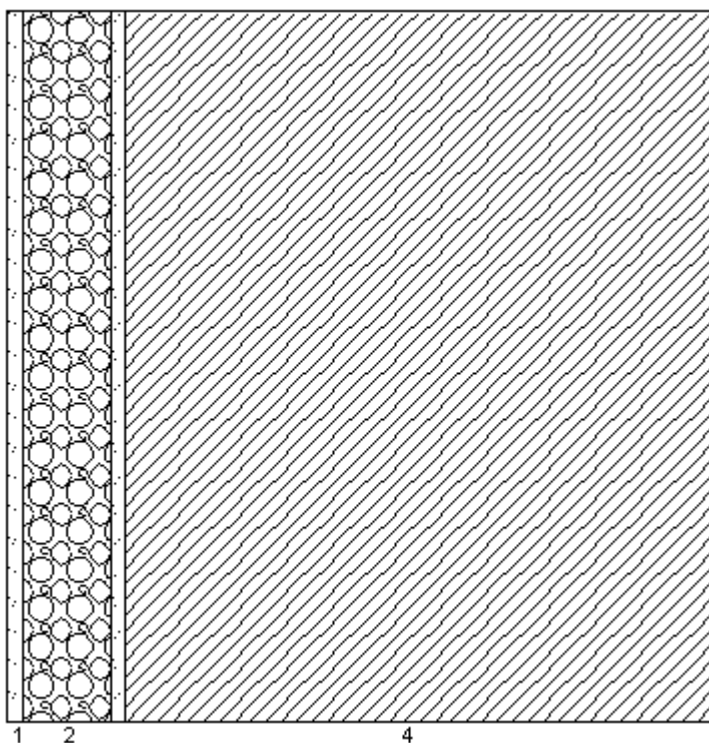
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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%	800	3,000	0,267	3,000	0,267
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **960** mmR m²K/W**3,212****3,733**Massa areica **2456** kg/m²U W/m²K**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_NE_B2

Codice struttura:

M7

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:

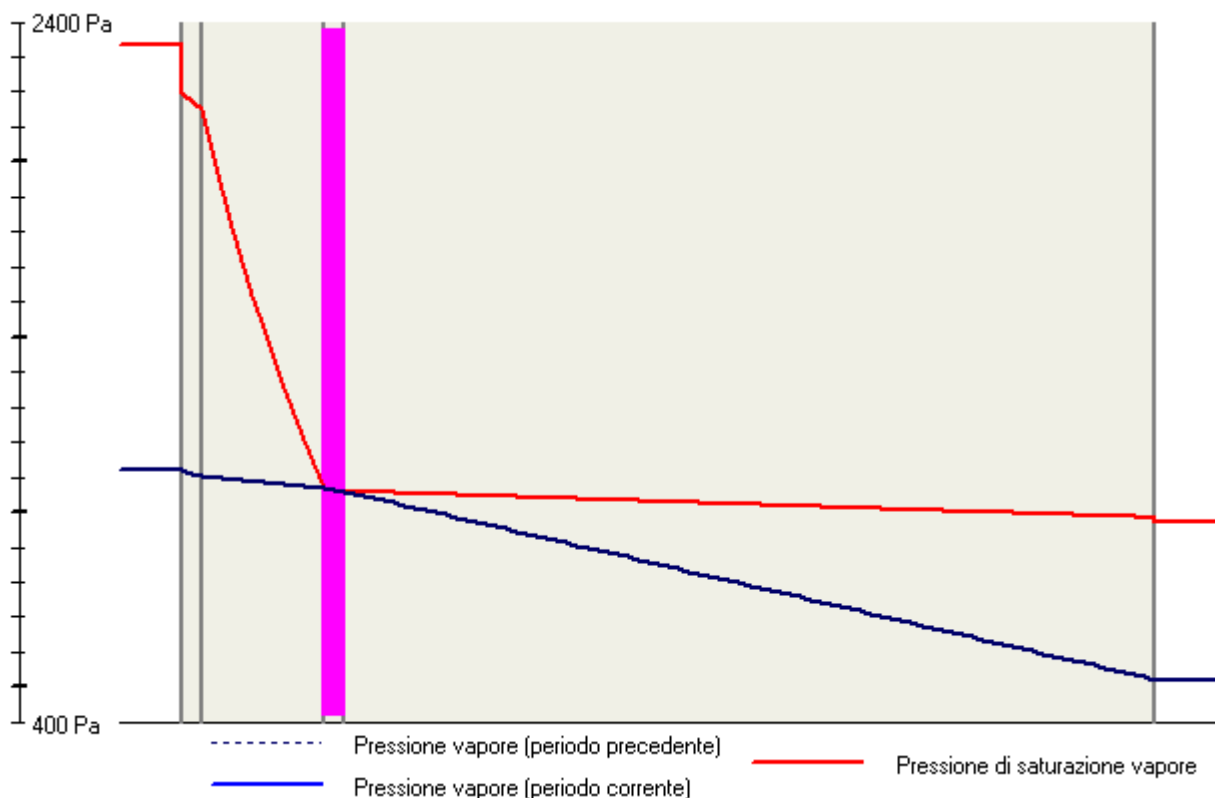
RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:Permeanza: 1,656 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Positiva per UR_{sup,amm} 80,0%
 Mese critico Dicembre $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,925$

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: 2318 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_S_B2**

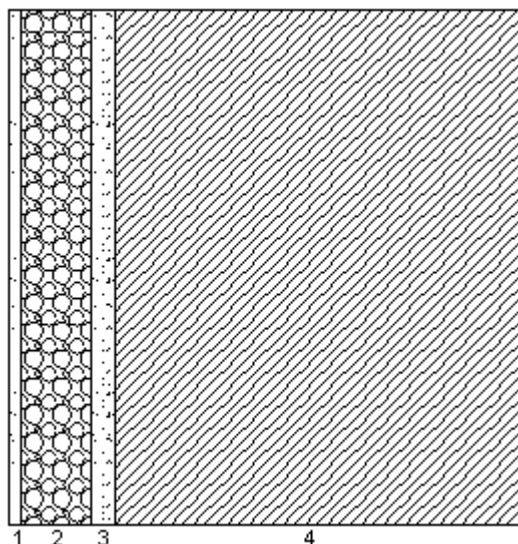
Codice struttura:

M8

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	40	0,800	20,000	1600	20,000	33,333	0,050
4	Muratura in pietra naturale	700	3,000	4,286	3000	1,333	1,333	0,233
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**880**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,313**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,200**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1345	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 2334 g/m²

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 719 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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_S_B2**

Codice struttura:

M8

Calcolo per

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

POTENZA**CCR**

2,8
 0,130
 0,040
 100% / 100%

1,4
 0,130
 0,072
 50% / 0%

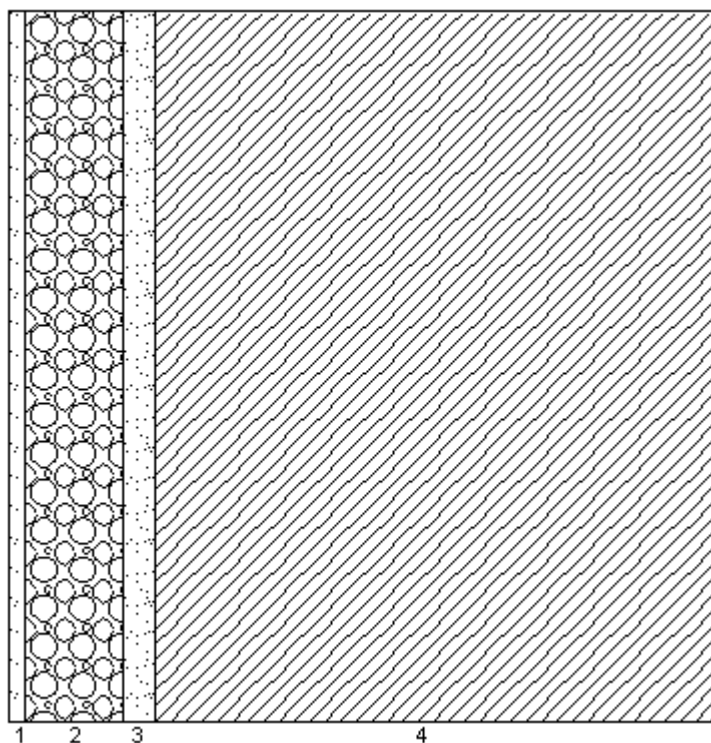
N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
3	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	40	0,800	0,050	0,800	0,050
4	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	700	3,000	0,233	3,000	0,233
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **880** mm
 Massa areica **2192** kg/m²

R m²K/W **3,200**
 U W/m²K **0,313**

3,721**0,269**

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_S_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: 1,888 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,925$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m²

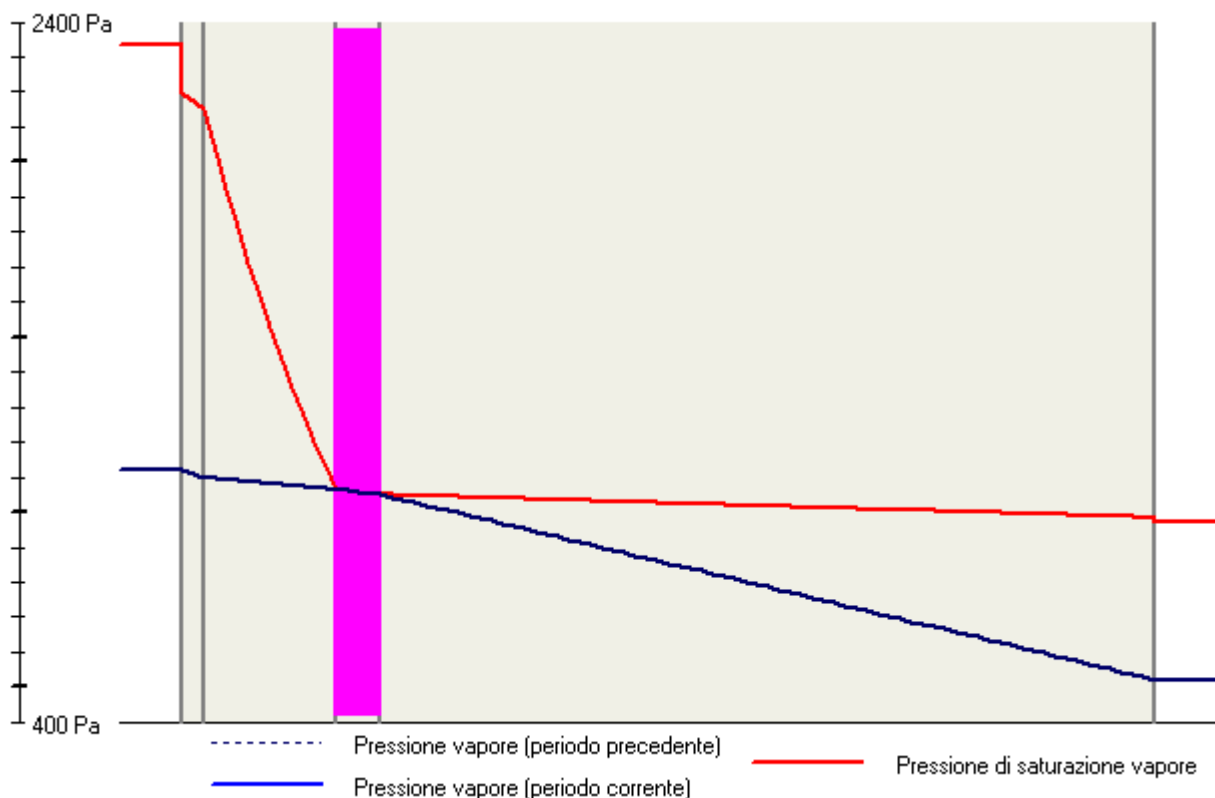
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

2334 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

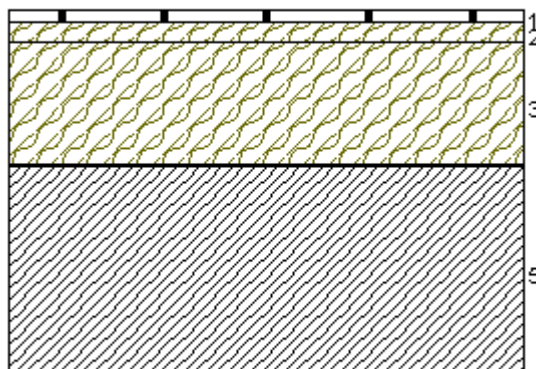
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn_B1**

Codice struttura:

P2

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
4	Carta kraft	0,8	0,170	213	590	0,089	0,089	0,005
5	Pietra di Luserna	200	3,000	15,000	2700	0,020	0,020	0,067
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**350,8**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,320**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,120****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1345	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 106 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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 m²K/W
 Resistenza superficiale esterna m²K/W
 Maggiorazione isolante / non isolante %

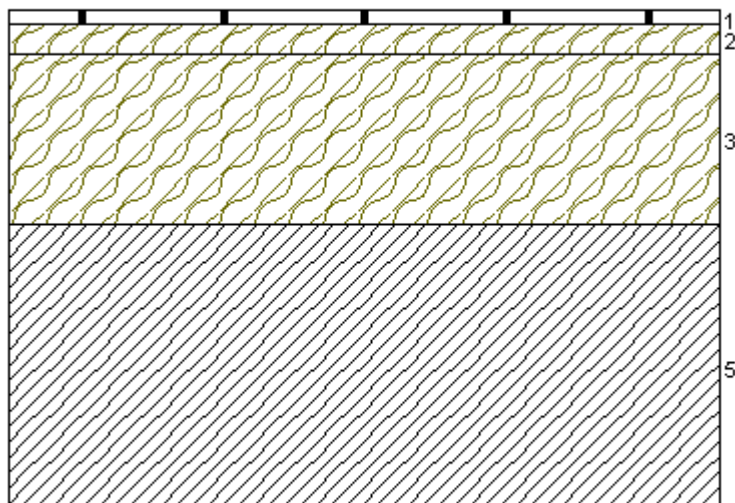
POTENZA

2,8
 0,170
 0,040
 100% / 100%

CCR

1,4
 0,170
 0,072
 50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
4	Carta kraft	590	2250	0%	0,8	0,170	0,005	0,170	0,005
5	Pietra di Luserna	2700	10000	0%	200	3,000	0,067	3,000	0,067
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **350,8** mmR m²K/W**3,160****3,453**Massa areica **588** kg/m²U W/m²K**0,316****0,290**

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: -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: 0,099 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,923$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

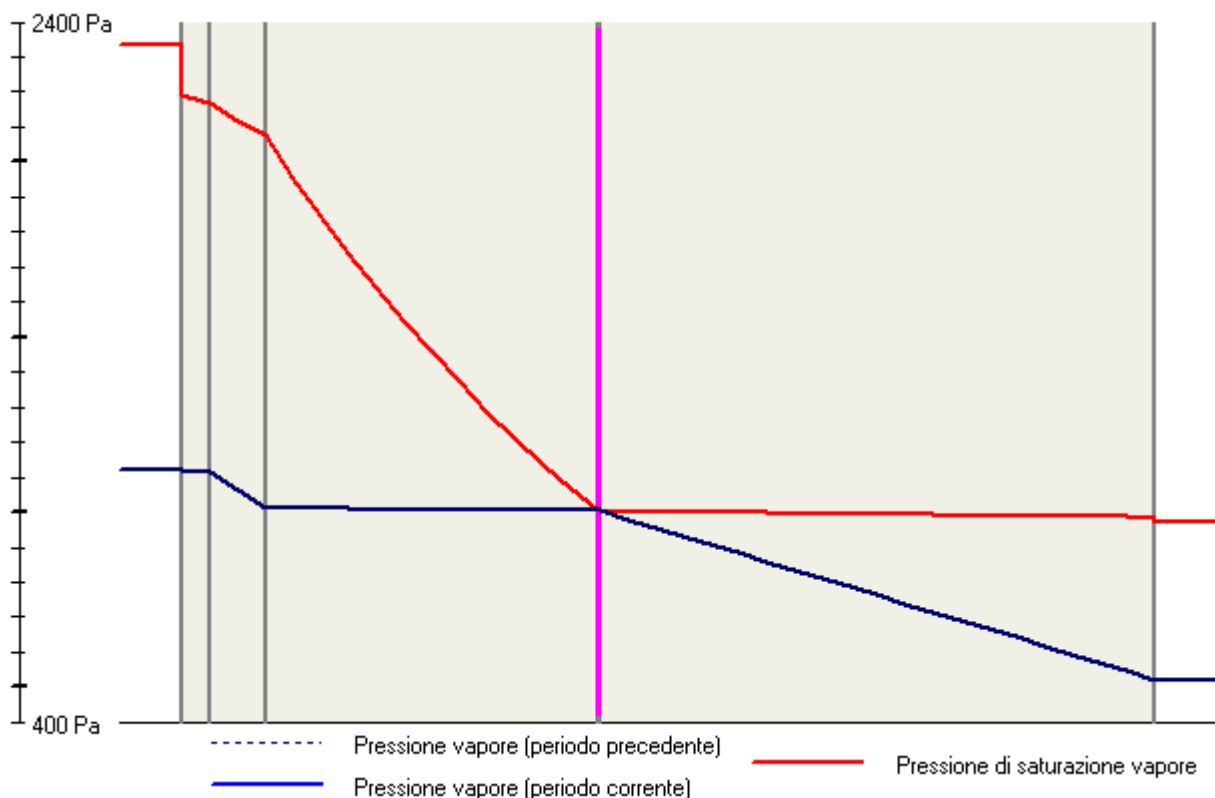
9 g/m²

Q.tà massima di condensa durante l'anno:

106 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

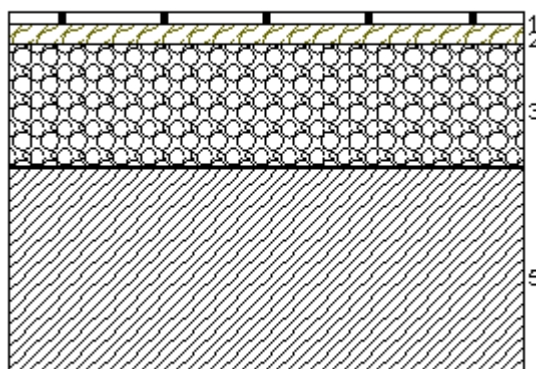
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn_B2**

Codice struttura:

P3

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
4	Carta kraft	0,8	0,170	213	590	0,089	0,089	0,005
5	Pietra di Luserna	200	3,000	15,000	2700	0,020	0,020	0,067
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**350,8**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,320**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,120****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1345	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 108 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

2,8

0,170

0,040

100% / 100%

CCR

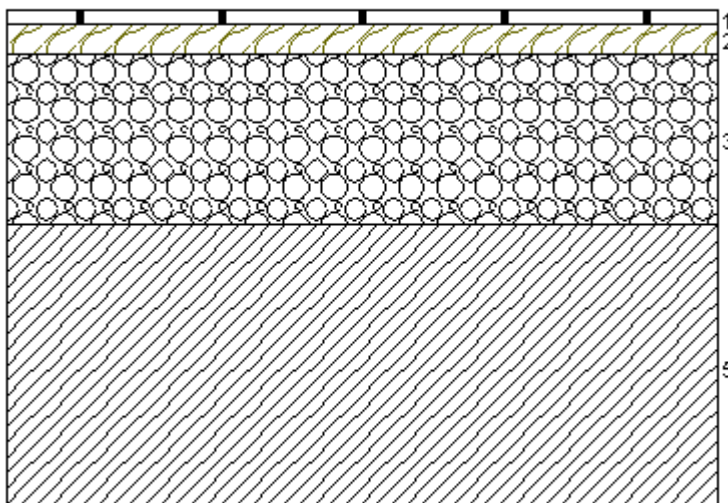
1,4

0,170

0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
4	Carta kraft	590	2250	0%	0,8	0,170	0,005	0,170	0,005
5	Pietra di Luserna	2700	10000	0%	200	3,000	0,067	3,000	0,067
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **350,8** mmR m²K/W**3,160****3,701**Massa areica **568** kg/m²U W/m²K**0,316****0,270**

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: -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: 0,099 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,923$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

9 g/m²

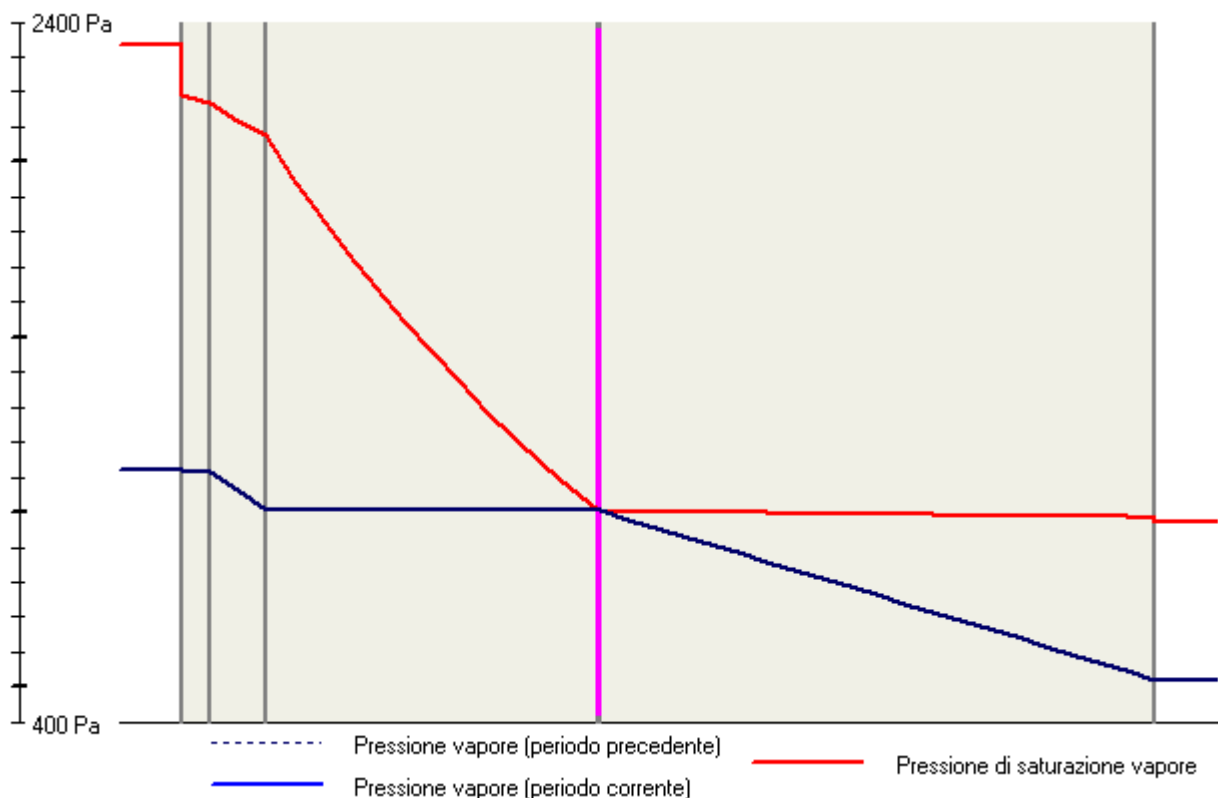
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

108 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

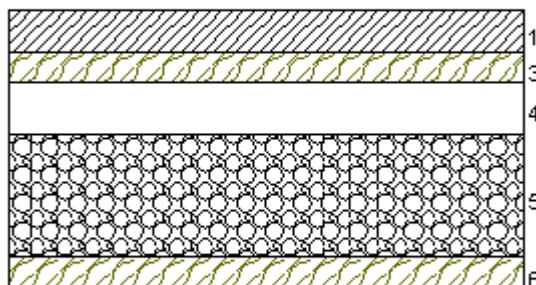
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **CESTER_B1**

Codice struttura:

S2

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Pietra di Luserna	40	3,000	75,000	2700	-	-	0,009
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	0,4	0,170	425	800	-	-	0,002
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	-	-	0,112
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)**270,4**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**37,059**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,312**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,027**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,203****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1345	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 156 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a ____ g/m²

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 719 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

2,8

0,100

0,027

100% / 100%

CCR

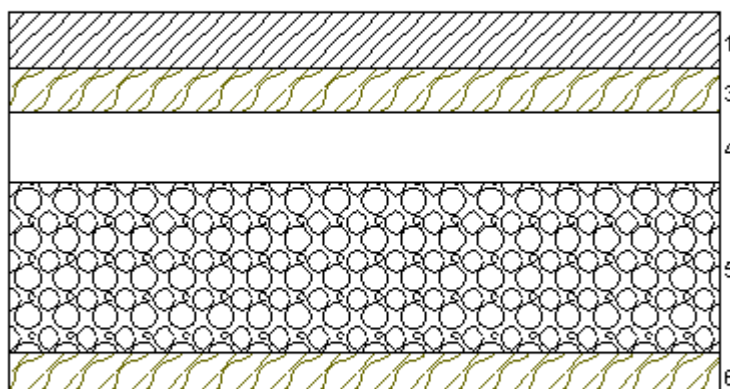
1,4

0,100

0,036

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Pietra di Luserna	2700	-	0%	40	3,000	0,009	3,000	0,007
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	800	-	0%	0,4	0,170	0,002	0,170	0,001
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	-	80%	30	0,180	0,112	0,140	0,107
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 **270,4** mmR m²K/W**3,173****3,711**Massa areica **146** kg/m²U W/m²K**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 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: 121,21210⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,027 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,925$

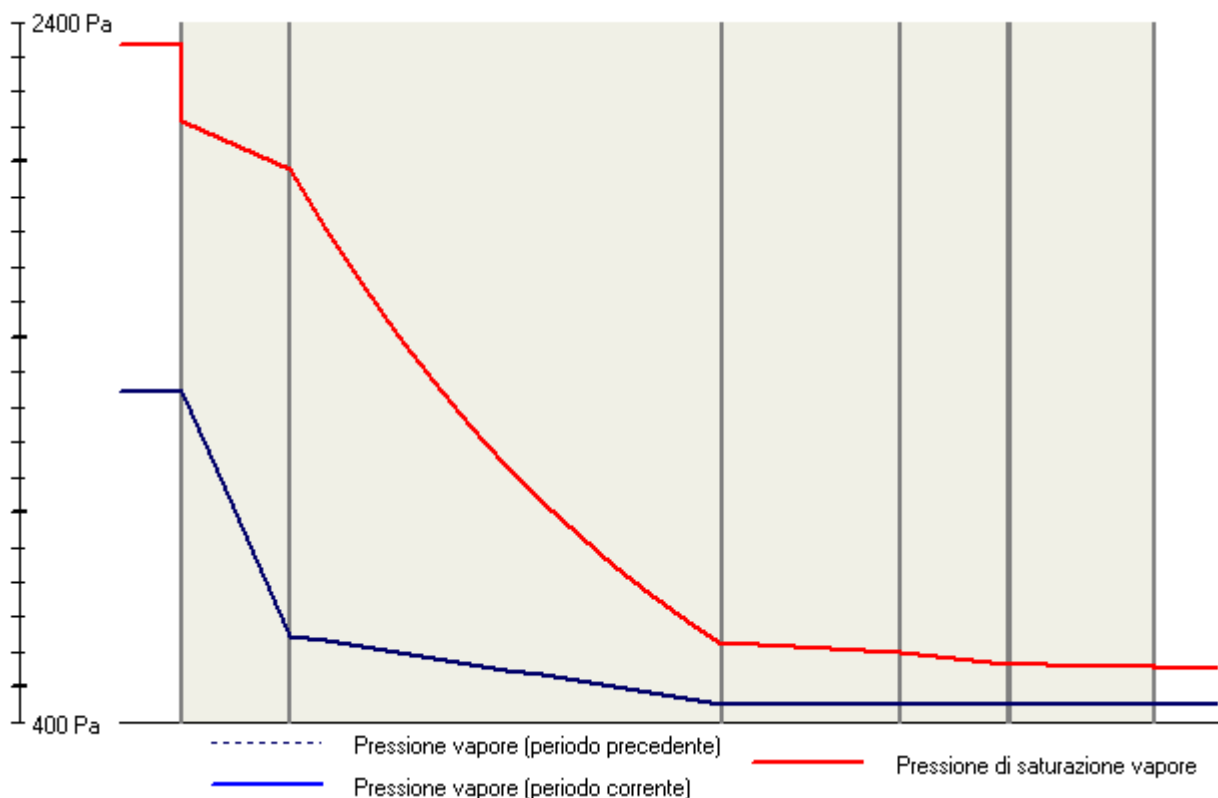
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

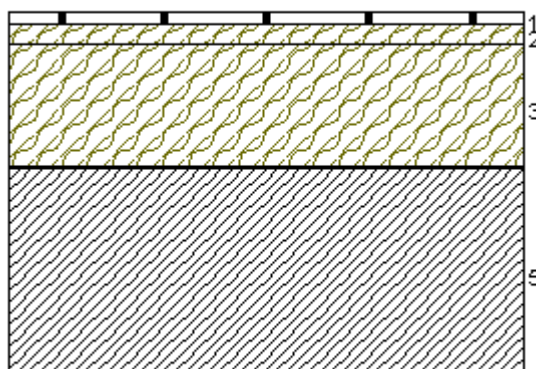
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn_B1**

Codice struttura:

P2

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
4	Carta kraft	0,8	0,170	213	590	0,089	0,089	0,005
5	Pietra di Luserna	200	3,000	15,000	2700	0,020	0,020	0,067
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**350,8**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,320**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,120****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1345	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 106 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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

m²K/W

Resistenza superficiale esterna

m²K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

POTENZA

2,8

0,170

0,040

100% / 100%

CCR

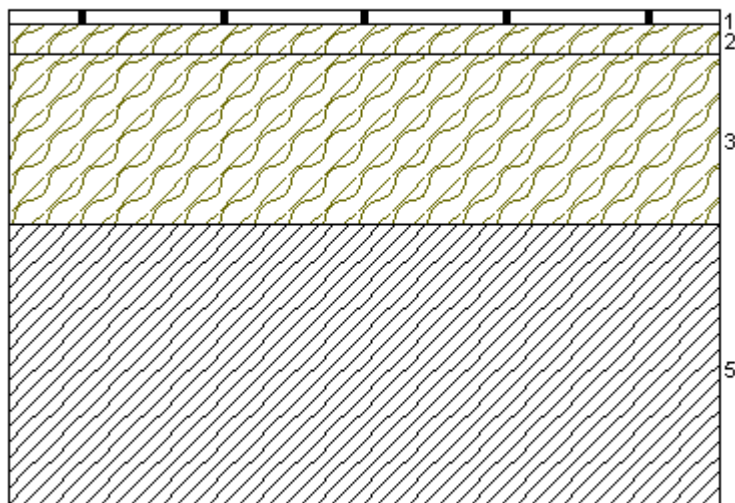
1,4

0,170

0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
4	Carta kraft	590	2250	0%	0,8	0,170	0,005	0,170	0,005
5	Pietra di Luserna	2700	10000	0%	200	3,000	0,067	3,000	0,067
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **350,8** mmR m²K/W**3,160****3,453**Massa areica **588** kg/m²U W/m²K**0,316****0,290**

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: -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: 0,099 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,923$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

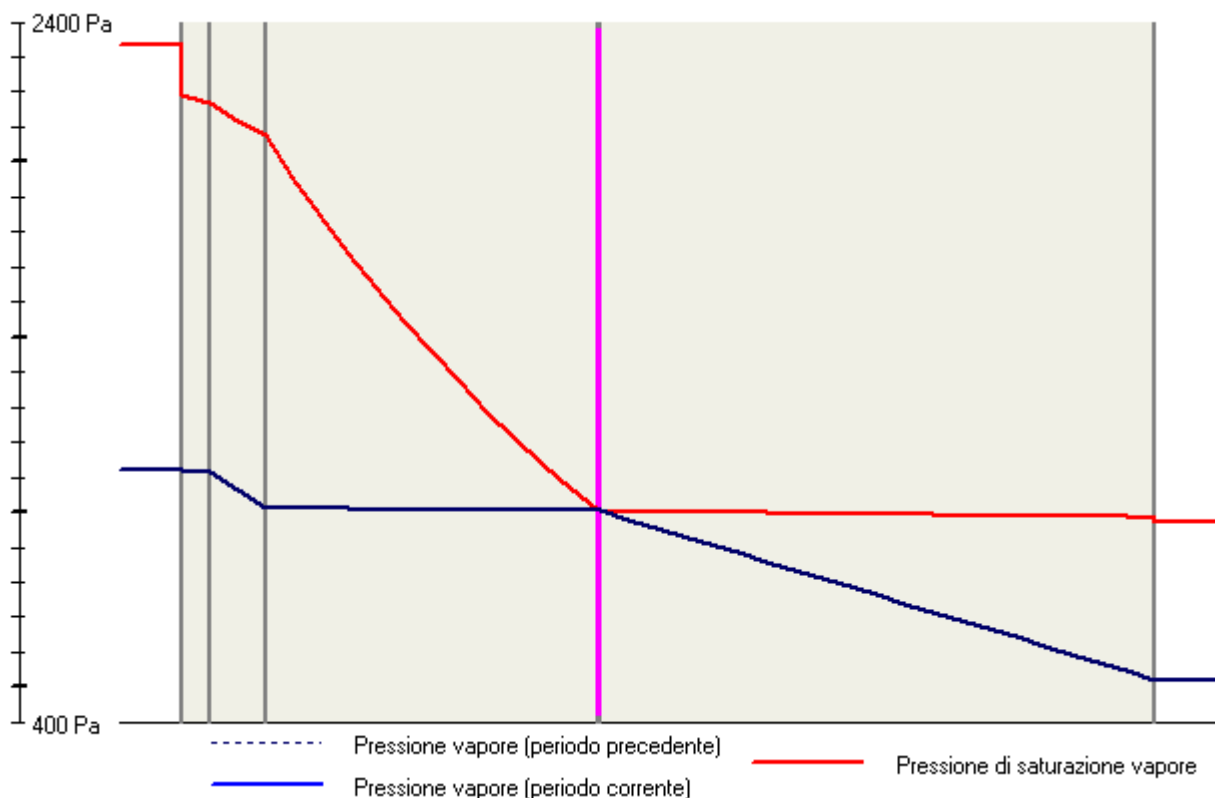
9 g/m²

Q.tà massima di condensa durante l'anno:

106 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

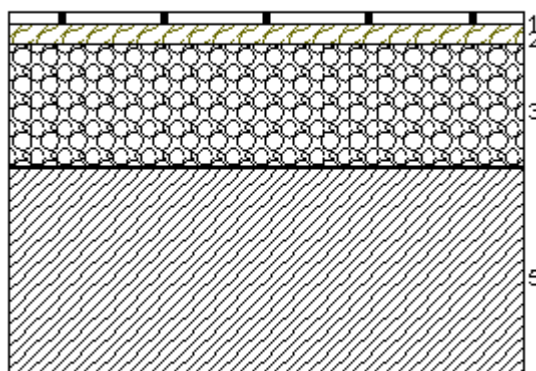
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn_B2**

Codice struttura:

P3

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
4	Carta kraft	0,8	0,170	213	590	0,089	0,089	0,005
5	Pietra di Luserna	200	3,000	15,000	2700	0,020	0,020	0,067
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**350,8**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,320**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,120****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1345	-1,2	454
Estiva (luglio)	21,7	1667	21,7	1667

 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 108 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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

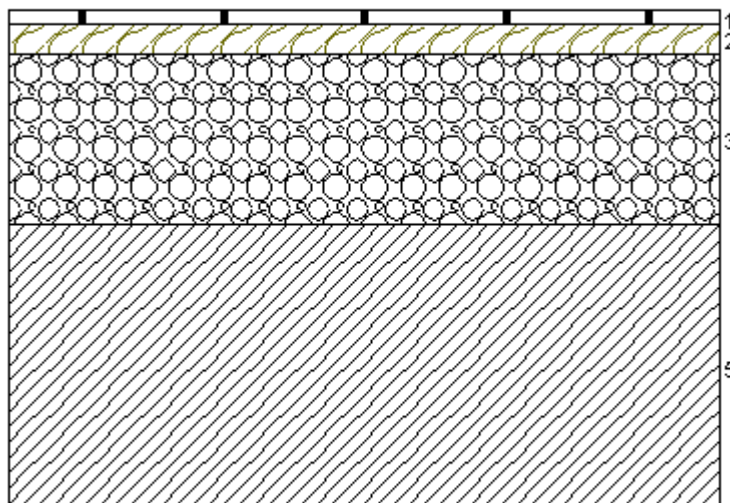
Vento m/s
 Resistenza superficiale interna m²K/W
 Resistenza superficiale esterna m²K/W
 Maggiorazione isolante / non isolante %

POTENZA**CCR**

2,8
 0,170
 0,040
 100% / 100%

1,4
 0,170
 0,072
 50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² 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	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
4	Carta kraft	590	2250	0%	0,8	0,170	0,005	0,170	0,005
5	Pietra di Luserna	2700	10000	0%	200	3,000	0,067	3,000	0,067
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **350,8** mmR m²K/W**3,160****3,701**Massa areica **568** kg/m²U W/m²K**0,316****0,270**

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: -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: 0,099 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,923$

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

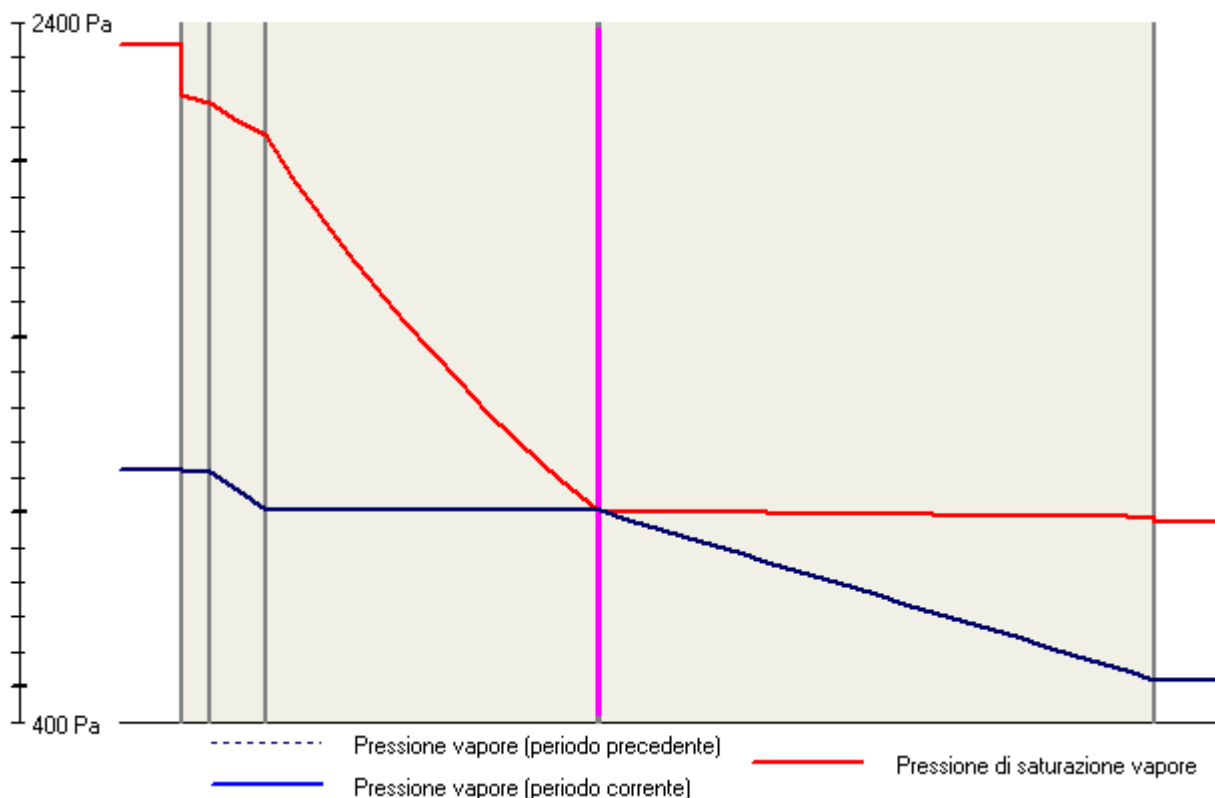
9 g/m²

Q.tà massima di condensa durante l'anno:

108 g/m²

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: **Marzo**



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 ²	25,72 €/m ²
Intonaco interno	81,05 €/m ²	33,80 €/m ²
Cartongesso, montanti in legno	-	37,79 €/m ²
Costo intervento	124,81 €/m²	97,31 €/m²
Costo complessivo	19.844,79 €	15.472,29 €

Elemento	SOLAIO INFERIORE	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATO CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Costo dei materiali		
Isolante termico e carta kraft	47,00 €/m ²	23,06 €/m ²
Tavolato e magatelli	39,56 €/m ²	39,56 €/m ²
Pavimento in legno	47,90 €/m ²	47,90 €/m ²
Costo intervento	134,46 €/m²	110,52 €/m²
Costo complessivo	8 739,90 €	7 183,80 €

Elemento	COPERTURA	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Tavolato, listelli, controlistelli	72,20 €/m ²	72,20 €/m ²
Guaine	6,74 €/m ²	6,74 €/m ²
Pannelli isolanti	38,44 €/m ²	23,06 €/m ²
Costo intervento	117,38 €/m²	102,00 €/m²
Costo complessivo	15.259,40 €	13.260,00 €

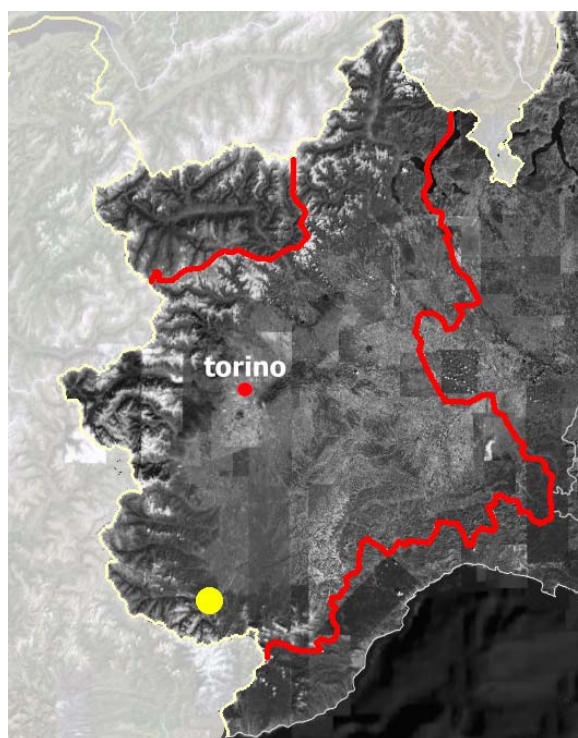


Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO
Materiali utilizzati	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4
Serramento in larice	227,00 €/m ²
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m ²
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m ²
Costo intervento	329,90 €/m²
Costo complessivo	2.705,18 €

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	
B1 – Isolante in fibra di legno	
Costo totale intervento retrofit energetico	46.589,27 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	8,3
B2 – Isolante in fibra di cellulosa	
Costo totale intervento retrofit energetico	38.621,27 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	8,4



Denominazione	Villa Marsiglia
Indirizzo	Via Dante Livio Bianco 3
Città	Valdieri (CN)
Comunità montana	Valli Gesso e Vermenagna
Data di costruzione	1925
Tipologia edificio	Casa isolata
Superficie utile	288 mq



Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Basso
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	Residenziale



Analisi tipologica dell'edificio

A

10



Prospetto principale



Prospetto principale



Prospetto sul retro



Prospetto sul retro



Particolari delle coperture



Particolari dei balconi



Particolari esterno



Particolari esterno





Analisi tipologica dell'edificio **A** **10**



Interno



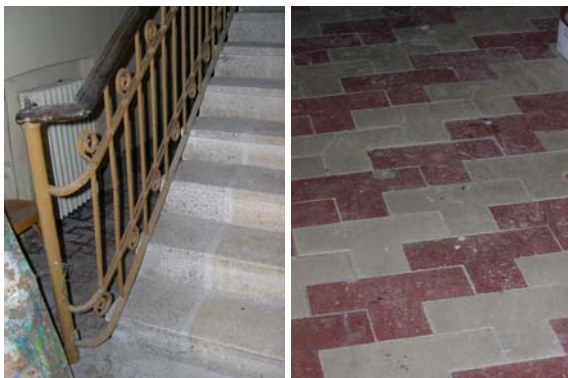
Interno



Particolare del soffitto



Particolare del soffitto



Particolari interni



Particolari interni



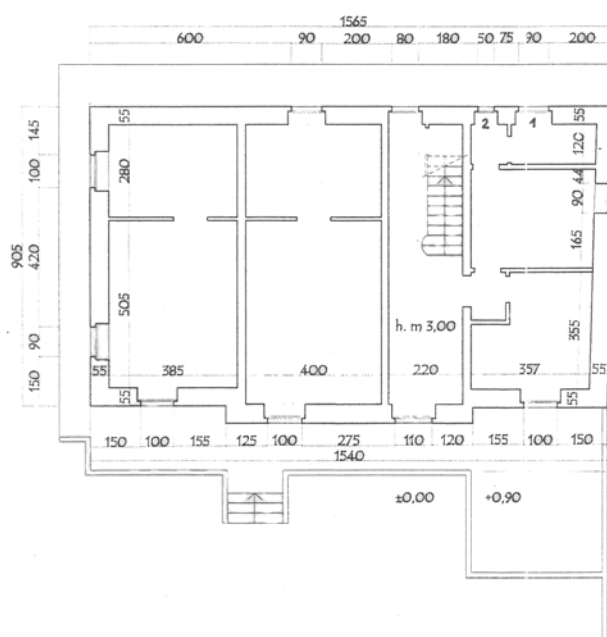
Particolari interni



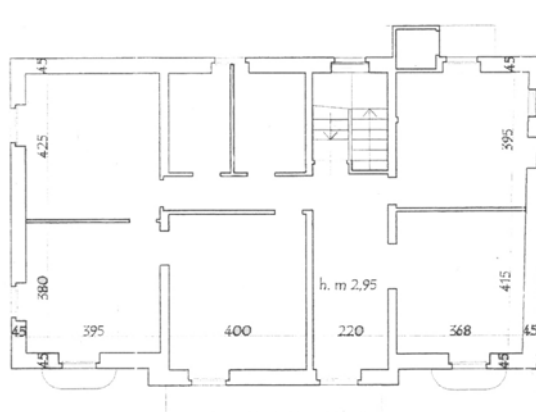
Particolari interni



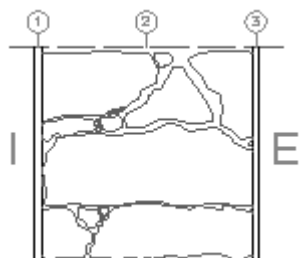
Pianta Piano Interrato



Pianta Piano Rialzato



Pianta Piano Primo



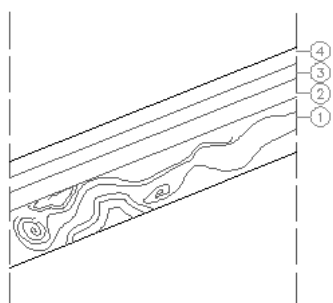
1 intonaco	2,5	cm
2 Pietra calcarea	50	cm
3 intonaco	2,5	cm

Parete portante

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

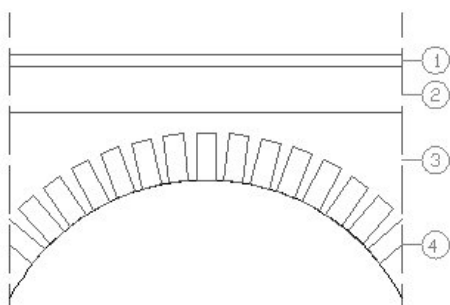


Serramenti



1 Travi in legno	18	cm
2 Travetti	6	cm
3 Tavolato	4	cm
4 Lamiera	8	cm

Copertura



1 Pavimento in ceramica	3	cm
2 Sottofondo	12	cm
3 Riempimento in sabbia	5	cm
4 Volta in mattoni	12	cm

Solaio inferiore



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B** 10

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m ² °C)	Superficie (m ²)
Parete portante	2,4	339
Parete portante su zona non riscaldata	2,2	24
Parete controterra	2,7	98
Copertura	2,0	207
Solaio inferiore	3,3	114
Area vetrata	3,5	39

Rendimento ipotetico del sistema di riscaldamento	0.7	
Massa termica	160	Wh/m ² K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m ²
Gradi giorno	3275	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO

ELEMENTO	Perdite (kWh/m ² anno)	% sul totale
Pareti	318	43
Copertura	128	17
Solaio inferiore	169	23
Serramenti	42	6
Ventilazione	84	11
TOTALE	741	100



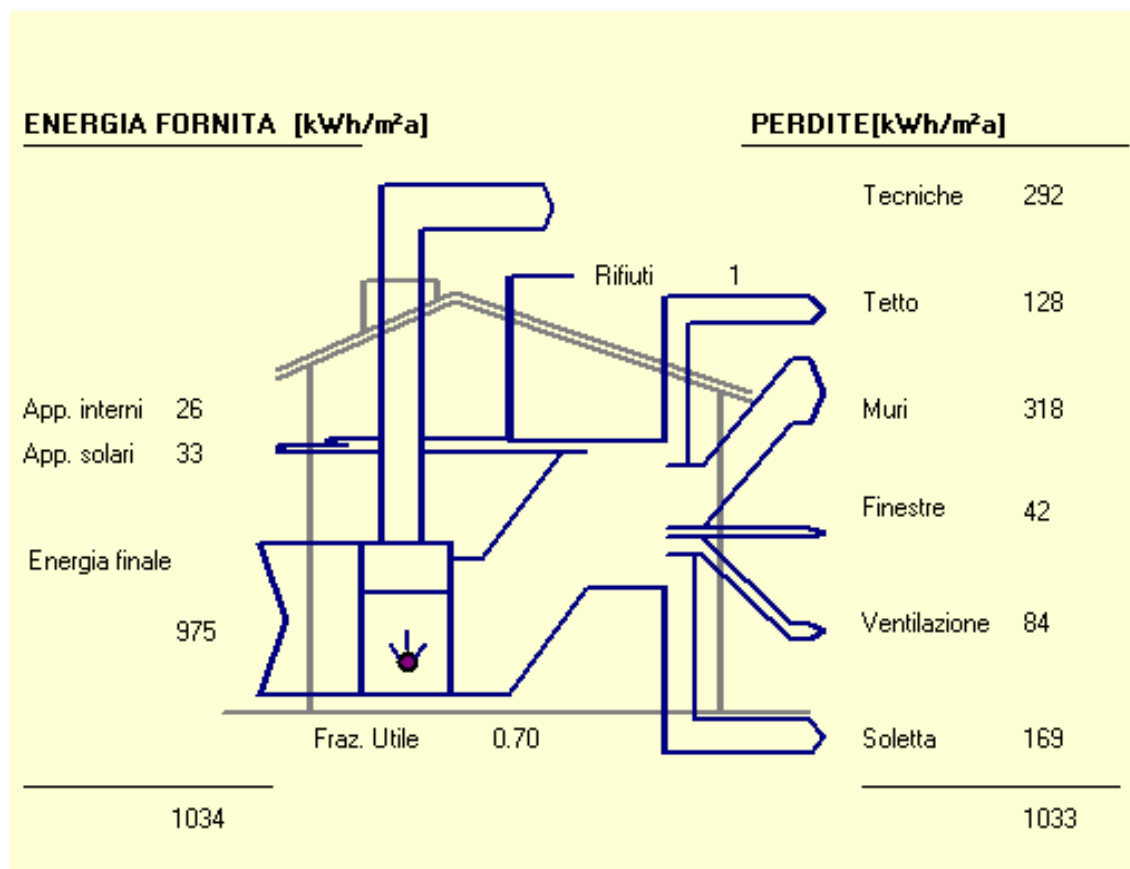
Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto

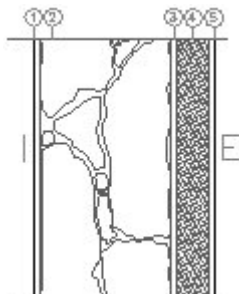
B

10

Fabbisogno energia primaria	975	kWh/m2 anno
Apporti solari	33	kWh/m2 anno
Apporti interni	26	kWh/m2 anno

BILANCIO ENERGETICO





Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno intonacati

1	Intonaco	2,5	cm
2	Pietra calcarea	50	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

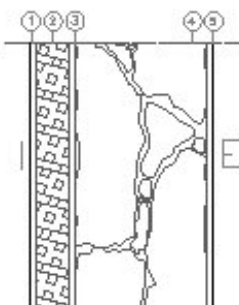
69 cm

Tramittanza

0,32 W/m² °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento

36 kWh/m²



Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa:

1	Cartongesso	2	cm
2	Pannello in fibra di cellulosa	12	cm
3	Intonaco	2,5	cm
4	Pietra calcarea	50	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

69 cm

Tramittanza

0,32 W/m² °C

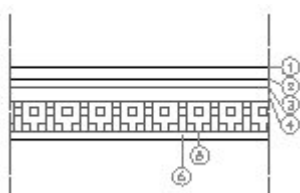
Calore disperso nella stagione di riscaldamento

36 kWh/m²



Serramenti

Descrizione	Sostituzione serramenti esistenti. Impiego di finestre con telaio in legno e vetrocamera (4-12-4)
Tramittanza	2,2 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	26 kWh/m ²

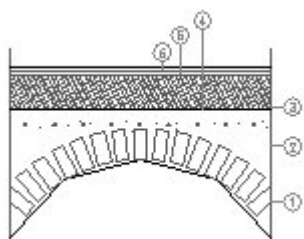


Isolamento della falda con pannelli in fibra di cellulosa

1	Rivestimento in pietra tipo gneiss	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	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	28 cm
Tramittanza	0,31 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	20 kWh/m ²

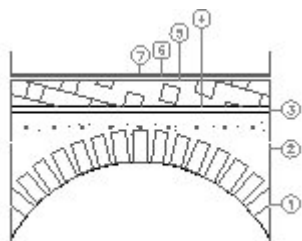


Isolamento del solaio con pannelli in fibra di legno:

1	Volta in mattoni	12	cm
2	Massetto in cls con rete	5	cm
3	Tavolato in legno	2	cm
4	Carta kraft	0,05	cm
5	Pannello in fibra di legno	10	cm
6	Pavimento in legno	1,8	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	31 cm
Tramittanza	0,33 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	4 kWh/m ²



Isolamento del solaio con pannelli in fibra di cellulosa:

1	Volta in mattoni	12	cm
2	Massetto in cls con rete	5	cm
3	Tavolato in legno	2	cm
4	Carta kraft	0,05	cm
5	Pannello in fibra di cellulosa	10	cm
6	Pavimento in legno	1,8	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	31 cm
Tramittanza	0,33 W/m ² °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	4 kWh/m ²



Valutazione prestazione energetica dell'edificio post retrofit **D** **10**

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m ² °C)		Superficie (m ²)
	Ipotesi B1 isolante in fibra di legno	Ipotesi B2 isolante in fibra di cellulosa	
Parete portante	0,32	0,32	339
Parete portante su zona non riscaldata	0,31	0,31	24
Parete controterra	0,33	0,33	98
Copertura	0,31	0,31	207
Solaio inferiore	0,33	0,33	114
Area vetrata	2,2	2,2	39
Rendimento del sistema di riscaldamento	0.75	0.8	
Massa termica	160	0.7	Wh/m2 K
Ricambi d'aria	1	160	Vol/h
Temperatura interna	20	1	°C
Guadagni interni	4	20	W/m2
Gradi giorno	3275	4	°C
Temperatura di progetto	-11	3275	°C

BILANCIO ENERGETICO

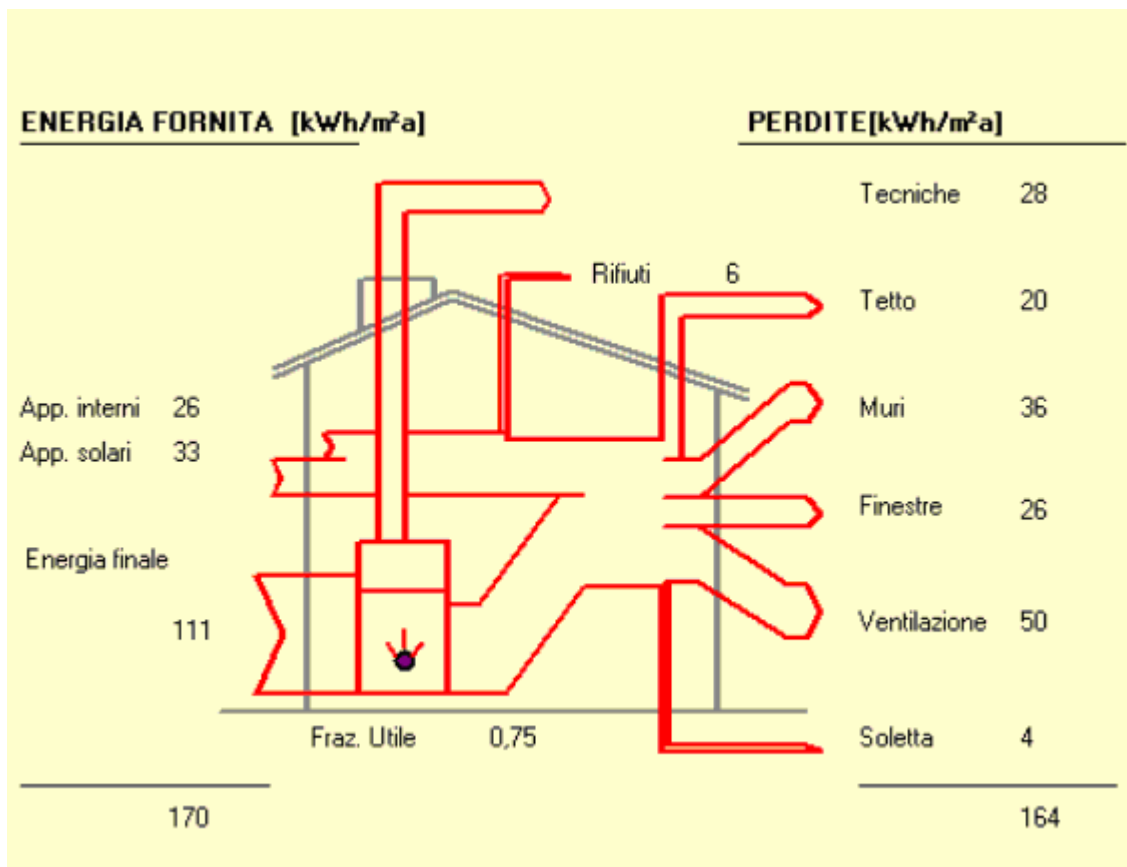
ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	36	26
Copertura	20	15
Solaio inferiore	4	3
Serramenti	26	19
Ventilazione	50	37
TOTALE	136	100



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **D 10**

Fabbisogno energia primaria	111	kWh/m ² anno
Apporti solari	33	kWh/m ² anno
Apporti interni	26	kWh/m ² anno

BILANCIO ENERGETICO





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**

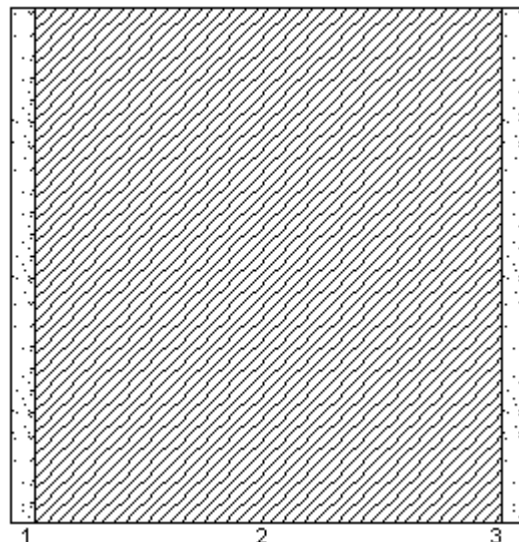
Codice struttura:

M1

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Intonaco di calce	25	0,870	34,800	1800	20,000	20,000	0,029
2	Muratura in pietra calcarea	500	2,700	5,400	2000	1,000	1,333	0,185
3	Intonaco di calce	25	0,870	34,800	1800	20,000	20,000	0,029
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**550**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**2,423**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,413**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1271	-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 ____ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 848 g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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: 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:

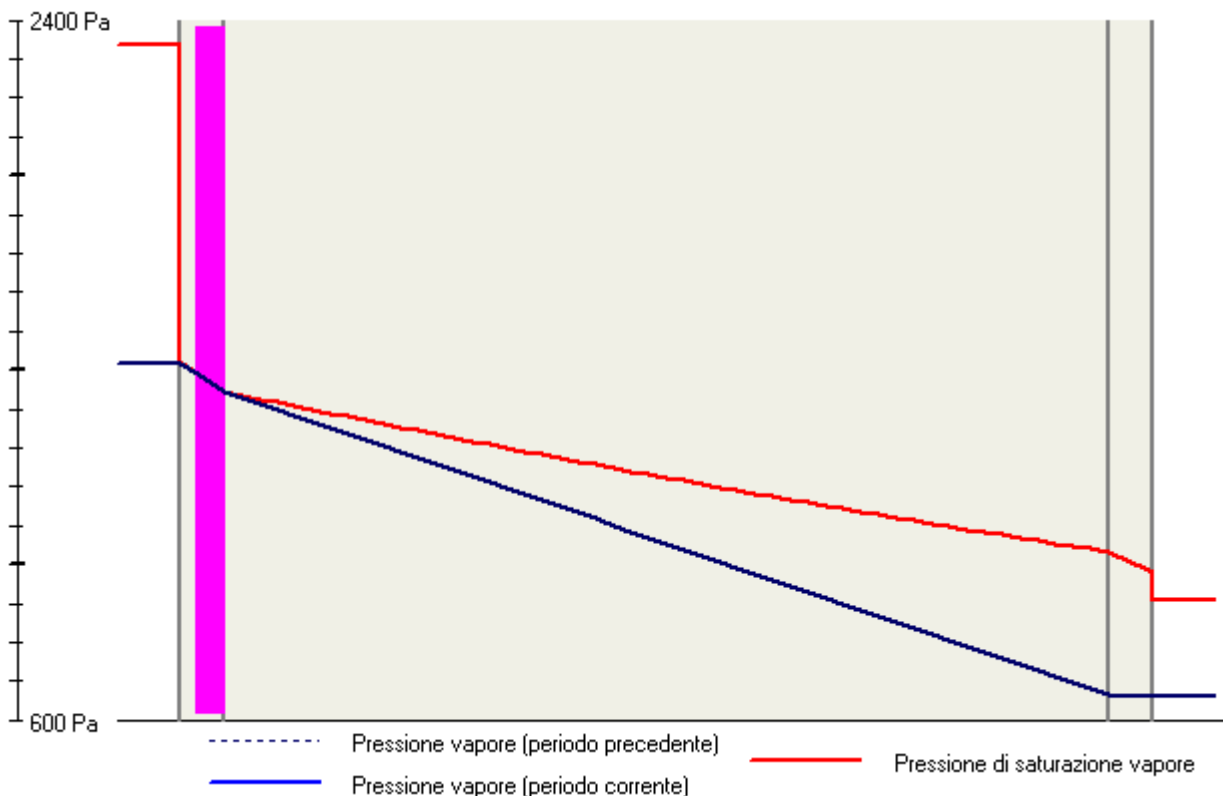
RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:Permeanza: 1,990 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa per UR_{sup,amm} 80,0%
 Mese critico Gennaio f_{Rsi}^{max} 0,836 ≤ f_{Rsi} 0,531

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: 848 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: **MI_A**

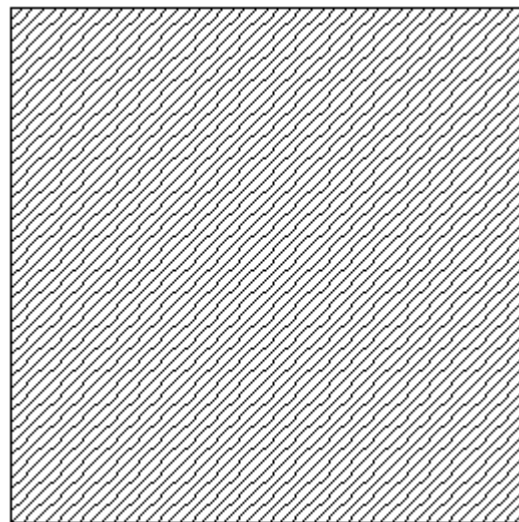
Codice struttura:

M4

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Muratura in pietra calcarea	550	2,700	4,909	2000	1,000	1,333	0,204
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**550**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**2,676**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,374**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1519	10,1	1240
Estiva (luglio)	20,6	1576	10,1	1240

 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 54 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a ____ g/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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: MI_A

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 10,15 °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: 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: 1,818 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Ottobre

 $f_{Rsi}^{max} 0,664 \leq f_{Rsi} 0,494$

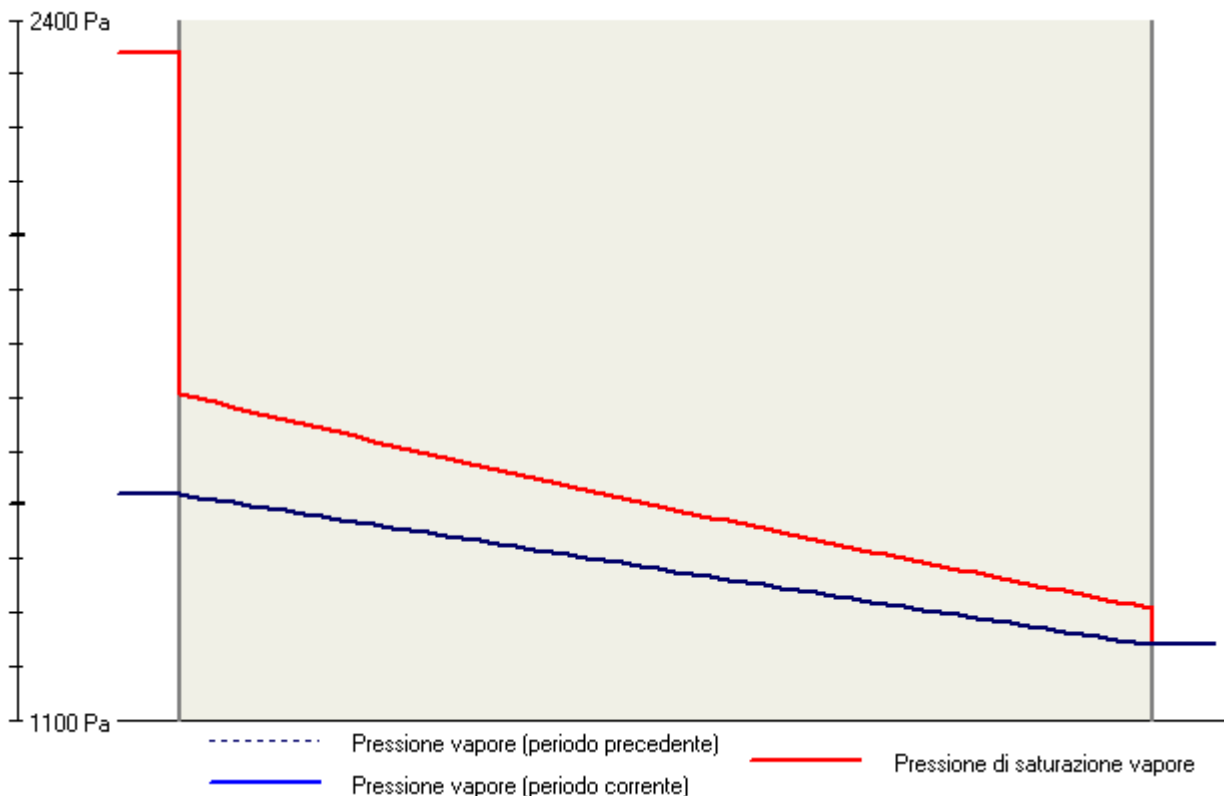
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIOTipo di struttura: **MN_A**

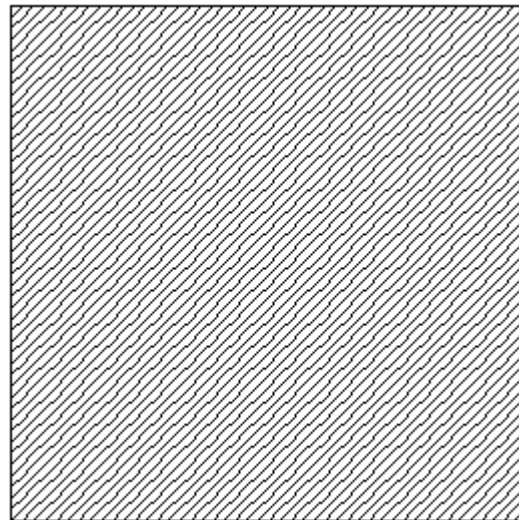
Codice struttura:

M5

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Muratura in pietra calcarea	550	2,700	4,909	2000	1,000	1,333	0,204
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**550**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**2,157**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,464**

Interno



Esterno

1

Simbologia:

s spessore dello strato
C conduttanza
 λ conduttività
 ρ massa volumica

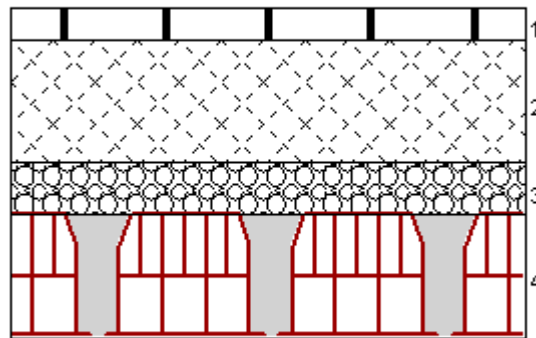
δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%
 δu permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%
R resistenza termica dei singoli strati

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIOTipo di struttura: **SINn_A**

Codice struttura:

P1

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	30	1,000	33,333	2300	1,000	1,000	0,030
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	120	1,490	12,417	2200	2,857	2,857	0,081
3	Sabbia secca (um. < 1%)	50	0,600	12,000	1700	13,333	13,333	0,083
4	Volta in mattoni	120	0,900	7,500	2000	20,000	20,000	0,133
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**320**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**1,703**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**0,587**

Simbologia:

s spessore dello strato
C conduttanza
 λ conduttività
 ρ massa volumica

δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%
 δu permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%
R resistenza termica dei singoli strati

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

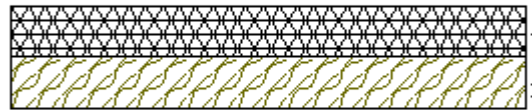
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C_1**

Codice struttura:

S5

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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**Conduzzanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**2,007**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/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/m²

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

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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 m²K/W
 Resistenza superficiale esterna m²K/W
 Maggiorazione isolante / non isolante %

POTENZA**CCR**

3,2
 0,100
 0,040
 100% / 100%

1,6
 0,100
 0,068
 100% / 100%

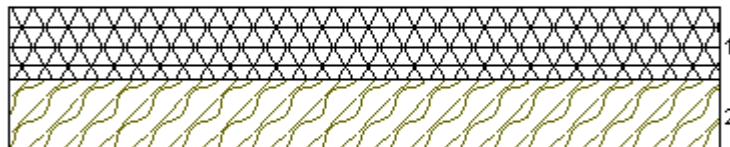
N.	Descrizione	ρ [Kg/m ³]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	2000	1	24%	50	0,990	0,051	0,990	0,051
2	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	43	80%	50	0,180	0,278	0,180	0,278
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 100 mm
 Massa areica 123 kg/m²

R m²K/W
 U W/m²K

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 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR_{sup,amm} 80,0%

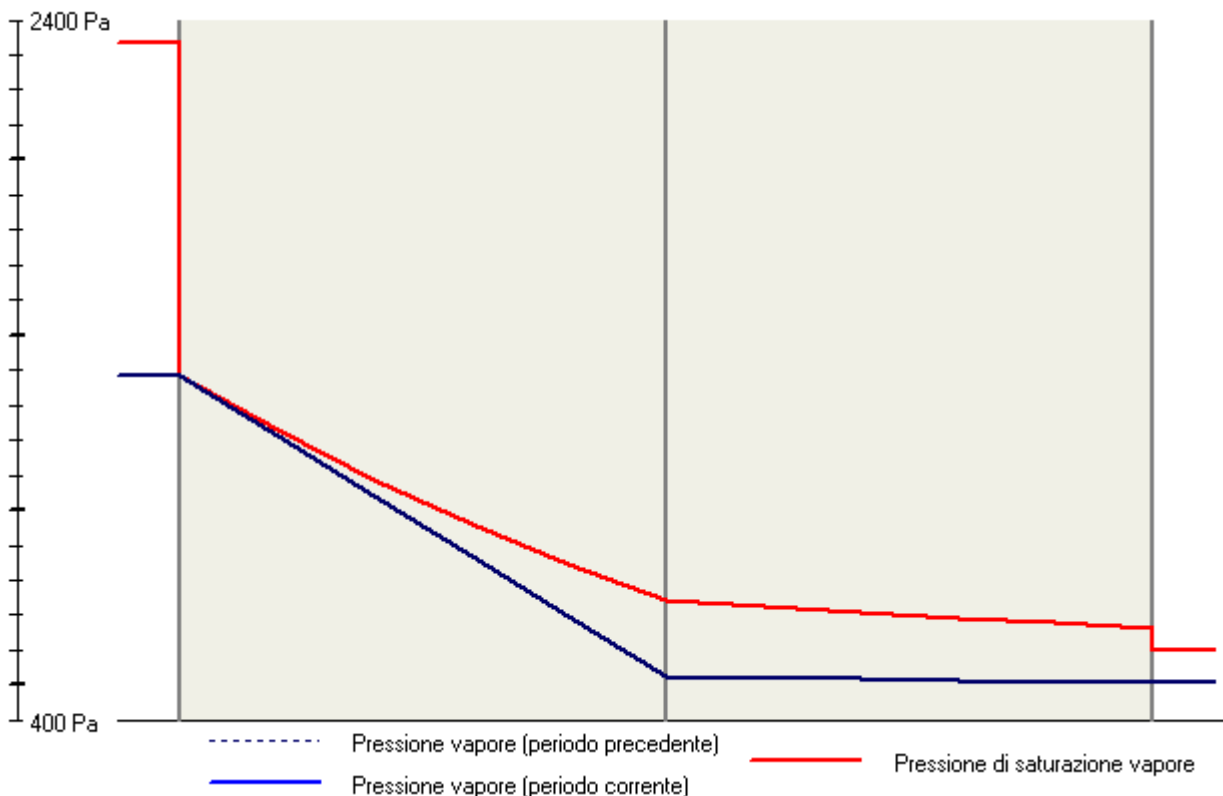
Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,836 \leq f_{Rsi} 0,596$

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





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**

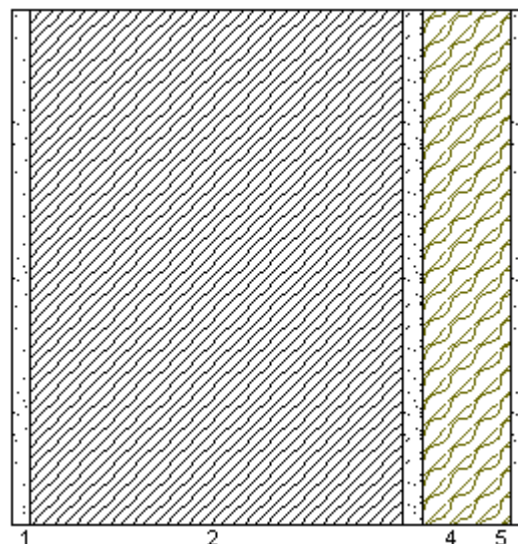
Codice struttura:

M6

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	25	0,700	28,000	1400	20,000	33,333	0,036
2	Muratura in pietra calcarea	500	2,700	5,400	2000	1,000	1,333	0,185
3	Intonaco di calce e sabbia	25	0,700	28,000	1400	20,000	33,333	0,036
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)**690**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,320**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,122**

Interno



Esterno

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 106 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a ____ g/m²

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 602 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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:

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: 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: 1,974 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,836 \leq f_{Rsi} 0,923$

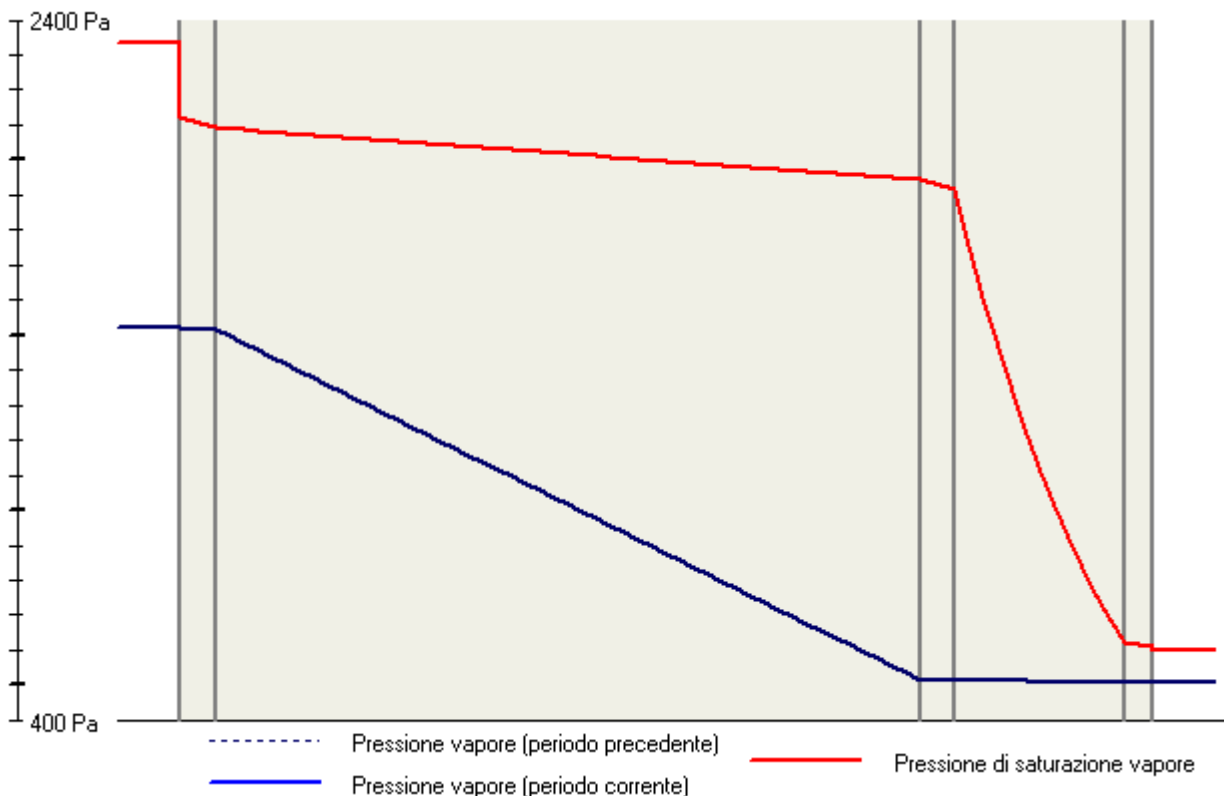
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

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: **MI_B1**

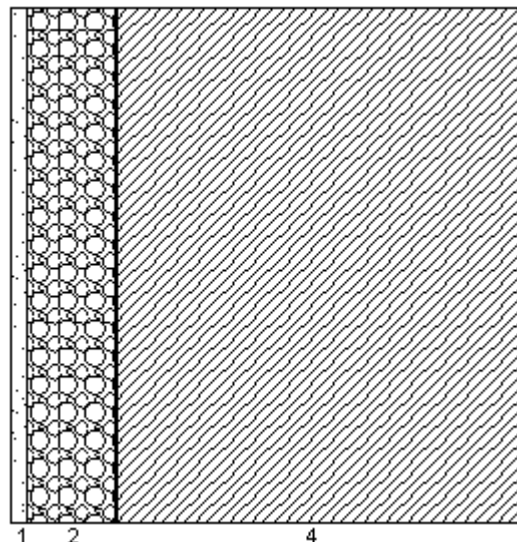
Codice struttura:

M7

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	Impermeabilizzazione con PVC in fogli	1,5	0,160	107	1400	0,004	0,004	0,009
4	Muratura in pietra naturale	550	2,500	4,545	2500	2,000	2,000	0,220
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**691,5**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,318**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,146**

Interno



Esterno

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1519	10,1	1240
Estiva (luglio)	20,6	1576	10,1	1240

 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 1910 g/m²

Tale quantità non 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 711 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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: MI_B1

Codice struttura:

M7

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 10,15 °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: 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: 1,532 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva per UR_{sup,amm} 80,0%
 Mese critico Ottobre $f_{Rsi}^{max} 0,664 \leq f_{Rsi} 0,923$

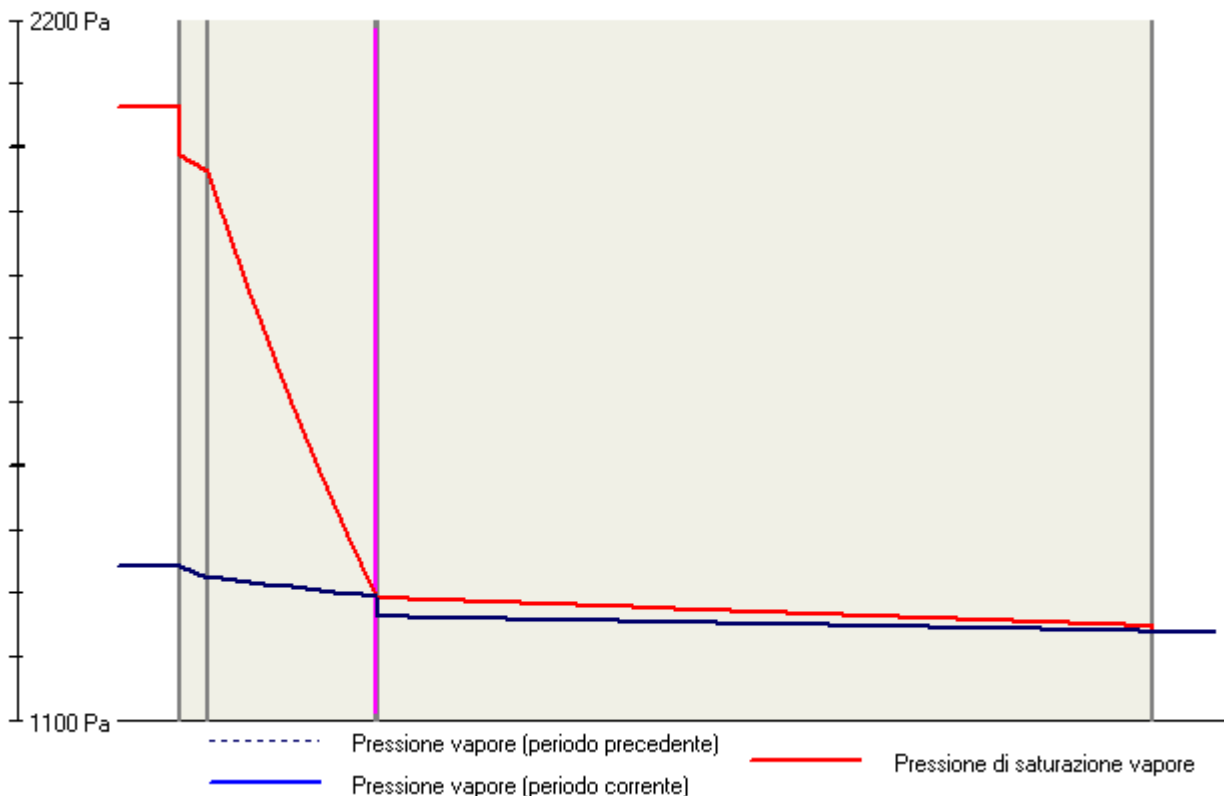
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata: Settembre
 Quantità di condensa ammissibile: 100 g/m²
 Q.tà massima di condensa durante l'anno: 1910 g/m²
 L'evaporazione alla fine della stagione è: Incompleta

Grafico delle pressioni del mese di: Settembre



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIOTipo di struttura: **MN_B1**

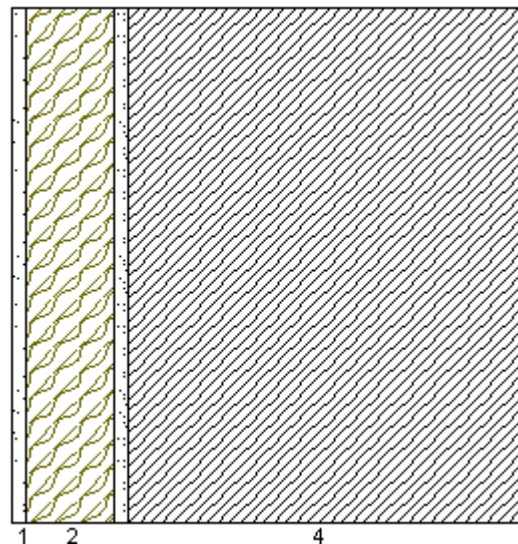
Codice struttura:

M8

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
4	Muratura in pietra calcarea	550	2,700	4,909	2000	1,000	1,333	0,204
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**710**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,314**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,188**

Interno



Esterno

Simbologia:

s spessore dello strato
C conduttanza
 λ conduttività
 ρ massa volumica

δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%
 δu permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%
R resistenza termica dei singoli strati

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME_B2**

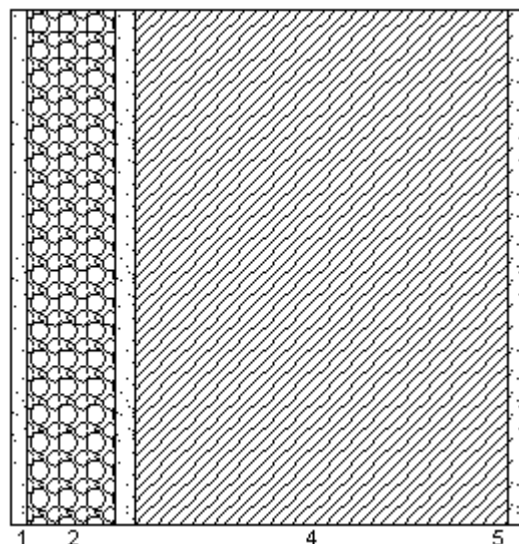
Codice struttura:

M9

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	25	0,700	28,000	1400	20,000	33,333	0,036
4	Muratura in pietra calcarea	500	2,700	5,400	2000	1,000	1,333	0,185
5	Intonaco di calce e sabbia	25	0,700	28,000	1400	20,000	33,333	0,036
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**690**Conduzzanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,315**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,173**

Interno



Esterno

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 ____ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 3545 g/m²

Tale quantità non 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 605 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduzzanza

 λ conduzzività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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:

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: 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:

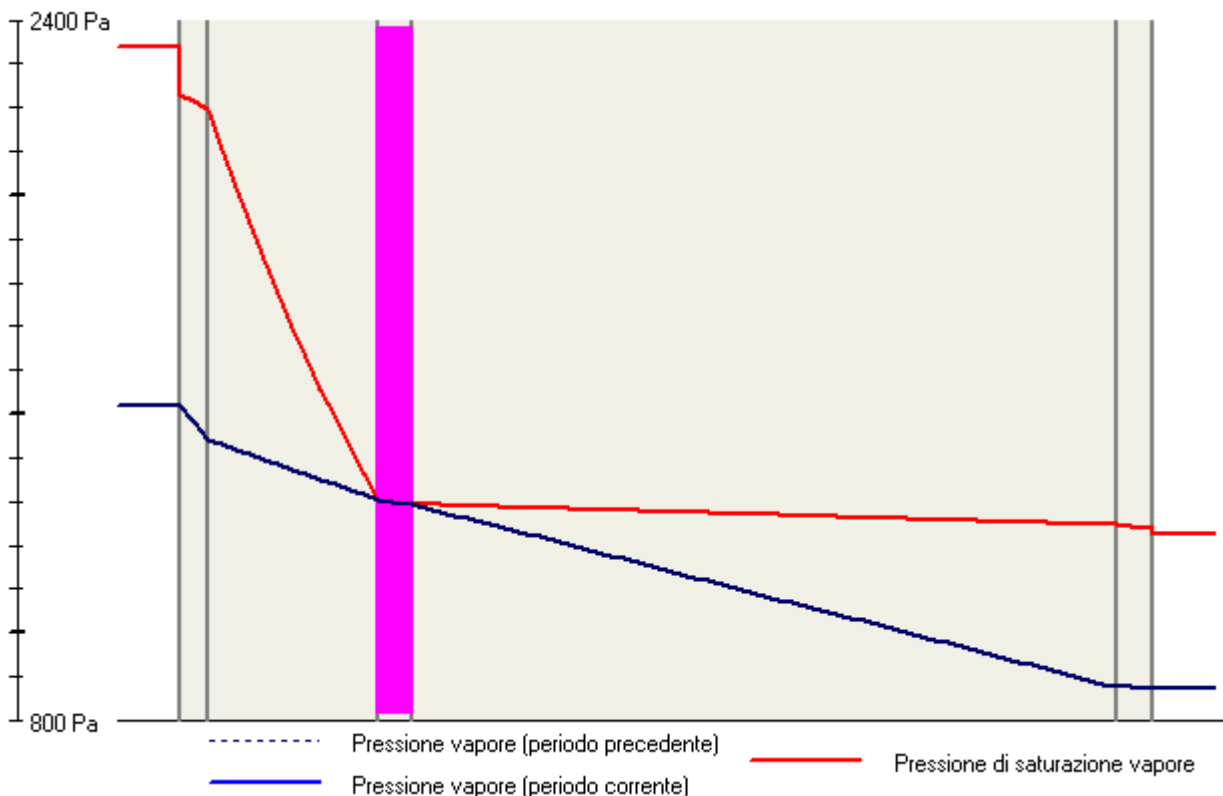
RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:Permeanza: 1,979 10⁻¹² kg/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Positiva per UR_{sup,amm} 80,0%
Mese critico Gennaio f_{Rsi}^{max} 0,836 ≤ f_{Rsi} 0,924

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Negativa

Verifica termoigrometrica: Mese con massima condensa accumulata: Aprile
Quantità di condensa ammissibile: 100 g/m²
Q.tà massima di condensa durante l'anno: 3545 g/m²
L'evaporazione alla fine della stagione è: Incompleta

Grafico delle pressioni del mese di: Aprile



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIOTipo di struttura: **MN_B2**

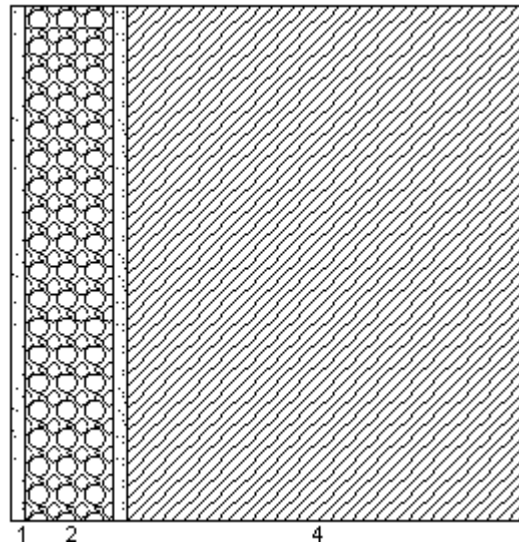
Codice struttura:

M10

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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 calcarea	550	2,700	4,909	2000	1,000	1,333	0,204
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**710**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,309**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,239**

Interno



Esterno

Simbologia:

s spessore dello strato
C conduttanza
 λ conduttività
 ρ massa volumica

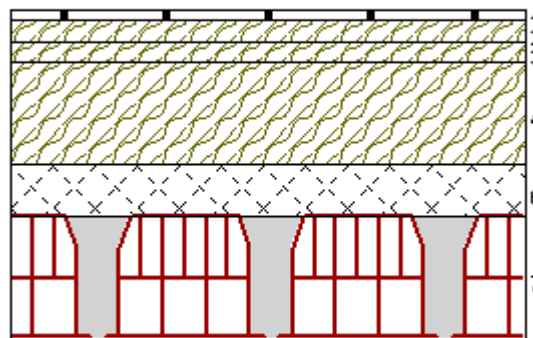
δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%
 δu permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%
R resistenza termica dei singoli strati

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIOTipo di struttura: **SINn_B1**

Codice struttura:

P2

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	100	0,045	0,450	250	40,000	15,385	2,222
5	Carta kraft	0,5	0,170	340	590	0,089	0,089	0,003
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50	1,490	29,800	2200	2,857	2,857	0,034
7	Volta in mattoni	120	0,900	7,500	2000	20,000	20,000	0,133
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**320,5**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,330**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,031**

Simbologia:

s spessore dello strato
C conduttanza
 λ conduttività
 ρ massa volumica

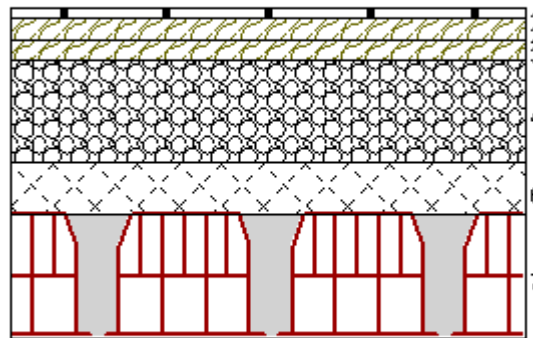
δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%
 δu permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%
R resistenza termica dei singoli strati

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIOTipo di struttura: **SINn_B2**

Codice struttura:

P4

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
4	Pannelli in fibra di cellulosa	100	0,045	0,450	85	66,667	66,667	2,222
5	Carta kraft	0,5	0,170	340	590	0,089	0,089	0,003
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50	1,490	29,800	2200	2,857	2,857	0,034
7	Volta in mattoni	120	0,900	7,500	2000	20,000	20,000	0,133
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE
totale (mm)**320,5**Conduttanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,330**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/W)**3,031**

Simbologia:

s spessore dello strato
C conduttanza
 λ conduttività
 ρ massa volumica

δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%
 δu permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%
R resistenza termica dei singoli strati

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

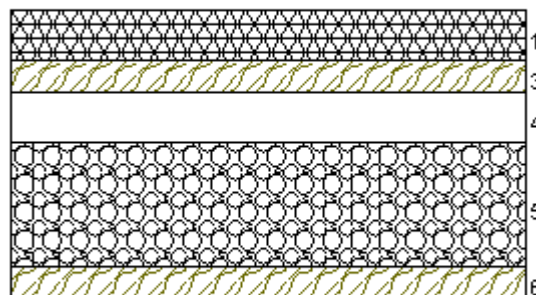
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **CESTER_B1**

Codice struttura:

S6

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	ρ [Kg/m ³]	δa [10 ⁻¹² kg/msPa]	δu [10 ⁻¹² kg/msPa]	R [m ² 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**Conduzzanza unitaria
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria
superficiale esterna**43,254**TRASMITTANZA
TOTALE (W/m²K)**0,312**Resistenza unitaria
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria
superficiale esterna**0,023**RESISTENZA TERMICA
TOTALE (m²K/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/m²

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 conduzzanza

 λ conduttività ρ massa volumica δa permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% δu 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

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/sm² PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,023 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR_{sup,amm} 80,0%

Mese critico Gennaio

 f_{Rsi}^{max} 0,836 ≤ f_{Rsi} 0,925

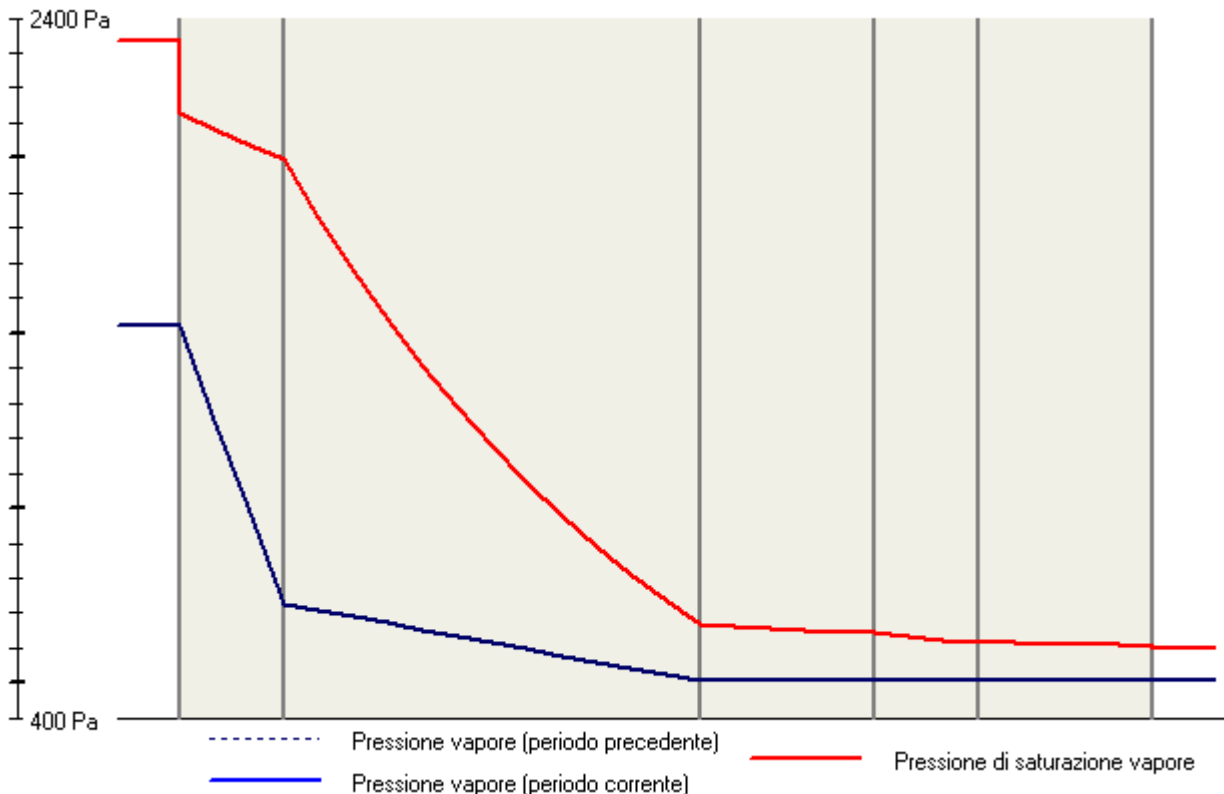
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

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 ²	25,72 €/m ²
Intonaco esterno	47,25 €/m ²	-
Cartongesso	-	37,79 €/m ²
Costo intervento	91,01 €/m²	63,51 €/m²
Costo complessivo	30.852,39 €	21.529,89 €

Elemento	SOLAIO INFERIORE	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATO CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Costo dei materiali		
Calcestruzzo	21,93 €/m ²	21,93 €/m ²
Isolante termico e carta kraft	31,94 €/m ²	23,93 €/m ²
Tavolato e magatelli	39,56 €/m ²	39,56 €/m ²
Pavimento in legno	47,90 €/m ²	47,90 €/m ²
Costo intervento	141,33 €/m²	133,32 €/m²
Costo complessivo	16.111,62 €	15.198,48 €

Elemento	COPERTURA	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Tavolato, listelli, controlistelli	72,20 €/m ²	72,20 €/m ²
Guaine	6,74 €/m ²	6,74 €/m ²
Pannelli isolanti	38,44 €/m ²	23,06 €/m ²
Costo intervento	117,38 €/m²	102 €/m²
Costo complessivo	24.297,66 €	21.114,00 €



Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO
Materiali utilizzati	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4
Serramento in larice	227,00 €/m ²
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m ²
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m ²
Costo intervento	329,90 €/m²
Costo complessivo	12 866,10 €

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	
B1 – Isolante in fibra di legno	
Costo totale intervento retrofit energetico	84.127,77 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	8
B2 – Isolante in fibra di cellulosa	
Costo totale intervento retrofit energetico	70708,37 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	8,1