



PROGETTAZIONE DI UN PADIGLIONE IN TERRA-PAGLIA CON STRUTTURA PORTANTE IN LEGNO

(prima parte)

Studentessa: Kawtar Brini | Relatore: prof. Andrea Bocco
Luglio 2022

//

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il Progetto Sostenibile

A.A. 2021/2022

**Progettazione di un padiglione in terra-paglia
con struttura portante in legno**

(prima parte)



Relatore
prof. Andrea Bocco

Studentessa
Kawtar Brini
s279553

//

*Per riconoscere il potenziale che il futuro ha da offrirci,
bisogna fare un passo indietro ed osservare, sotto una
luce diversa, ciò che il passato ci ha offerto.*

Ai miei genitori

//

Indice



10	Abstract IT
11	Abstract EN
12	Premessa
14	Capitolo 1
15	1.1 Cenni Storici
19	1.2 Uso della terra nella tradizione italiana
28	1.3 La tecnica della terra alleggerita (terra-paglia)
33	1.3.1 Metodo della posa a umido
36	1.3.2 Metodo della posa a secco
39	Capitolo 2
40	2.1 Introduzione al progetto
42	2.2 Sito del padiglione
44	2.3 Studio del padiglione
47	2.4 I materiali oltre alla terra-paglia
54	2.5 Soluzione 1: sistema a telaio ordinario
58	2.5.1 Abaco stratigrafie
60	Abaco stratigrafie parete a secco
71	Abaco stratigrafie parete a umido
82	Abaco stratigrafie copertura a umido

Indice



39	Capitolo 2
90	2.6 Soluzione 2: sistema a griglia con nodo in stile giapponese
93	2.6.1 Studio parete perimetrale
97	Abaco stratigrafie parete
108	2.6.2 Studio copertura piana
109	Abaco stratigrafie copertura
115	Capitolo 3
116	3.1 Studio della costruibilità della parete in stile giapponese
121	3.2 Relazione prova pratica
127	3.3 Fotoreport
137	Conclusioni
138	4.1 Il padiglione
143	Riferimenti
147	Ringraziamenti
149	Allegati

//

ABSTRACT IT

Progettazione di un padiglione in terra-paglia con lo scopo di comparare e confrontare i dati sviluppati con altri padiglioni di tecnologia differente.

La prima parte di questa tesi presenta un piccolo accenno storico sulle costruzioni in terra, riconoscendo questa tecnica costruttiva come una delle più antiche.

Nel secondo capitolo ci si è concentrati sulla progettazione di un padiglione in terra paglia con struttura portante in legno.

Nel capitolo tre si è riportano i test pratici e di costruibilità con conseguente raccolta dati.

ABSTRACT EN

A study and planning of an earth-straw pavilion with the purpose of comparing and contrasting the data developed with other pavilions designed with different technology.

The first part of this thesis presents a small historical overview of earthen construction, recognizing this construction technique as one of the oldest.

In the second chapter, we focused on the design of a earth straw pavilion with a wooden supporting structure.

In chapter three we moved on to the practical phase of the project, where we carry out practical and constructability tests with consequent data collection.

Premessa

La stesura di questa tesi, oltre a un'opportunità di formazione e approfondimenti di una tematica interessante, ha notevolmente contribuito a cambiare la mia visione e il modo di pensare nel campo della progettazione.

L'architettura oggi sta cercando sempre più di trovare metodi alternativi a quelli basati sui convenzionali materiali da

costruzione; questa continua ricerca dovrebbe avere, tra i suoi principali scopi, quello di rendere più sostenibile il mondo delle costruzioni riducendone l'impronta ecologica, anche attraverso un impiego maggiore di materiali naturali, mantenendo lo scopo di creare uno spazio abitativo salubre e piacevole per i fruitori.

Ovviamente, per raggiungere risultati significativi, bisogna svolgere ricerche, studi, analisi, prove di laboratorio e prove costruttive, così da avere abbastanza dati per riconoscere l'efficacia delle ipotesi formulate, includendo non solo i successi, ma anche i fallimenti e i vicoli ciechi che si incontrano lungo il percorso.

Questa tesi vuole, perciò, affrontare il tema delle costruzioni in terra-paglia con struttura in legno, come alternativa valida ai materiali da costruzione sintetici e dannosi di uso comune.

Capitolo 1

15

19

28

33

36

1.1 Cenni storici

1.2 Uso della terra nella tradizione italiana

1.3 La tecnica della terra alleggerita
(terra-paglia)

1.3.1 Metodo della posa a umido

1.3.2 Metodo della posa a secco

Costruzioni in terra: una nuova antica scelta costruttiva

1.1

Cenni Storici generali

Materiali artificiali come il vetro, gli isolanti sintetici, l'acciaio e il calcestruzzo sono diventati fondamentali nel campo dell'edilizia. L'utilizzo di questi materiali energivori sono sicuramente una alternativa economica ai materiali naturali, ma hanno effetti negativi sulla salute umana, sull'ecosistema e sulle risorse naturali, portandoci oggi a redarre relazioni con

indicatori e tabelle di calcolo con lo scopo di non superare una certa soglia critica di danneggiamento¹.

Il degrado ambientale procede di pari passo con l'abbandono delle tecniche costruttive tradizionali e locali, considerate poco attuali e a volte obsolete. Ciò ha portato ad un continuo abbandono, anche, delle testimonianze storiche di una tradizione millenaria quale è la costruzione in terra.

Le costruzioni in terra sono un argomento ampiamente discusso, in quanto si tratta di un materiale che viene impiegato in molte parti del mondo².

La presenza di un'architettura in terra è stata correlata alla geologia, alla economicità e alla

¹ Milena M., Turskis Z., Kazimieras Zavadskas E., *Sustainable Construction Taking into Account the Building Impact on the Environment*, Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 2010.

² Pacheco-Torgal F., Jalali S., *Earth construction: Lessons from the past for future eco-efficient construction*, Construction and Building Materials, Volume 29, 2012.

rapidità di approvvigionamento della materia prima, alla facilità di lavorazione.

Molteplici sono le manifestazioni, nel mondo, di questo materiale come tecnica costruttiva, che guidate da necessità differenti hanno dato vita a tipologie e soluzioni eterogenee³. Per esempio, nel sud-est e nell'ovest della Lituania, sono stati ritrovati resti di età preistorica, di costruzioni in terra-paglia; in Danimarca sono stati rinvenute prove di costruzioni in terra-paglia risalenti all'età del ferro, mentre in Svezia all'età vichinga⁴. Le metodologie costruttive di questi paesi hanno reso l'utilizzo della terra una buona alternativa alle costruzioni in legno.

Durante il Neolitico, le strutture di terra e legno divennero comuni

nel nord della Francia, nel Regno Unito e in Irlanda, ma la maggior diffusione avvenne in Germania.

Durante il Medioevo, gli edifici con struttura in legno o a graticcio, tamponati con terra-paglia o mattoni crudi, si diffusero sia nelle città che nelle aree rurali, della maggior parte del centro e nord Europa. Nella Polonia del XVII° e XVIII° secolo vi è una sovrapposizione di tipologie costruttive tradizionali e moderne. Grazie all'architetto polacco Piotr Aigner, ed a causa di un importante aumento del prezzo del legname, vi è una larga diffusione della terra come materiale costruttivo per gli edifici⁵.

Dopo la prima guerra mondiale, l'utilizzo di opuscoli esplicativi promossero la ripresa dell'impiego della terra nelle costruzioni.

Negli anni '20 ed '30 paesi come

³ Saracco M., Cruciani G., *Architettura in terra cruda; il caso delle Marche*, Alinea editrice, 2002.

⁴ Correia M., Dipasquale L., Mecca S., *Terra Europae. Earthen architecture in European Union*, Edizioni ETS, 2011.

⁵ Ibid.

il Belgio, la Svezia, la Norvegia e la Finlandia rispolverarono le conoscenze del passato sfruttando la terra-paglia come soluzione pratica nel campo dell'edilizia. Dopo la seconda guerra mondiale, la Germania, come la Polonia, sostenne l'uso della terra battuta e dell'adobe a causa della mancanza di altri materiali, favorendo la ricostruzione di emergenza post bellica; di fatto il primo earth building code redatto in Germania risale al 1944⁶.

Negli anni '40, Le Corbusier e Pierre Jeanneret progettarono le *maisons murondins*, abitazioni temporanee costituite da blocchi di terra compattata⁷. Molteplici furono le volte che Le Corbusier propose al governo questa soluzione, senza però avere

successo⁸.

Il nome "Murondins" è un neologismo composto dai termini "muro" e "tronchi"⁹.

L'Australia è stato uno dei primi paesi ad avere normative specifiche sulla costruzione di terra. I regolamenti australiani furono pubblicati nel 1952 dalla Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), sostituito poi nel 2002 dall'Australian Earth Building Handbook¹⁰.

La crescente consapevolezza della presenza di questa tipologia costruttiva ha permesso, negli anni, ad alcuni paesi di redigere normative per regolamentare l'utilizzo della terra in campo costruttivo, normative ancora oggi vigenti.

6 Pacheco-Torgal F., Jalali S., op. cit.

7 <http://www.atlasofinteriors.polimi.it/2017/11/14/le-corbusier-maison-murondins-1940/>.

8 McLeod M., *To make something with nothing: Le Corbusier's proposal for refugee housing- Les Constructions 'Murondins'*, The Journal of Architecture, 2018.

9 <http://www.atlasofinteriors.polimi.it/2017/11/14/le-corbusier-maison-murondins-1940/>.

10 Maniatidis V., Walker P., *A review of rammed earth construction*, University of Bath, 2003.



Figura 1
Muro in mattoni crudi in Danimarca,
Frilandsmuseet
(*Terra Europae*; p. 43)

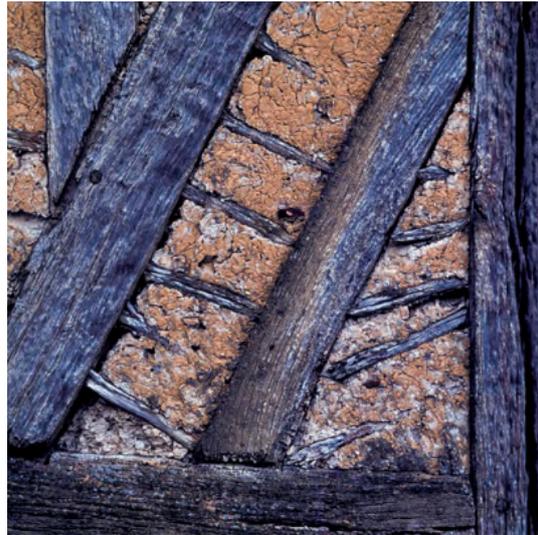


Figura 2
Muro in legno con terra-paglia compattata, Pays
d'Auge, regione di Caen, Normandia, Francia
(*Terra Europae*; p. 43)



Figura 3
Abitazione costruita con tecniche miste, museo
all'aperto di Arnhem, Paesi Bassi
(*Terra Europae*; p. 54)



Figura 4
Terra compattata e mattoni cotti, fattoria a Sainte-
Agathe-la-Bouteresse, Loira, Francia
(*Terra Europae*; p. 70)

1.2

Uso della terra nella tradizione italiana

In Italia la costruzione in terra esiste fin dai tempi antichi, grazie alle influenze portate dalle popolazioni. I primi edifici in terra che sono stati documentati risalgono alla civiltà etrusca, probabilmente tra il VII e il VI secolo a.C.¹¹

I blocchi in terra compattata divennero il metodo più

diffuso per la costruzione degli edifici pubblici e delle mura di fortificazione.

Un esempio ammirevole è il muro della città di Gela, di spessore 3 m e altezza media di 3,20 m, composto da un rivestimento in pietra che racchiude un impasto di terra e calcinacci¹².

Testimonianze ancora esistenti caratterizzano il nostro territorio, con presenze di edifici in blocchi di terra e paglia; la maggior parte delle strutture ancora esistenti risale alla prima metà del XX secolo, ma alcune sono del XIX e del tardo XVIII secolo¹³.

La terra è stata usata in Italia fino al XX secolo, quando l'industrializzazione ha portato al cambiamento dei metodi costruttivi degli edifici. Le costruzioni in terra furono considerate povere e obsolete.

Attualmente in Italia, come

¹¹ Correia M., Dipasquale L., op. cit.

¹² Ibid.

<https://fondoambiente.it/luoghi/mura-timoleontee-di-caposoprano?ldc>.

¹³ Correia M., Dipasquale L., op. cit.



Figura 5
Tipologie costruttive in terra presenti in Italia (*Terra Europae*; p. 137)



Figura 6
Fattoria in terra compattata, Cascina Pagella, Alessandria, Piemonte, Italia (*Terra Europae*; p. 82)



Figura 7
Mura Timoleonite di Gela (<https://fondoambiente.it/luoghi/mura-timoleonite-di-caposoprano?ldc>)

in altri paesi, l'interesse per le costruzioni in terra nasce dalla passione del mondo accademico e dalle istituzioni internazionali per la salvaguardia del patrimonio storico. Importante anche il ruolo di associazioni locali impegnate a promuovere il valore delle costruzioni e dell'architettura in terra cruda: un esempio è l'Associazione delle Città della terra cruda con sede a Samassi,

in Sardegna¹⁴.

Nonostante vi sia sempre più consapevolezza verso il patrimonio in terra, le leggi regionali o nazionali si riferiscono solo alla valorizzazione e al recupero degli edifici storici.

Ad esempio, la L.R. 16/2006 del Piemonte che promuove la conoscenza del patrimonio esistente e ne incentiva il censimento.

¹⁴ <https://www.terracruda.org/it/contenuto/chiamo>

Seppur vi sia una presenza a storica, diverse sono le cause per la mancata diffusione in Italia della terra come strumento alternativo, nel campo dell'edilizia contemporanea. Una delle cause è la scarsa conoscenza, da parte dei fruitori e dei professionisti, di questa possibilità sostenibile. Nel 2002, è stata redatta una proposta di legge nazionale con la finalità di "promuovere e sostenere la edificazione in terra cruda quale strumento di sviluppo sostenibile dell'ambiente e di risparmio energetico, di miglioramento della salubrità degli edifici e di salvaguardia dei modi di vita tradizionali"¹⁵, diventata poi nel 22 febbraio 2007 disegno di legge n.1349 (XV legislatura)¹⁶, ad oggi ancora in fase di esame.

Le tecniche usate in Italia in passato, di cui si hanno tutt'ora tracce, sono principalmente

¹⁵ <https://casediterra.com/web/norme-sostegno-della-edificazione-terra-cruda>

¹⁶ <https://www.senato.it/leg/15/BGT/Schede/Ddliter/27721.htm>

quattro¹⁷ (fig.5):

- Adobe
- Terra alleggerita come tamponamenti di strutture lignee
- Cob (massone)
- Terra compressa (pisé)

Adobe

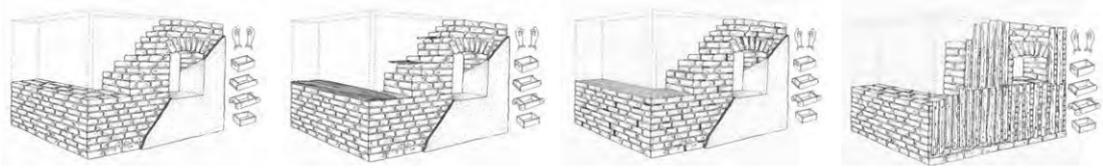
Questa tecnica è conosciuta in Italia con molte varianti dialettali, come ladiri, lardini, ladini, ladrini, ladri. Il termine deriva dalla parola egiziana *thobe* o da quella araba *ottob*, che significano mattone.

Si tratta di un prodotto dalla forma di parallelepipedo creato a mano, o con l'aiuto di stampi in legno con un impasto di terra, acqua ed eventuali aggregati¹⁸. L'impasto viene lavorato e lasciato essiccare all'aria per la successiva posa¹⁹.

¹⁷ Correia M., Dipasquale L., op. cit.

¹⁸ Doat P., Fontaine L., Gauzin-Müller D., Guillaud H., Pauline S., *Architecture en terre d'aujourd'hui*, Museo / CRAterre, 2015.

¹⁹ Achenza M., Sanna U., *I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna; il manuale tematico della terra cruda*, ITACA, 2006.

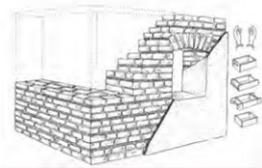


8.1 Muro in adobe

8.2 Muro in adobe con sostegni in canne

8.3 Muro in adobe con sostegni in mattoni cotti

8.4 Muro in adobe con sostegni in listelli di legno in facciata



8.5 Muro in adobe con rinforzi in lastre di pietra

◀ Figura 8
Tecniche di costruzione con adobe (*Terra Europae*; p. 197)

▼ Figura 9
Processo di produzione di adobe (*Architecture en terre d'aujourd'hui; illustration book*; p. 4)



I mattoni crudi sono in grado di garantire una funzione portante, a seconda della dimensione dei mattoni stessi e della loro disposizione.

Le costruzioni in adobe sono diffuse nel sud-ovest della Sardegna e in Calabria. Alcune costruzioni in adobe sono state identificate nelle zone rurali della Lombardia, in Piemonte, Emilia Romagna, Toscana, Lazio

e Basilicata²⁰.

Le costruzioni in adobe nella pianura del Campidano risalgono al periodo dell'occupazione spagnola (XV secolo) fino alla metà del XX secolo²¹.

Esempi di muri in adobe sono sopra riportati alla figura 8.

²⁰ Correia M., Dipasquale L., op. cit.

²¹ Ibid.

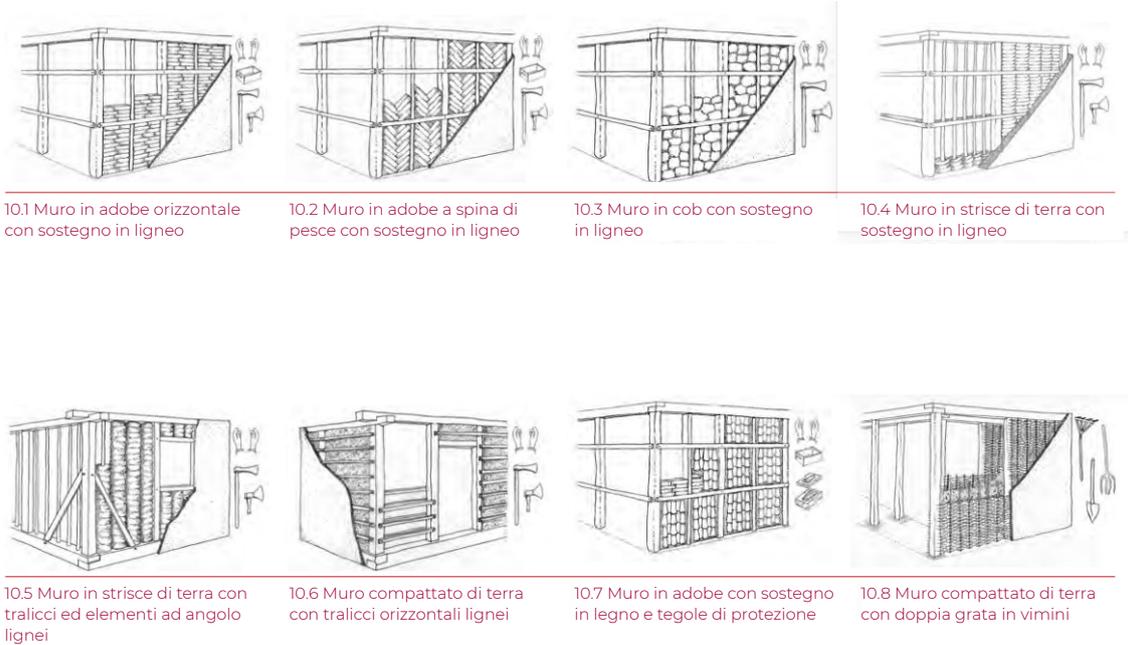


Figura 10
 Tipologie di strutture in legno con terra (*Terra Europae*; p. 197)

Terra alleggerita come tamponamento di strutture lignee

Questa tecnica veniva usata dagli Etruschi, per creare capanne ellittiche o ovali, e anche dai Romani²².

Oggi, alcuni esempi di edifici rurali a graticcio, con un tetto di paglia, si trovano nel nord Italia, zona alpina, Veneto, Friuli-

Venezia Giulia e nel Lazio²³.

Gli edifici avevano una struttura in legno, tamponata con terra alleggerita.

Dopo il terremoto del 1783, in Calabria, le “case baraccate” furono costruite con un telaio legneo, di castagno o di quercia con montanti posti a una distanza

²² Ibid.

²³ Ibid.

di circa 1,20 m²⁴.

Un intreccio di vimini e canne era legato alla struttura principale con sottili listelli di castagno ed era riempito da una malta di terra. La "casa baraccata" è stata documentata per la prima volta in una relazione risalente al 1895 riguardante "gli interventi di consolidamento degli edifici per conferire ad

essi una capacità antisismica"²⁵.

La struttura assumeva, quindi, un ruolo fondamentale lungo tutta l'altezza degli edifici, anche grazie all'inserimento di elementi diagonali incrociati che resistevano alle azioni orizzontali²⁶.

24 O. Niglio, *La "casa baraccata": un prototipo di architettura antisismica in epoca borbonica*, BIOARCHITETTURA, 2011

25 Ibid.

26 Ibid.

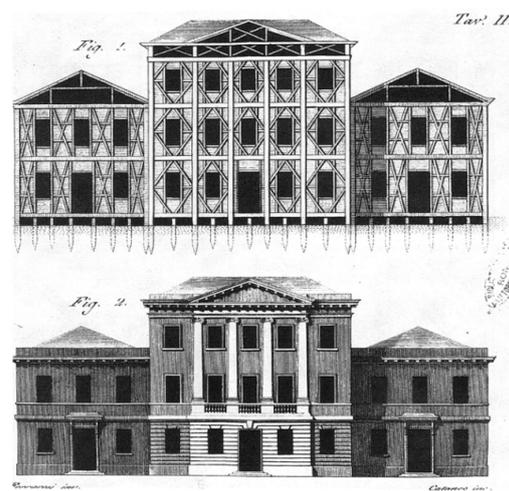
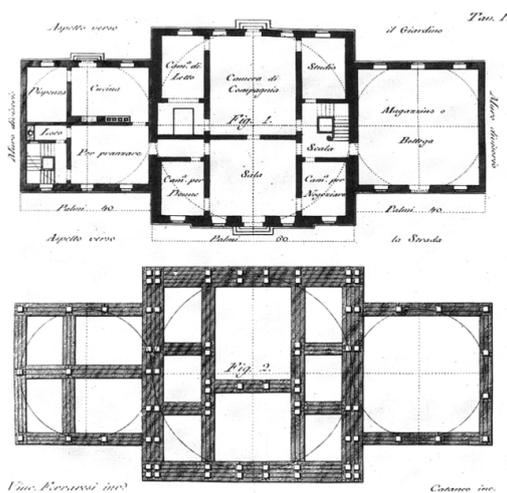


Figura 11

Vincenzo Ferrarese, "La casa-tipo. Proposte tecniche", 1783

Tratto da "Istoria e teoria de'Tremuoti In generale ed in particolare di quelli della Calabria e di Messina avvenuti nel 1783 di Giovanni Vivenzio, cavaliere dell'Ordine Regale e Militare Costantiniano di S. Giorgio", Stamperia Reale di Napoli, 1788

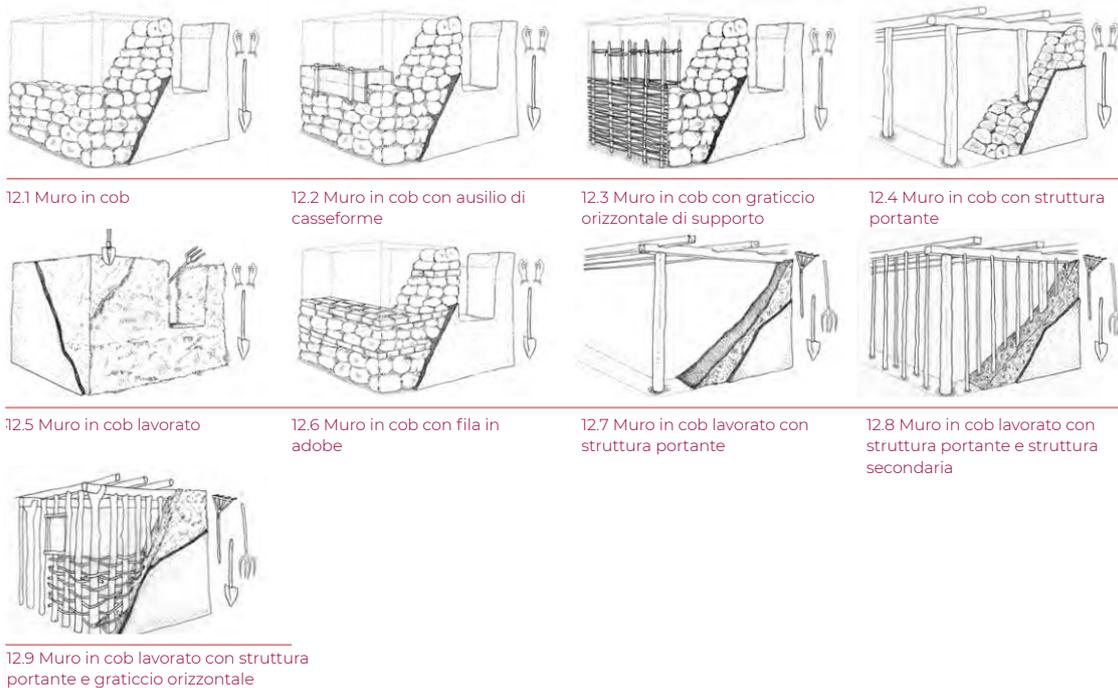


Figura 12
Tecniche di costruzione in cob
(*Terra Europae*; p. 198)

Cob

La tecnica del cob (fig. 12), presente soprattutto in Abruzzo e nelle Marche, è denominata massone; consiste nel mescolare terra e paglia fino a formare delle sfere di dimensioni medie che vengono poi ammucchiate e pressate per costruire i muri. Compattati alcuni corsi, prima dell'indurimento del materiale, viene levigata la superficie per rimuovere le imperfezioni e per

raddrizzare la parete.

I tempi di asciugatura sono lunghi (circa 6-9 mesi) e tra un corso e l'altro è pratico rispettare intervalli di una giornata o più per permettere al composto di stabilizzarsi e assumere una adeguata resistenza. È consuetudine diminuire lo spessore delle pareti con l'aumentare dell'altezza.

L'elevato spessore della parete, tradizionalmente attorno ai

60 cm, fornisce una buona massa termica che permette di mantenere una buona temperatura durante l'estate, ma anche mantenere il calore durante l'inverno²⁷.

Terra compressa

È principalmente presente in Piemonte, soprattutto nelle provincie di Torino e Alessandria, ma vi sono tracce anche in Toscana²⁸. La terra, con una umidità attorno al 15%, veniva compattata in strati grazie all'utilizzo di casseforme e la parete era costruita seguendo un percorso a spirale, in quanto conferiva maggior solidità ed uniformità all'elemento una volta asciutto²⁹.

Spesso questo metodo si

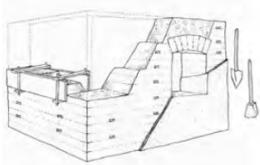
utilizzava in associazione con altri tecniche o materiali per favore la stabilità complessiva della parete; ad esempio era molto comune alternare strati di terra compatta con corsi di adobe, come si può vedere nella pagina seguente in fig. 13.6.

²⁷ https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Cob_building

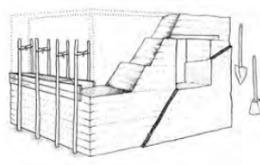
L. Watson, K. McCabe, *The cob building technique. Past, present and future*, University of Plymouth (UK), 2011

²⁸ Correia M., Dipasquale L., op. cit.

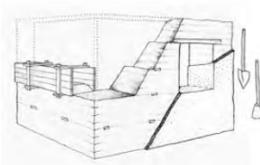
²⁹ Ibid.



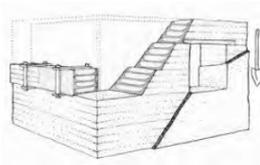
13.1 Muro in terra compressa realizzato con casseforme singola a doppio pannello



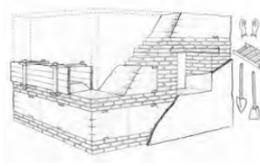
13.2 Muro in terra compressa realizzato con casseforme removibili ancorate a sostegni verticali esterni



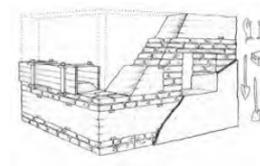
13.3 Muro in terra compressa realizzato con casseforme



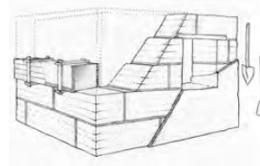
13.4 Muro in terra compressa rinforzata con strati di malta di calce



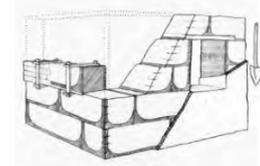
13.5 Muro in terra compressa rinforzata con strati di mattoni cotti e malta di calce



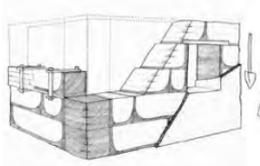
13.6 Muro in terra compressa rinforzata con strati di mattoni in adobe e malta di calce



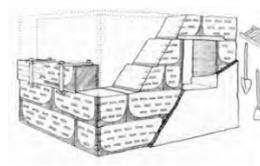
13.7 Muro in terra compressa rinforzato con malta di gesso



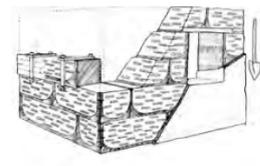
13.8 Muro in terra compressa rinforzato con malta di gesso a forma di onde contenitive



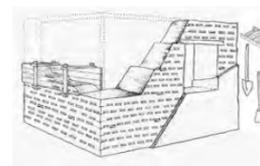
13.8 Muro in terra compressa rinforzato con malta di gesso a forma di onde contenitive e pilastri in gesso



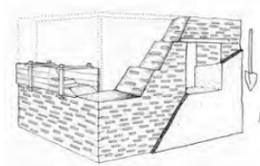
13.9 Muro in terra compressa rinforzato con malta di gesso a forma di onde contenitive e mattoni cotti in facciata



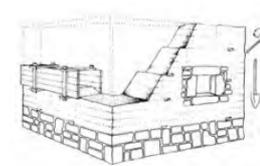
13.10 Muro in terra compressa rinforzato con malta di gesso a forma di onde contenitive e pietre in facciata



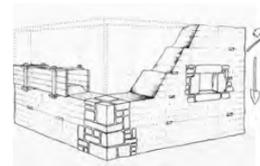
13.11 Muro in terra compressa e mattoni cotti in facciata



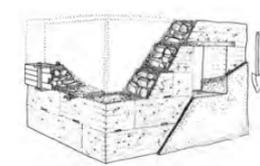
13.12 Muro in terra compressa con pietre in facciata



13.13 Muro in terra compressa con un basamento in bugnato in muratura



13.14 Muro in terra compressa con pilastri in muratura



13.15 Muro in terra compressa con pietra e malta di calce nel riempimento

Figura 13
Esempi di tecniche costruttive di muri in terra compressa
(*Terra Europae*; p. 199)

1.3

La tecnica della terra alleggerita (terra-paglia)

La terra, per quanto possa essere considerata “povera”, ha una grande versatilità, oltre che avere un ciclo infinito di riutilizzo (se non additivata).

Il materiale conosciuto come terra-paglia o terra alleggerita prevede l'utilizzo di fibre vegetali oltre che della terra.

Il ruolo portante è affidato a un telaio strutturale, generalmente

in legno, mentre la terra, unita a fibre vegetali di vario diametro (truciolato di legno, paglia, ecc.) ha il ruolo di tamponamento e talvolta di rivestimento³⁰.

Lo scopo della paglia è di ridurre la fessurazione dell'impasto durante il processo di essiccazione; inoltre la sua presenza aumenta la resistenza termica dello strato.

La presenza di particelle grossolane e pietrose renderebbe non solo difficile la lavorazione, ma diminuirebbe anche il potere isolante della miscela. Risulta necessario per tanto raccogliere, setacciare o lavare la terra, per avere un composto terra-paglia omogeneo.

In caso di costruzioni in sola terra battuta si consiglia di analizzare la tessitura della terra che si vuole utilizzare, per conoscere la percentuale di limo, sabbia e argilla presenti; questo permetterà di rimanere entro

³⁰Volhard F., *Light Earth Building. A Handbook for Building with Wood and Earth*, Holzhausen Druck GmbH, 2016

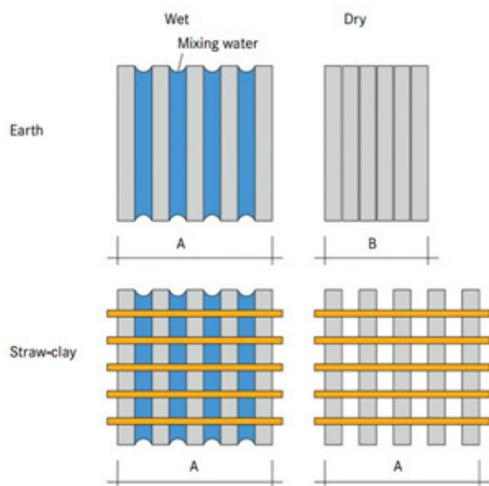


Figura 14
Stabilizzazione dimensionale grazie alla paglia
(*Light Earth Building*; p. 54)

certi limiti che esperti consigliano di rispettare³¹.

La terra utilizzata nel campo delle costruzioni deve essere priva di humus, radici e altro materiale organico, inoltre deve contenere una quantità di argilla sufficiente a garantire un corretto legame delle particelle, mentre il tasso di sali solubili deve essere modesto. Sono molti i problemi in cui è

facile incorrere quando non vi è un controllo della provenienza della terra e quindi delle sostanze presenti al suo interno.

Ad esempio una terra, con elevate sostanze organiche può avviare processi di putrescenza o di germogliazione di piante di qualunque genere; la presenza di un alto tasso di sali solubili può compromettere la durabilità del materiale; mentre la presenza di ghiaia può compromettere, la sicurezza statica dell'edificio non garantendo una prestazione strutturale omogenea³².

Per risparmiare a livello di costi è possibile utilizzare la terra del sito, opportunamente ripulita e lavata, adattandola per scopi edilizi³³. Per realizzare un manufatto edilizio in terra-paglia senza incorrere in problematiche sopracitate è consigliabile, ad oggi, recuperare la terra da industrie in cui l'argilla è la materia primaria prodotta

³¹ Maniatidis V., Walker P., *A Review of Rammed Earth Construction*, Natural Building Technology Group, 2003

³² Achenza M., Sanna U., op. cit.

³³ Volhard F., op. cit.

o lavorata, oppure da imprese di movimentazione terra che garantiscono un selezione analizzata e classificata di tipologie di terra.

Gli aggregati più comuni, per realizzare la terra allggerita, sono la paglia, il truciolato di legno ed anche aggregati minerali o artificiali, a seconda della densità che si vuole ottenere. La paglia è responsabile dell'effetto isolante del materiale, inoltre abbassa la suscettibilità all'erosione dovuta all'acqua e al gelo³⁴.

La paglia utilizzata dovrebbe essere robusta e resistente allo strappo, priva di foglie; per i muri di terra compressa la tipologia di paglia più adatta è quella di grano o segale, tuttavia la paglia morbida come quella d'orzo è più adatta per la realizzazione di mattoni e pannelli³⁵.

Affinché la lavorazione risulti

³⁴ Volhard F., *Light Earth Building. A Handbook for Building with Wood and Earth*, Holzhausen Druck GmbH, 2016

³⁵ Ibid.

semplice e ottimale, gli steli di paglia dovrebbero avere una lunghezza che corrisponde alla dimensione più piccola dell'elemento che si intende costruire; solitamente, la paglia raccolta da una mietitrebbiatrice e successivamente pressata in balle, non è sufficientemente corta per la lavorazione, motivo per cui si procede al taglio³⁶.

La tecnica mista della terra-paglia, in base alla densità della miscela si può classificare in tre categorie principali.

- **Miscela in terra poco alleggerita**

Utilizza terra dal diametro molto fine, come l'argilla, per raggiungere una densità pari o superiore ai 1200~1400 kg/m³.

- **Miscela in terra mediamente alleggerita**

Questa miscela ha una densità

³⁶ Ibid.

che varia dai circa 600 a circa 800 kg/m³. Le fibre vegetali utilizzate per garantire questo range di densità variano di dimensione e di origine; per una densità più elevata solitamente si utilizzano fibre di legno come i trucioli, che hanno una dimensione molto ridotta, mentre per ottenere una densità più bassa si tende a utilizzare la paglia.

- **Miscela in terra molto alleggerita**

Con una densità pari o inferiore a 300 kg/m³, la percentuale di terra presente nell'impasto è nettamente inferiore alla fibra vegetale.

A differenza di altri impasti, come il calcestruzzo in cui gli aggregati vengono mischiati a secco e successivamente viene aggiunta l'acqua, la terra alleggerita prevede l'aggiunta del materiale vegetale, in questo caso la paglia, solo quando la terra ha raggiunto lo stato fluido grazie al processo

di idratazione.

Il mix design della terra-paglia influisce sulle prestazioni che l'elemento potrà fornire una volta costruito.

Minore è la quantità di terra presente, minore sarà la sua densità e maggiore sarà l'isolamento termico dell'elemento.

Man mano che la proporzione di terra aumenta, maggiore è la densità dell'impasto e migliori sono le prestazioni di isolamento acustico e di resistenza al fuoco.

I prodotti in terra, oltre che all'aria, possono essere essiccati con una esposizione forzata che permette di velocizzare il processo. Quest'ultima si rivela utile soprattutto in casi in cui si costruiscono tramezzature interne, difficili da far asciugare con il ricircolo di aria naturale.

È essenziale la differenza tra le costruzioni in terra-paglia posate a secco oppure a umido. La scelta

del metodo di posa comporta un differente processo di lavorazione, nonché differenti tempi di lavorazione ed essiccazione.

Se si suppone di realizzare un edificio principalmente in terra, magari con terra del sito stesso, allora non vi sarà alcun consumo

di energia e quindi nessun tipo di inquinamento legato al trasporto o alla produzione. Anche in caso di smaltimento l'inquinamento prodotto sarebbe nullo in quanto i rifiuti non causerebbero alcun rischio ambientale.



◀Figura 15
Aspetto superficiale di un mix a bassa densità
(*Light Earth Building*; p. 76)



◀Figura 16
Aspetto superficiale di un mix ad alta densità
(*Light Earth Building*; p. 76)



◀Figura 17
Sezione di un mix a bassa densità
(*Light Earth Building*; p. 76)



◀Figura 18
Sezione di un mix ad alta densità
(*Light Earth Building*; p. 76)

1.3.1

Metodo della posa a umido

Si basa sull'utilizzo di un impasto plastico di terra e paglia che viene versato in casseforme a perdere o removibili, quindi compattato.

Il processo di posa è simile al getto del calcestruzzo; la successiva compattazione permette di

creare un blocco monolitico dalla parete.

Questo processo comporta lunghi tempi di asciugatura. Il tempo, è direttamente proporzionale allo spessore della parete³⁷.

Inoltre bisogna tenere conto della stagione e delle condizioni climatiche del sito.

Lo spessore ideale per una parete perimetrale si aggira attorno ai 30~35 cm, in zone dal clima

³⁷ F. Volhard, op. cit.

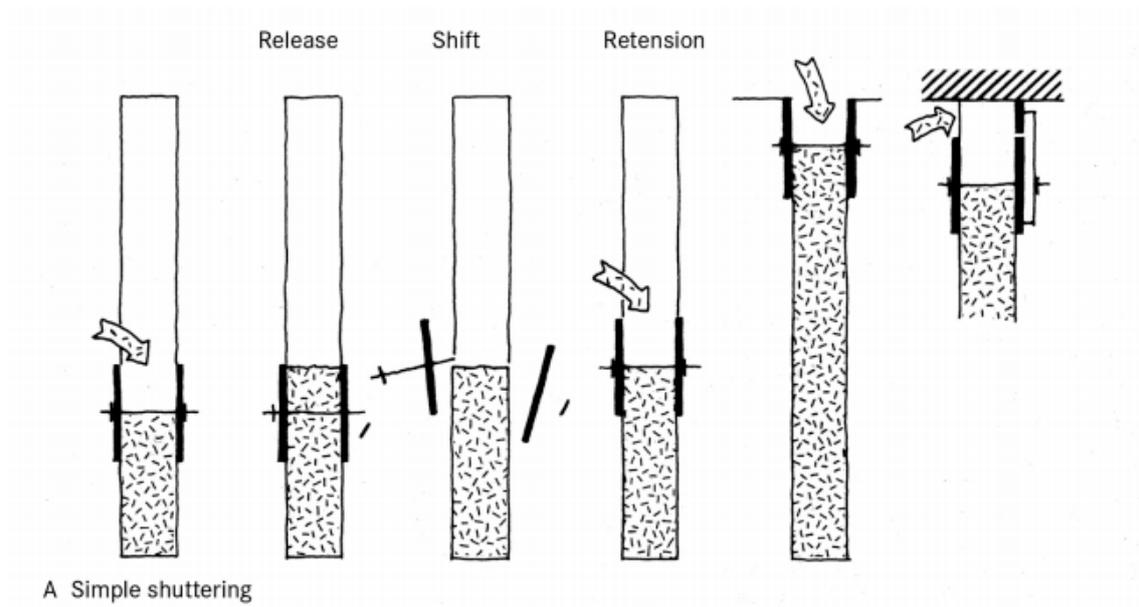
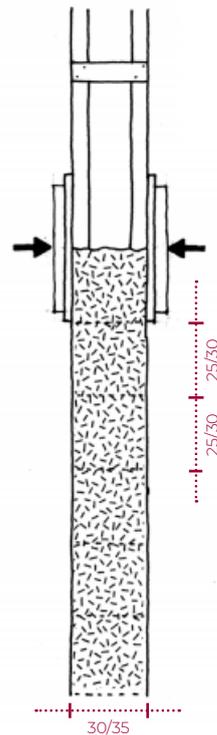


Figura 19
Metodo di posa a umido della terra-paglia
con cassero mobile
(*Light Earth Building*; p. 89)

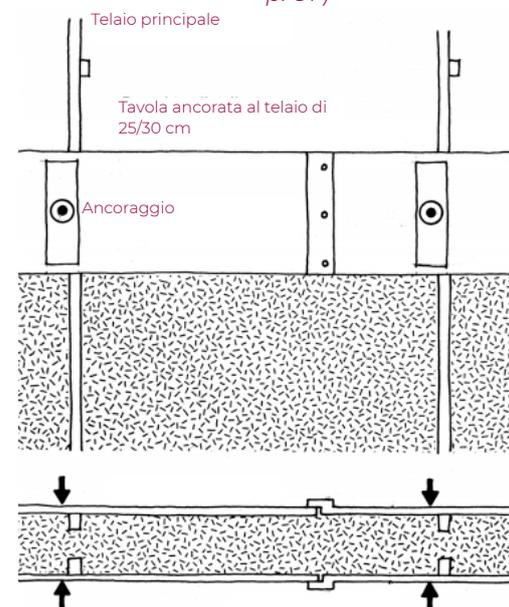
rigido³⁸.

La resistenza termica, influenzata dalla densità e dallo spessore della parete, può aumentare con uno strato aggiuntivo di materiale isolante.

Nel caso della posa allo stato umido, il processo costruttivo non dovrebbe avvenire in periodi freddi in quanto l'elemento costruito potrebbe non asciugarsi correttamente. Il tempo minimo di asciugatura è di due mesi per poi aumentare in base alle condizioni climatiche³⁹.



◀ Figura 20
Tecnica costruttiva tramite casseri per la posa della terra-paglia umida
(*Light Earth Building*; p. 87)



▼ Figura 21
Tecnica costruttiva tramite casseri per la posa della terra-paglia umida
(*Light Earth Building*; p. 87)

38 F. Volhard, op. cit.

39 Ibid.



Figura 22
Esempio di posa a umido
(*Light Earth Building*; p. 91)



Figura 23
Esempio di posa a umido
(*Light Earth Building*; p. 92)



Figura 24
Esempio di posa a umido
(*Light Earth Building*; p. 86)



Figura 25
Esempio di posa a umido
(*Light Earth Building*; p. 83)



Figura 26
Esempio di telaio in legno per la posa a umido
(*Light Earth Building*; p. 83)

1.3.2

Metodo della posa a secco

Consiste nella posa di mattoni, blocchi e/o lastre realizzati in terra-paglia. Il processo prevede che i mattoni, una volta realizzati, vengano fatti essiccare; questo comporta una semplificazione della fase costruttiva; per esempio non è necessario l'utilizzo dei casseri.

Nonostante il processo di preparazione e asciugatura dei mattoni richieda più tempo rispetto al metodo della posa ad umido, i vantaggi del processo a secco sono molteplici⁴⁰.

All'interno della costruzione viene introdotta una quantità minima di umidità; l'intelaiatura lignea strutturale può avere un interesse maggiore, riducendo, seppur

in minima parte, la quantità di legno presente nell'edificio.

Il materiale usato a secco, se non additivato, può essere anche tagliato e riutilizzato come materiale di riempimento. La produzione può avvenire lontano dal sito e può iniziare prima dell'inizio del cantiere per ridurre la durata dei lavori nel sito⁴¹.

I blocchi realizzati in terra-paglia hanno un peso ridotto rispetto ai mattoni in terracotta.

La resistenza a compressione minima dei blocchi è in media di 0,1 N/mm² e questa aumenta all'aumentare della densità⁴².

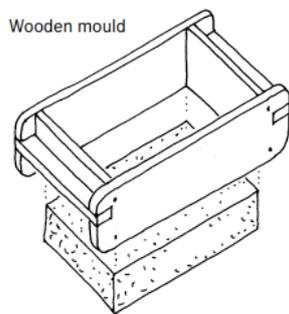
Una combinazione di entrambi i metodi può essere vantaggiosa, rendendo il tempo di messa in opera quasi completamente indipendente dal periodo dell'anno e dalla condizione

40F. Volhard, op. cit.

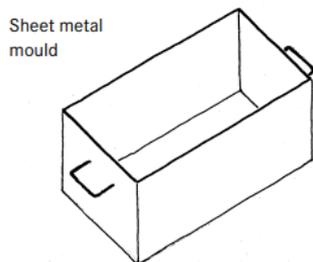
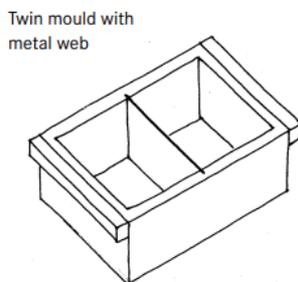
41 Ibid.

42 Ibid.

climatica del sito. La realizzazione delle pareti interne con il metodo della posa a secco potrebbe essere vantaggiosa in quanto non si avrebbero inconvenienti legati all'asciugatura.



◀ Figura 27
Stampi per creare blocchi in terra-paglia
(*Light Earth Building*; p. 137)



▼ Figura 28
Metodi per estrarre i blocchi in terra-paglia
(*Light Earth Building*; p. 138)

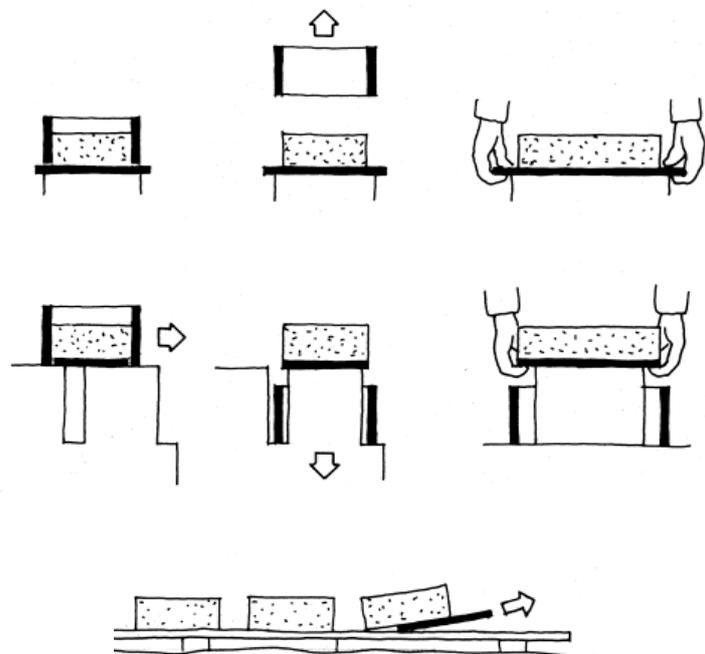




Figura 29
Forma in legno per blocchi in terra-paglia
(*Light Earth Building*; p. 134)



Figura 30
Parete in terra-paglia con malta di
allettamento in argilla
(*Light Earth Building*; p. 140)



Figura 31
Produzione dei blocchi in terra-paglia
(*Light Earth Building*; p. 141)



Figura 32
Asciugatura dei blocchi in terra-paglia
(*Light Earth Building*; p. 140)



Figura 33
Parete in blocchi di terra-paglia
(*Light Earth Building*; p. 140)

Capitolo 2

40

42

44

47

54

58

60

71

82

90

93

97

108

109

2.1 Introduzione al progetto

2.2 Sito del padiglione

2.3 Studio del padiglione

2.4 I materiali oltre alla terra-paglia

2.5 Soluzione 1: sistema a telaio ordinario

2.5.1 Abaco stratigrafie

Abaco stratigrafie parete a secco

Abaco stratigrafie parete a umido

Abaco stratigrafie copertura a umido

2.6 Soluzione 2: sistema a griglia con
nodo in stile giapponese

2.6.1 Studio parete perimetrale

Abaco stratigrafie parete

2.6.2 Studio copertura piana

Abaco stratigrafie copertura

Un padiglione in terra-paglia

2.1

Introduzione al progetto

Il progetto si svolge nell'ambito dell'iniziativa DIST Dipartimento di Eccellenza 2018-2022, finanziata dal Ministero dell'Università e della Ricerca. La ricerca consiste in una sperimentazione di utilizzo di materiali con una bassa energia grigia, in combinazione con tecniche costruttive semplici (low-tech), cercando di minimizzare l'impiego di materiali sintetici. Il progetto

prevede la realizzazione di tre padiglioni che differiscono per materiale e sono:

- padiglione in paglia;
- padiglione in calce-canapa;
- padiglione in terra-paglia.

La ricerca durerà dai tre ai cinque anni, con fasi di progetto, montaggio e monitoraggio tramite sensori delle prestazioni di questi tre padiglioni.

Lo scopo è di raccogliere dati riguardo al comportamento degli edifici e comparare i tre prototipi per una futura costruzioni a basso impatto ambientale.

I materiali scelti si prestano bene per i cantieri didattici.

Questa tesi sarà una delle prime ad affrontare questo progetto e si occupa nello specifico del padiglione in terra-paglia con struttura portante in legno. Si affronterà la progettazione del padiglione, comprendente lo studio di varie ipotesi stratigrafiche per il solaio contro terra, la parete perimetrale, la

copertura.

Sono state sviluppate due differenti ipotesi progettuali, per quanto riguarda il telaio, che richiamano due metodologie molto differenti tra di loro. La prima segue le linee guida delle costruzioni in terra-paglia, dove il telaio è una struttura a montanti a sezione rettangolare, collegati tra loro da un corrente superiore e inferiore; la seconda soluzione, più innovativa, riguarda un telaio a griglia autoportante che segue il principio della carpenteria giapponese per realizzare i giunti di collegamento. Queste due ipotesi verranno affrontate nei paragrafi successivi.

2.2

Sito del progetto

Il Comune di Grugliasco ha concesso un'area nei pressi del cimitero comunale, nella zona industriale II, in corso Torino.

Il sito si presenta pianeggiante, vicino a un parco, con tutti i lati esposti tranne uno che si trova a ridosso del cimitero.

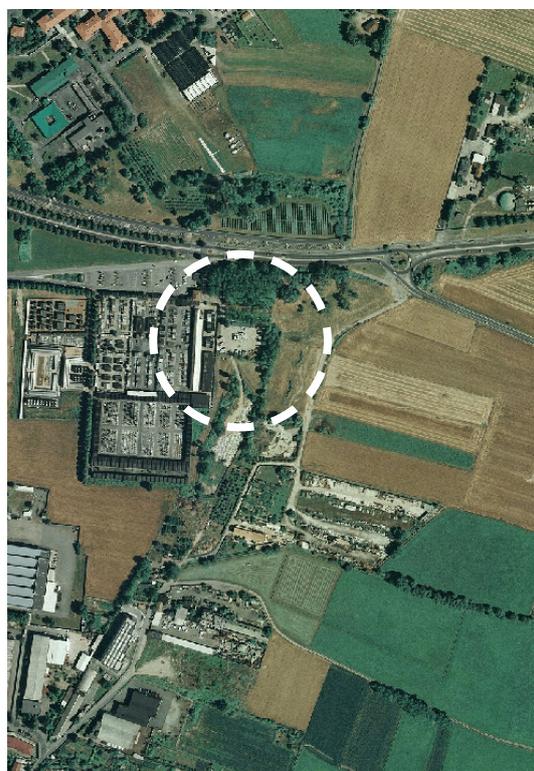


Figura 34
Ortofoto

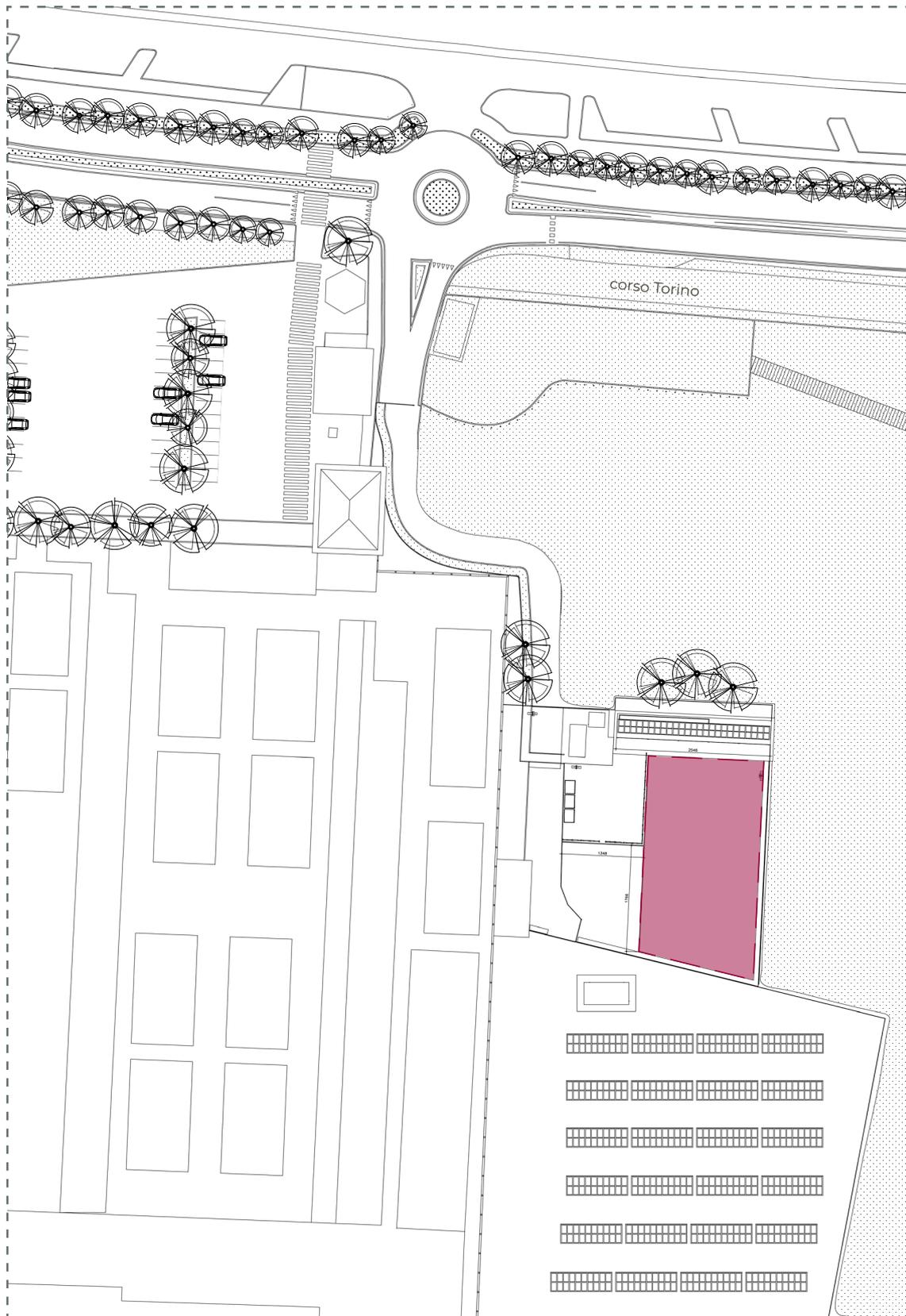


Figura 35
Planimetria del sito
scala 1:1000

2.3

Studio del padiglione

Sono state elaborate tre soluzioni volumetriche, più una quarta soluzione che possiamo considerare come variante di una delle tre.

Il primo requisito era che la costruzione avesse una forma semplice e 20~30 mq di superficie; inoltre doveva essere pratica e funzionale sia per la messa in opera, che per il futuro monitoraggio.

Si è partiti, quindi, da una pianta rettangolare con dimensioni di circa 7x5 m; ovviamente queste misure sarebbero poi variate con lo studio nel dettaglio della parete perimetrale.

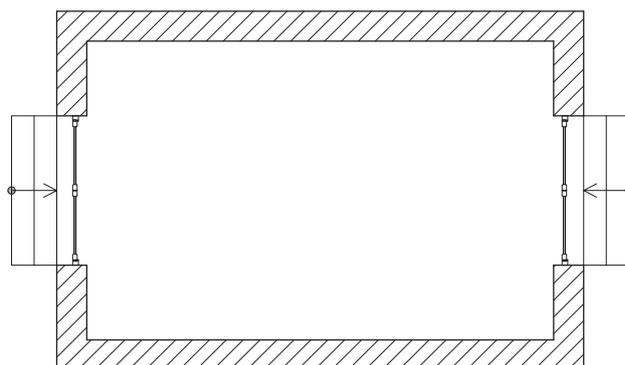
Le tre principali soluzioni differiscono per la posizione delle aperture e per la presenza o meno di un portico frontale.

La variante, citata sopra, è una soluzione che riguarda l'inclinazione della copertura, passando da una copertura monofalda a una copertura piana. Questa variante è stata proposta a seguito della decisione di proseguire con una struttura a telaio giapponese, poco compatibile con una copertura inclinata.

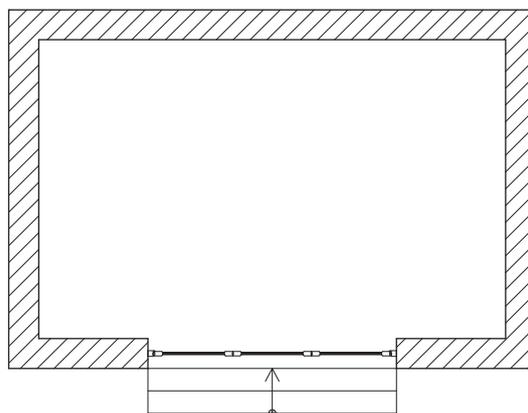
La scelta della forma del padiglione è stata fatta tenendo conto della posizione del padiglione nell'area del sito prestabilita, tenendo, quindi, in considerazione anche gli altri 2 padiglioni presenti. L'apertura

sul lato lungo della pianta risultava poco pratica all'interno del progetto complessivo, mentre la presenza del portico risultava ingrombrante. Per tale motivo si è deciso di continuare la progettazione seguendo la pianta con le aperture sui lati corti come nella forma 1.

FORMA 1 E FORMA 1A



FORMA 2



FORMA 3

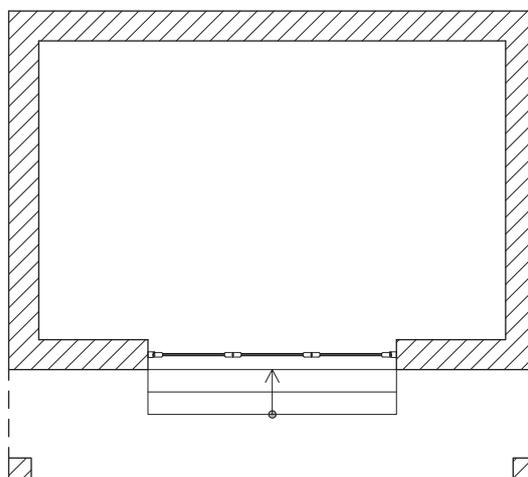


Figura 36
Ipotesi di piante del padiglione
scala 1:100

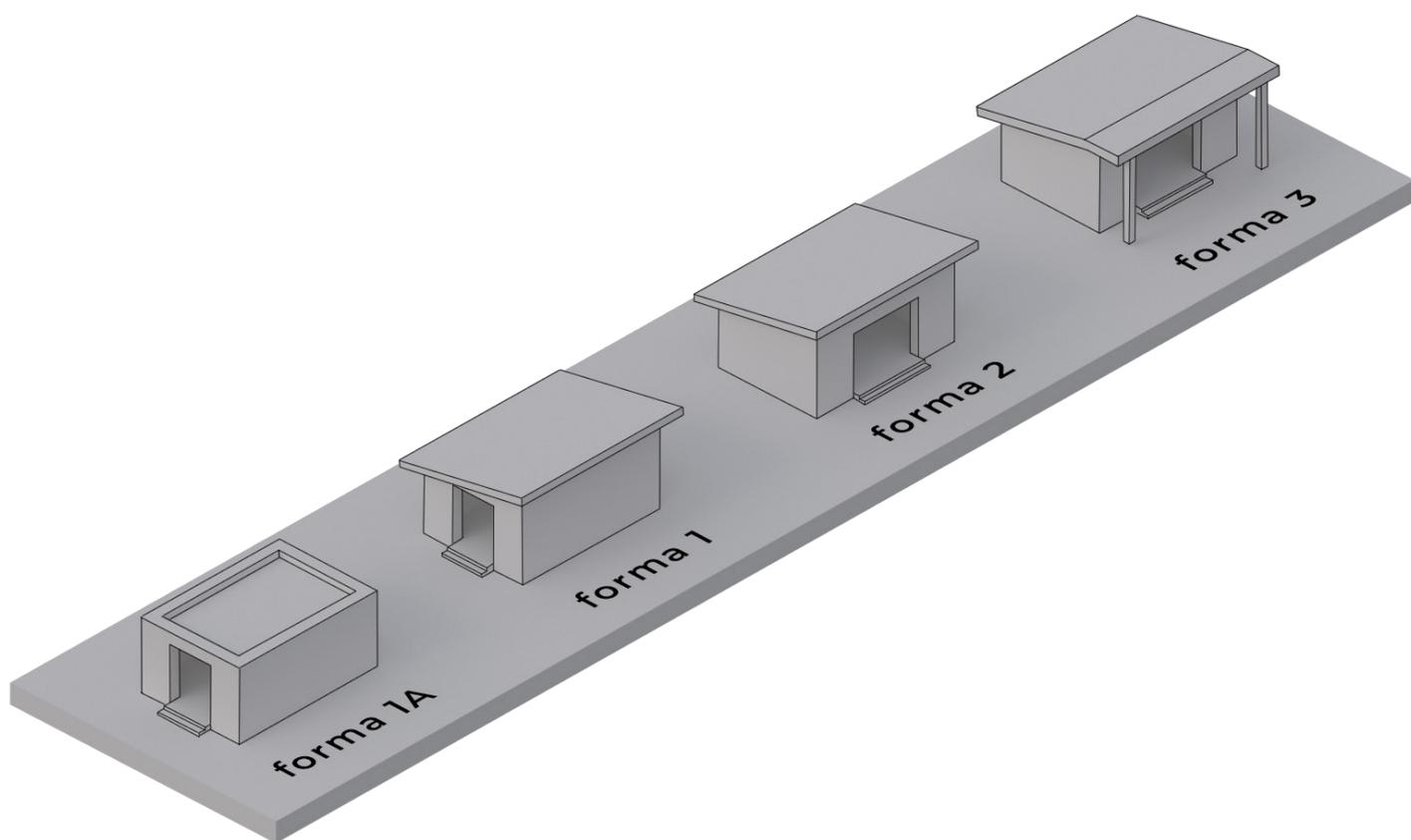


Figura 37
Ipotesi di forme del padiglione

2.4

I materiali oltre alla terrapaglia

Durante lo sviluppo del progetto sono stati presi in considerazione altri materiali, che sono gli isolanti e gli intonaci, oltre alla terrapaglia.

Gli isolanti presi in considerazione durante lo studio della stratigrafia delle pareti e delle coperture per il progetto del padiglione sono i seguenti.

struttura a telaio ordinario

- parete a secco
 - lolla di riso sfusa
 - pannello in canapa
 - pannello in sugher
 - cellulosa sfusa
- parete a umido
 - lolla di riso sfusa
 - pannello in canapa
 - pannello in sugher
 - cellulosa sfusa
- copertura
 - pannello in canapa
 - pannello in sugher
 - pannello in fibra di legno

struttura a telaio in stile giapponese

- parete a umido
 - lolla di riso sfusa
 - pannello in canapa
 - pannello in sugher
 - cellulosa sfusa
- copertura
 - cellulosa sfusa
 - fibra di legno sfusa

Utilizzare materiali naturali, intesi come materiali di origine non sintetica o chimica, per climatizzare l'edificio, risparmiando sul combustibile e sull'energia, dovrebbe diventare una pratica quotidiana⁴³. Tutti gli isolanti considerati sono classificati come isolanti di origine naturale organica⁴⁴. A seguito del miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici, diventa di fondamentale importanza tenere in considerazione anche l'energia grigia e le emissioni di carbonio dei materiali isolanti⁴⁵. L'energia risparmiata grazie all'utilizzo del materiale isolante, nei pacchetti stratigrafici, risulta essere maggiore all'energia utilizzata per produrre l'isolante

stesso⁴⁶; di seguito si vuole riassumere l'energia inglobata, o energia primaria (MJ/kg) degli isolanti presi in considerazione durante la progettazione, tenendo conto di reperimento, processo produttivo imballaggio e consumo totale⁴⁷;

- lolla di riso⁴⁸ (dato pervenuto da fonte differente):

5,20 MJ/kg

- fibra di canapa (pannelli):

15,00 MJ/kg

- sughero (pannelli):

7,05 MJ/kg

- cellulosa sfusa:

2,94 MJ/kg

- fibra di legno (pannelli):

17,00 MJ/kg

- fibra di legno sfusa

5,40 MJ/kg

⁴³Fassi A., Maina L., Butera F. M., *L' Isolamento Ecoefficiente Guida All'uso Dei Materiali Naturali. Manuali Di Progettazione Sostenibile*, Edizioni Ambiente, 2006

⁴³Grazieschi G., Asdrubali F., Thomas G., *Embodied energy and carbon of building insulating materials: A critical review*, Cleaner Environmental Systems, Vol. 2, 2021.

⁴⁴Callum H., A. Norton, J. Dibdiakova, A. *Comparison of the Environmental Impacts of Different Categories of Insulation Materials*, Energy and Buildings, Vol. 162, 2018

⁴⁶Fassi A., Maina L., Butera F. M., *L' Isolamento Ecoefficiente Guida All'uso Dei Materiali Naturali. Manuali Di Progettazione Sostenibile*, Edizioni Ambiente, 2006

⁴⁷ Ibid.

⁴⁸Henry C. S., Lynam J. G., *Embodied energy of rice husk ash for sustainable cement production*, Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, Volume 2, 2020

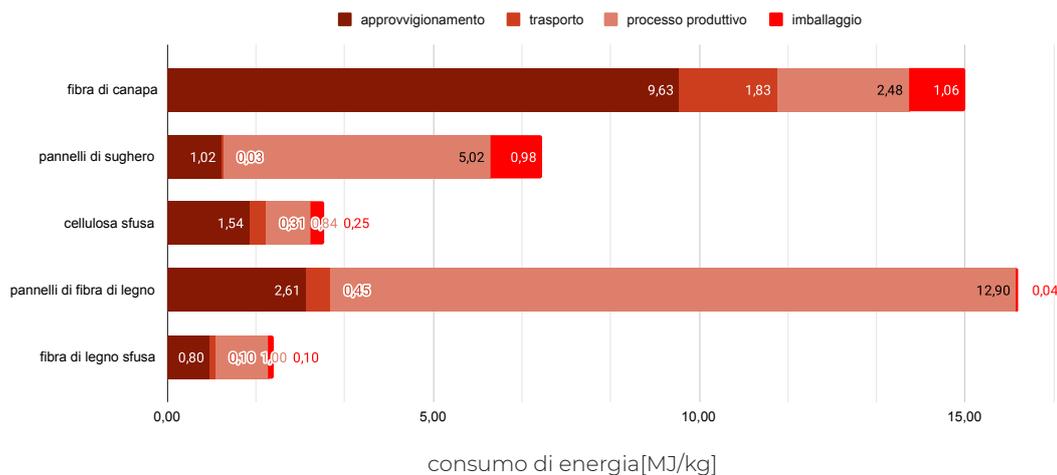


Figura 38
 Consumo di energia degli isolanti considerati; dati lolla di riso non pervenuto nella medesima fonte.
 (L' Isolamento Ecoefficiente Guida All'uso Dei Materiali Naturali. Manuali Di Progettazione Sostenibile, p.31)

La scelta di tenere in considerazione un isolante come la cellulosa sfusa è dettata dal fatto che, non solo è uno dei materiali che l'architetto F. Volhard utilizza in Haus J, abitazione usata come fil rouge in questo progetto, ma anche per le sue caratteristiche riguardanti le emissioni energetiche. Ad esempio, i materiali isolanti cellulosici si distinguono dagli altri materiali perchè hanno un valore di GWP (global warming potential) che tiene conto dell'anidride carbonica assorbita

durante la fotosintesi. Per questo motivo hanno un valore GWP inferiore a zero⁴⁹.

Gli altri isolanti scelti sono stati presi in considerazione per la loro origine, per le loro prestazioni e per la loro facile riciclabilità, sicuramente in linea con il progetto realizzato in terrapaglia. Si è tenuto conto anche della praticità di posa di alcuni di questi isolanti, soprattutto nel caso della struttura a telaio in stile giapponese, durante lo studio

⁴⁹Callum H., A. Norton, J. Dibdiakova, A Comparison of the Environmental Impacts of Different Categories of Insulation Materials, Energy and Buildings, Vol. 162, 2018

della stratigrafia della copertura.

- Lolla di riso sfusa (RICEHOUSE⁵⁰)

Si tratta di biomassa essiccata e depolverizzata, ricava a seguito del processo di sgrammatura del riso grezzo. Per composizione chimica si avvicina alla fibra di legno, per la presenza di cellulosa, lignina, minerali e silicati. È biodegradabile, altamente isolante e garantisce elevati livelli di traspirabilità. È stata presa in considerazione, non solo per la sua origine naturale, ma per merito dello scarso contenuto di nutrienti che la rende inattaccabile dagli insetti e per l'elevato contenuto di silice. Quest'ultimo possiede elevata resistenza alla marcescenza ed alla formazione di muffe. Viene introdotta all'interno della cavità tramite macchine soffiatrici, oppure inserita manualmente durante la posa graduale degli

50 <https://www.ricehouse.it/prodotto/materiali-vegetali/biomassa-isolante/>

elementi di muratura (blocchi).

- Pannello in canapa intonacabile (NORDTEX⁵¹)

È un pannello isolante di origine naturale con notevole resistenza all'umidità, a muffe e parassiti, mantenendo alto il livello di traspirabilità. Risulta essere all'85% riciclabile. È possibile intonacarlo se applicato esternamente. La presenza di acidi nella composizione chimica riduce la formazione di muffe e funghi; nonostante la possibile formazione di umidità non perde il livello prestazionale che promette di avere.

- Pannello in sughero (TECNOSUGHERI⁵²)

Si tratta di sughero espanso, totalmente naturale, ottenuto tramite processo termico di espansione e tostatura, in cui, le

47 <https://www.nordtex.it/prodotto/nordtex-konope-panel/>

52 <https://www.tecnosugheri.it/prodotto/corkpan-sughero-espanso-isolamento/>

resine naturali presenti fondono tra loro agendo da collante per i granuli. Scelto per la sua totale riciclabilità, per la sua insensibilità all'acqua e alla sua imputrescenza.

- Fibra di cellulosa sfusa
(ISOCELL⁵³)

Prodotto tramite un processo ottimale di riciclaggio della carta di giornale. La carta da giornale opportunamente sfilacciata viene unita a dei sali minerali che ne migliorano le qualità. È resistente alla decomposizione, ai parassiti e alla formazione di muffe. Inoltre essendo un materiale igroscopico, la percentuale di umidità assorbita nei periodi di alta concentrazione viene poi rilasciata senza che vi siano danneggiamenti. Il prodotto viene introdotto all'interno della cavità interessate tramite macchine soffiatrici.

453 <https://www.isocell.com/it/prodotti/prodotti/zellulose>

- Pannello in fibra di legno intonacabile

(NATURALIABAU⁵⁴)

Si tratta di un pannello composto da fibre di legno fini con elevate capacità idrorepellenti e di tenuta all'aria, nonché alta traspirabilità. È consigliato in combinazione con materiali a base argillosa per la finitura superficiale.

- Fibra di legno sfusa

(BENTON WOOD⁵⁵)

Assorbente e traspirante, la fibra di legno viene lavorato in speciali macchine soffianti e insufflato attraverso tubi flessibili direttamente in cantiere. Il prodotto è realizzato con legno proveniente da sfoltimento e tagli di segheria non trattati.

La sua capacità di riempire le cavità e compattarsi è ottimo in caso di spazi ristretti o di difficile

454 <https://naturalia-bau.it/it/prodotti/isolanti/naturatherm-protect-plus/>

455 <https://www.betonwood.com/fibradilegno-zell.html>

accesso. Se posato correttamente è possibile recuperarlo per essere riutilizzato nuovamente.

Di seguito sono stati riportati i due tipi di intonaci presi in considerazione per il progetto, uno per il lato interno delle pareti perimetrali a base argillosa, l'altro a base di calce per il lato esterno.

- Intonaco a base argillosa (TONGROUP⁵⁶)

Per quanto riguarda la scelta degli intonaci da applicare internamente alle pareti perimetrali, si è optato per un intonaco rustico a base di paglia fine, argilla e sabbia che può essere eseguita a mano, con una finitura superficiale in intonaco pregiato sempre a base di argilla, sabbia e inerti naturali colorati. L'alta alcalinità non permette la formazione di muffe. Sono privi di sostanze di origine sintetica.

⁵⁰ <https://ton-gruppe.it/prodotti-in-terra-cruda-e-canapa/malta-e-intonaci/>

- Termointonaco in calcecanapa (CALCEPIASCO⁵⁷)

Si tratta di una miscela naturale, flessibile, leggera e traspirante realizzata principalmente con calce e canapulo, offre particolare prestazione termica.

Tramite il prezzario 2022 della regione Piemonte, nella sezione 03 dedicata all'edilizia sostenibile, è stato possibile ricavare il prezzo dei materiali per la costruzione delle pareti. Nello specifico al prezzo della terra-paglia è stato preso in considerazione una variabile del 10% tra la terra-paglia posata a secco e la quella posata a umido. Questa variabile vuole tenere in considerazione la differente lavorazione. Per il calcolo sono stati presi in considerazione tutti gli strati, ma di seguito sono stati riportati solo i principali; per maggiori

⁵¹ <https://www.calcepiasco.it/prodotti/calce-canapa-termointonaco/>

dettagli si consiglia di consultare il prezzario 2022:

- Blocchi di argilla naturale porizzati con materiale di origine vegetale (sp. 25 cm):

19,75 €/mq

- Tamponamenti in argilla umida porizzati con materiale vegetale (ipotizzato al 10% in meno):

17,76 €/mq

- Intonaco fine a base di argilla:

0,49 €/kg

- Intonaco rustico a base di argilla:

0,62 €/kg

- Intonaco in malta di calce idraulica con inerti naturali per tamponamenti esterni:

1,15 €/kg

- Intonaco rustico per intonaco di calce idraulica con sabbia:

0,23 €/kg

- Lolla di riso (rivestimento o strati corticali dei semi del riso):

0,04 €/kg

- Pannelli in canapa/kenaf per l'isolamento termo acustico di coperture e pareti (sp. 12 cm e sp. 14 cm):

36,43 €/mq

42,49 €/mq

- Pannelli in sughero biondo naturale (sp. 10 cm e sp. 4 cm):

22,49 €/mq

8,99 €/mq

- Fibra di cellulosa in fiocchi prodotta da pura carta di giornale:

112,43 €/m³

- Pannelli in fibra di legno per l'isolamento coperture, intercapedine e solai (sp. 16 cm):

43,15 €/mq

Il legno utilizzato per la realizzazione della struttura non è stato preso in considerazione nel calcolo del prezzo al mq, in quanto si vuole considerare solo la realizzazione del tamponamento.

2.5

Soluzione 1: sistema a telaio ordinario

Nel primo caso è stato utilizzato un telaio secondo il metodo utilizzato dall'architetto Franz Volhard, tenendo come riferimento molti progetti, realizzato dal suo studio. Uno fra questi è Haus J, situata a Darmstadt in Germania (fig. 39 e fig. 40).

Si tratta di un edificio residenziale privato con un telaio ligneo e tamponamento delle pareti

perimetrali in terra alleggerita dalla densità di 1000 kg/m^3 .

Dal lato interno delle pareti perimetrali sono stati applicati dei pannelli di gessofibra, inserendo nella cavità creatasi tra i pannelli e lo strato di terra, dell'isolamento in cellulosa sfusa tramite insufflaggio.

Per il padiglione abbiamo due soluzioni di telaio a seconda del tipo di posa del mix terra-paglia; la posa in umido prevede la presenza di correnti orizzontali e diagonali, di dimensioni ridotte, posizionati di taglio per fornire maggiore supporto all'interno del tamponamento ed evitare spanciamenti (vedi figure 41 e 42).

Ovviamente una struttura di questo tipo risulterebbe eccessiva nel caso in cui si prevedesse l'utilizzo di terra-paglia sotto forma di blocchi, motivo per cui è stata realizzata una seconda soluzione del telaio (vedi figura 43 e 44).

Durante lo studio, infatti, si è compreso come la struttura per un edificio tamponato in blocchi in terra-paglia fosse, rispetto alla prima, più semplice e probabilmente più economico grazie al ridotto numero di elementi lignei utilizzati.



Figura 39
Haus J
Architetti: Schauer + Volhard Architekten
(<http://terra-award.org/project/house-j/>)

1 External wall
Timber panel wall construction, stiffened with gypsum fibreboard on the internal face, cellulose insulation on the interior, light earth, 1,000 kg/m³, manually applied onto laths on the exterior face. External lime render.
t = 29 cm, U = 0.24 W/m²K, Q = 190 kJ/m²K

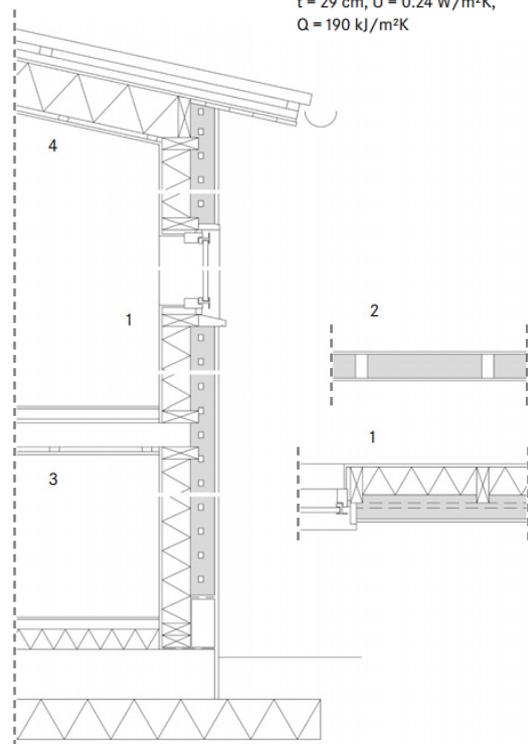


Figura 40
Haus J, sezione verticale
(*A Handbook for Building with Wood and Earth*; p. 292)

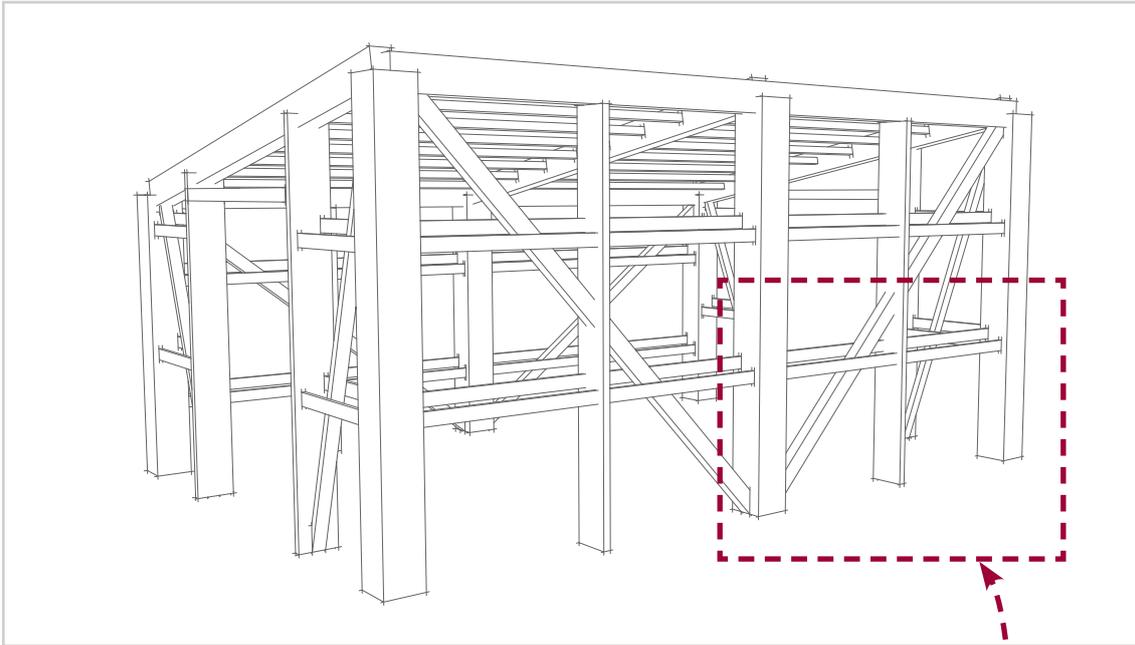


Figura 41
Progetto preliminare
Struttura lignea nel padiglione con pianta
forma 1, senza copertura sporgente.

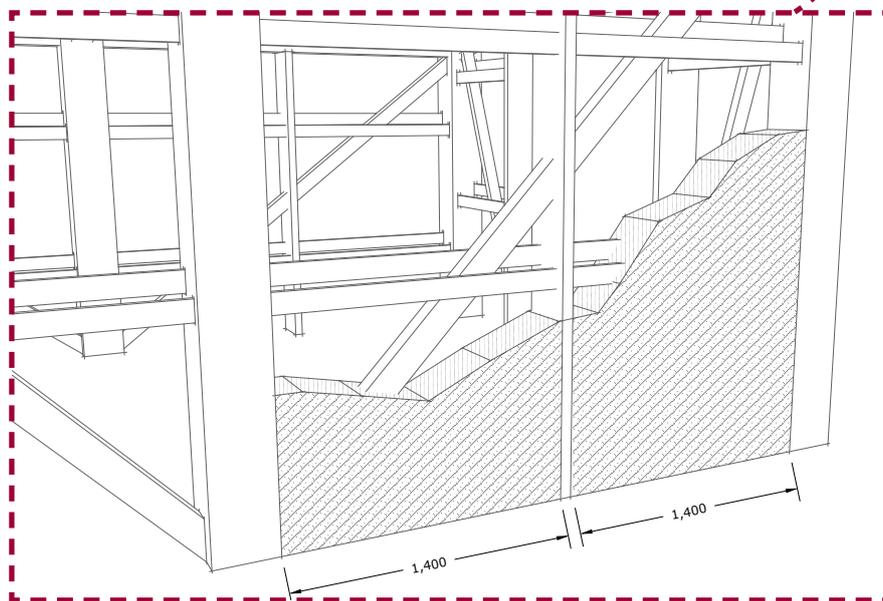


Figura 42
Progetto preliminare
Zoom della struttura lignea nel padiglione
con pianta forma 1, posa ad umido.

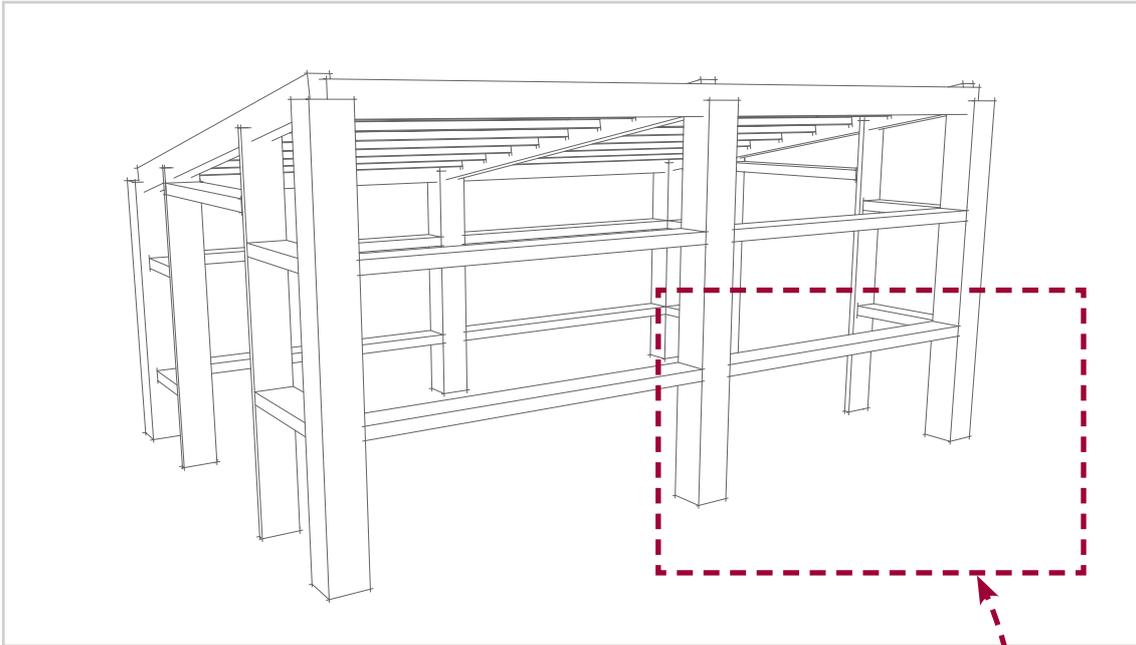


Figura 43
Bozza.
Struttura lignea nel padiglione con forma 2,
senza copertura sporgente.

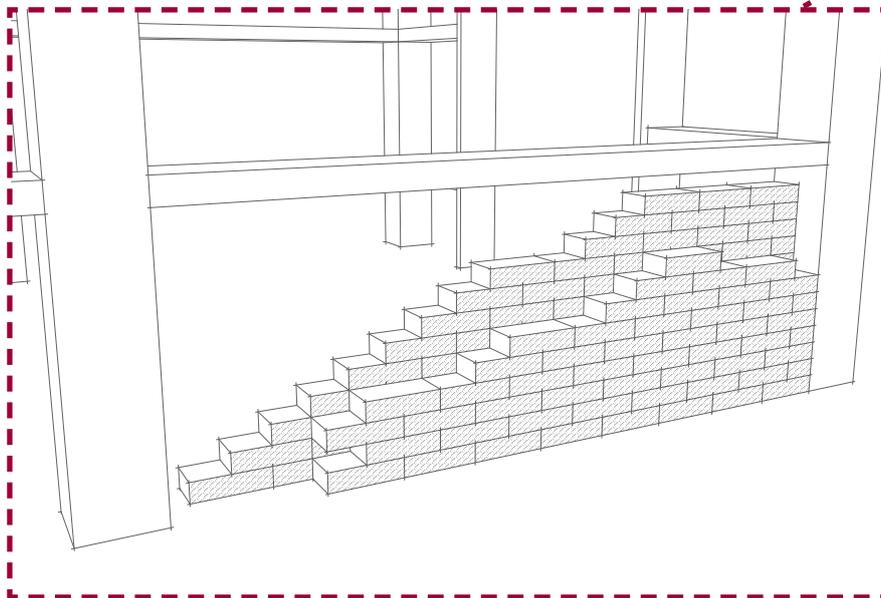


Figura 44
Bozza
Zoom della struttura lignea nel padiglione
con forma 2, posa a blocchi.

2.5.1

Abaco delle stratigrafie per la soluzione a telaio

Di seguito sono riportate tutte le ipotesi elaborate in una continua ricerca ed evoluzione.

Le soluzioni redatte riguardano:

- parete perimetrale
- copertura

Le soluzioni sono state distinte in tre grandi famiglie in base al metodo di posa della terra-paglia e alla posizione del tamponamento:

- parete tipo VOLHARD 1
abaco delle stratigrafie sviluppate per un tamponamento posato a secco tramite l'utilizzo di blocchi.
- parete tipo VOLHARD 2
abaco delle stratigrafie sviluppate per un tamponamento realizzato a umido con l'utilizzo di casseri a scorrimento.

- copertura tipo VOLHARD 3
abaco delle stratigrafie sviluppate per un tamponamento realizzato a umido con l'utilizzo di perlinatura interna come cassero a perdere.

In tutte le stratigrafie i pacchetti si differenziano in base alla densità della terra utilizzata ed in base al tipo di isolante utilizzato. Questo ha permesso di valutare le prestazioni, nelle varie simulazioni e combinazioni, ottenendo risultati più o meno vantaggiosi, variando di spessori ove necessario.

Si ritiene necessario precisare che i valori di densità della terra-paglia utilizzati durante i calcoli delle stratigrafie potrebbero essere approssimativi, perchè sono valori teorici presi a riferimento dal libro di Franz Volhard, *Light Earth Construction*. Di seguito sono riportate delle tabelle riassuntive dei valori principali ottenuti.

PARETE A SECCO					
isolante	densità [kg/m ³]	spessore [m]	massa sup. [kg/m ²]	trasmissione [W/m ² K]	resistenza [m ² K/W]
V.1A lolla di riso sfusa	800	0,460	286,800	0,220	4,550
	1200	0,460	386,800	0,245	4,090
V.1B p. canapa	800	0,430	275,200	0,220	4,550
	1200	0,430	375,200	0,245	4,090
V.1C p. sughero	800	0,450	283,400	0,194	5,140
	1200	0,450	383,400	0,214	4,680
V.1D cellulosa sfusa	800	0,430	274,200	0,200	5,010
	1200	0,430	374,200	0,220	4,540

PARETE A UMIDO					
isolante	densità [kg/m ³]	spessore [m]	massa sup. [kg/m ²]	trasmissione [W/m ² K]	resistenza [m ² K/W]
V.2A lolla di riso sfusa	800	0,445	284,700	0,225	4,450
	1200	0,445	384,700	0,251	3,990
V.2B p. canapa	800	0,430	280,000	0,216	4,630
	1200	0,430	380,000	0,240	4,160
V.2C p. sughero	800	0,430	281,200	0,216	4,630
	1200	0,430	381,200	0,240	4,160
V.2D cellulosa sfusa	800	0,445	275,800	0,182	5,510
	1200	0,445	375,800	0,198	5,040

COPERTURA A UMIDO					
isolante	densità [kg/m ³]	spessore [m]	massa sup. [kg/m ²]	trasmissione [W/m ² K]	resistenza [m ² K/W]
V.3A p. canapa	800	0,585	314,200	0,181	5,540
	1200	0,585	434,200	0,201	4,980
V.3B p. sughero	800	0,495	250,600	0,202	4,960
	1200	0,495	338,600	0,220	4,550
V.3C p. fibra di legno	800	0,495	248,000	0,199	5,010
	1200	0,495	328,800	0,216	4,640

IPOTESI STRATIGRAFICHE

**PARETE TIPO VOLHARD 1
POSA A SECCO CON BLOCCHI**

VI.A: lolla di riso sfusa

VI.B: pannello in canapa

VI.C: pannello in sughero

VI.D: cellulosa sfusa

Blocchi di terra con isolante in lolla di riso

La parete presenta un doppio
perimetro di blocchi in terra-
paglia dalla densità di 800 kg/m^3 .

L'isolante nell'intercapedine è
la lolla di riso sfusa che ha una
densità di 125 kg/m^3 .

Verifica della condensa
(simulazione sviluppata tramite
Ebau 3.0): non presenta condensa
superficiale o interstiziale.

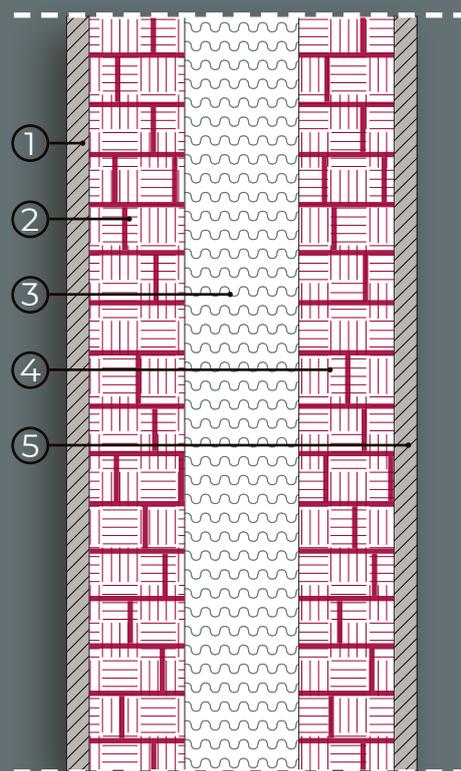
Sfasamento:

19h 25' valore invernale

19h 30' valori estivo

Prezzo al mq per realizzare la
parete: 60,59 €/mq

Scheda completa: allegati pag. 5



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	blocchi di terra-paglia	125	mm
3.	lolla di riso sfusa	150	mm
4.	blocchi di terra-paglia	125	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,460 m

Massa superficiale
286,8 kg/m^2

Trasmittanza
0,220 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
4,55 $\text{m}^2\text{K/W}$

Blocchi di terra con isolante in lolla di riso

La parete presenta un doppio perimetro di blocchi in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m³.

L'isolante utilizzato in questa prova è la lolla di riso sfusa che ha una densità di 125 kg/m³.

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): sul lato interno dello strato 2) si crea condensa interstiziale che evapora a febbraio.

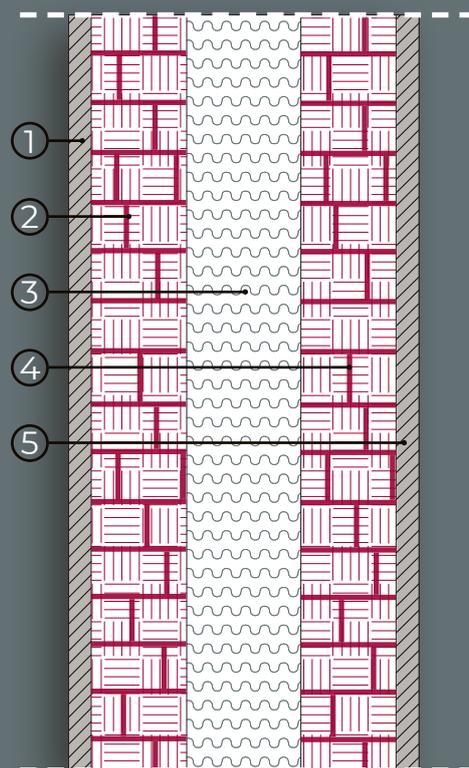
Sfasamento:

18h 32' valore invernale

18h 36' valori estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 60,59 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 7



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	blocchi di terra-paglia	125	mm
3.	lolla di riso sfusa	150	mm
4.	blocchi di terra-paglia	125	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,460 cm

Massa superficiale
386,8 kg/m²

Trasmittanza
0,245 W/m²K

Resistenza termica
4,09 m²K/W

Blocchi di terra con isolante in pannelli di fibra di canapa

La parete presenta un doppio
perimetro di blocchi in terra-
paglia dalla densità di 800 kg/m^3 .

Lo strato d'isolante utilizzato
in questa prova è costituito da
pannelli di fibra di canapa che ha
una densità di 60 kg/m^3 .

Verifica della condensa
(simulazione sviluppata tramite
Ebau 3.0): sul lato interno dello
strato 2) si crea condensa
interstiziale che evapora a marzo.

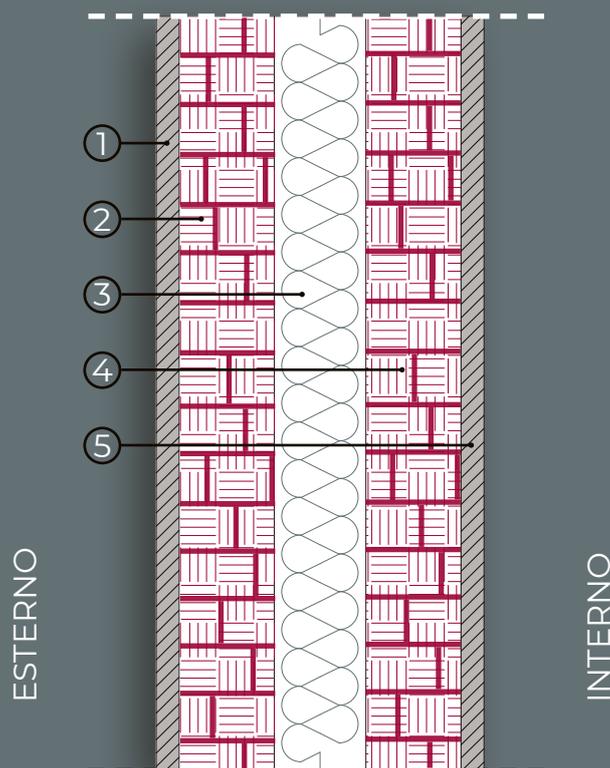
Sfasamento:

17h 22' valore invernale

17h 27' valori estivo

Prezzo al mq per realizzare la
parete: 96,27 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 11



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	blocchi di terra-paglia	125	mm
3.	pannello in fibra di canapa	120	mm
4.	blocchi di terra-paglia	125	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,430 cm

Massa superficiale
275,2 kg/m^2

Trasmittanza
0,220 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
4,55 $\text{m}^2\text{K/W}$

Blocchi di terra con isolante in pannelli di fibra di canapa

La parete presenta un doppio perimetro di blocchi in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m³.

Lo strato d'isolante utilizzato in questa prova è costituito da pannelli di fibra di canapa che ha una densità di 60 kg/m³.

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): sul lato interno dello strato 2) si crea condensa interstiziale che evapora ad aprile.

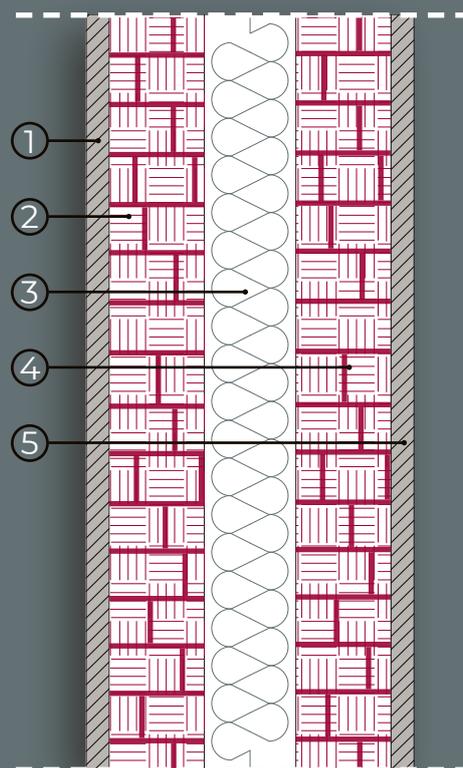
Sfasamento:

16h 31' valore invernale

16h 35' valori estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 96,27 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 15



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	blocchi di terra-paglia	125	mm
3.	pannello in fibra di canapa	120	mm
4.	blocchi di terra-paglia	125	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,430 cm

Massa superficiale
375,2 kg/m²

Trasmittanza
0,245 W/m²K

Resistenza termica
4,09 m²K/W

Blocchi di terra con isolante in pannello di sughero

La parete presenta un doppio
perimetro di blocchi in terra-
paglia dalla densità di 800 kg/m^3 .

Lo strato d'isolante utilizzato è
costituito da pannelli di sughero
che ha una densità di 110 kg/m^3 .

Verifica della condensa
(simulazione sviluppata tramite
Ebau 3.0): non presenta condensa
superficiale o interstiziale.

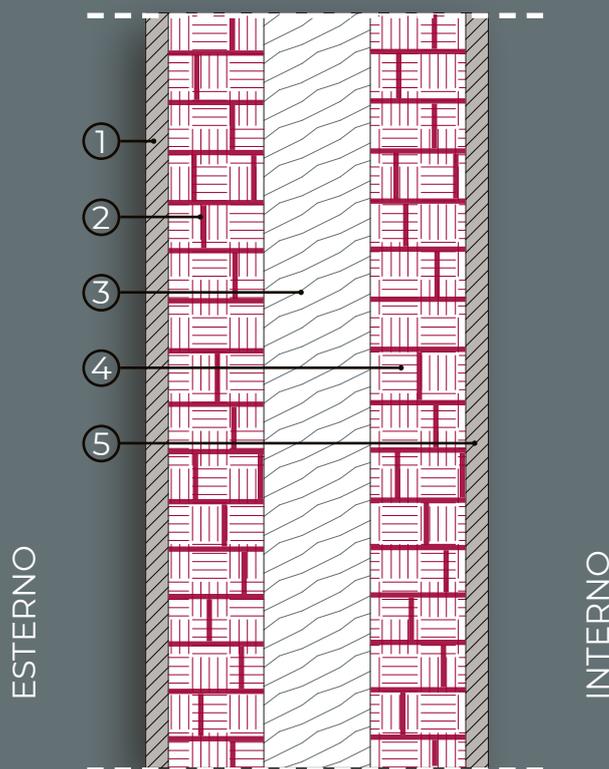
Sfasamento:

20h 14' valore invernale

20h 19' valori estivo

Prezzo al mq per realizzare la
parete: 91,32 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 19



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	blocchi di terra-paglia	125	mm
3.	pannello in sughero	140	mm
4.	blocchi di terra-paglia	125	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,450 m

Massa superficiale
283,4 kg/m^2

Trasmittanza
0,194 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
5,14 $\text{m}^2\text{K/W}$

Blocchi di terra con isolante in pannelli di sughero

La parete presenta un doppio
perimetro di blocchi in terra-
paglia dalla densità di 1200 kg/m³.

Lo strato d'isolante utilizzato è
costituito da pannelli di sughero
che ha una densità di 110 kg/m³.

Verifica della condensa
(simulazione sviluppata tramite
Ebau 3.0): non presenta condensa
superficiale o interstiziale.

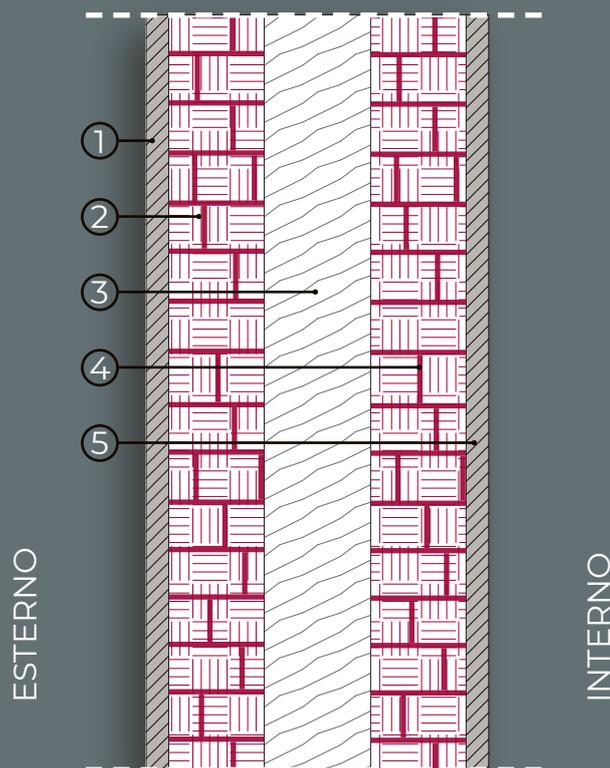
Sfasamento:

19h 20' valore invernale

19h 24' valori estivo

Prezzo al mq per realizzare la
parete: 91,32 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 22



1.	termointonaco in calce	30	mm
2.	blocchi di terra-paglia	125	mm
3.	pannello in sughero	140	mm
4.	blocchi di terra-paglia	125	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,450 m

Massa superficiale
383,4 kg/m²

Trasmittanza
0,214 W/m²K

Resistenza termica
4,68 m²K/W

Parete in blocchi con isolante in fibra di cellulosa sfusa

La parete presenta un doppio perimetro di blocchi in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 .

L'isolante utilizzato in questa prova è lacellulosa sfusa che ha una densità di $51,50 \text{ kg/m}^3$.

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): sul lato interno dello strato 2) si crea condensa interstiziale che evapora a marzo.

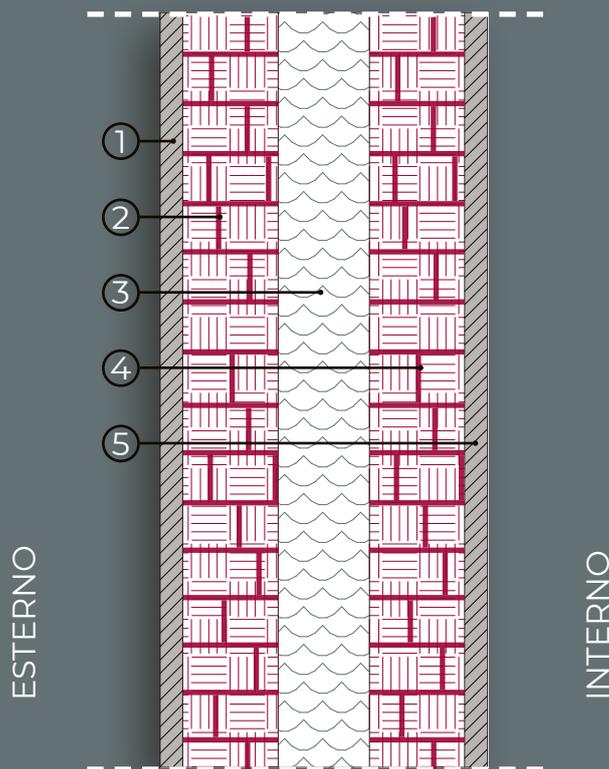
Sfasamento:

17h 47' valore invernale

17h 51' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 76,70 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 25



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	blocchi di terra-paglia	125	mm
3.	fibra di cellulosa sfusa	120	mm
4.	blocchi di terra-paglia	125	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,430 m

Massa superficiale
274,2 kg/m^2

Trasmittanza
0,200 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
5,01 $\text{m}^2\text{K/W}$

Parete in blocchi con isolante in fibra di cellulosa sfusa

La parete presenta un doppio perimetro di blocchi in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m³.

L'isolante utilizzato in questa prova è la cellulosa sfusa che ha una densità di 51,50 kg/m³.

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): sul lato interno dello strato 2) si crea condensa interstiziale che evapora a aprile.

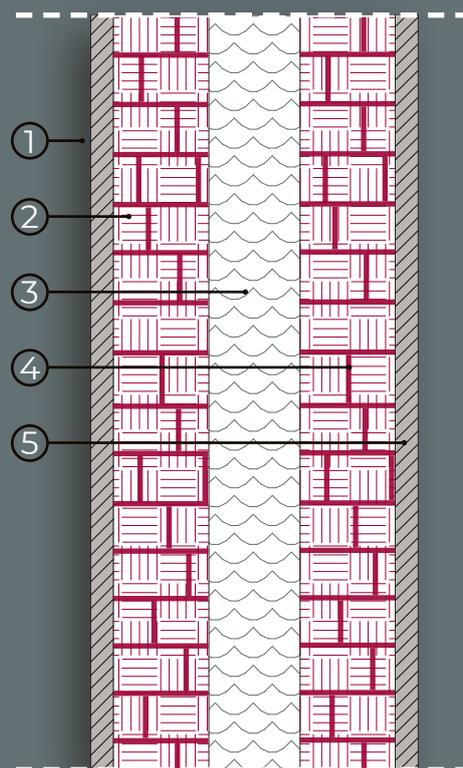
Sfasamento:

16h 55' valore invernale

16h 59' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 76,70 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 29



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	blocchi di terra-paglia	125	mm
3.	fibra di cellulosa sfusa	120	mm
4.	blocchi di terra-paglia	125	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,430 m

Massa superficiale
374,2 kg/m²

Trasmittanza
0,220 W/m²K

Resistenza termica
4,54 m²K/W

Di seguito sono riportati i valori di condensa prodotta e accumulata in g/m², per ogni pacchetto

analizzato, in ogni mese.

V1.A_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	0,0	0,0
febbraio	0,0	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V1.A_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	9,4	9,4
gennaio	8,9	18,2
febbraio	-33,8	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V1.B_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,8	0,8
dicembre	33,3	34,1
gennaio	36,5	70,6
febbraio	-19,9	50,7
marzo	-135,2	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V1.B_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	31,5	31,5
dicembre	67,0	98,5
gennaio	70,5	169,1
febbraio	10,5	179,5
marzo	-104,8	74,7
aprile	-347,4	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V1.C_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	0,0	0,0
febbraio	0,0	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V1.C_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	0,0	0,0
febbraio	0,0	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

VI.D_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,7	0,7
dicembre	28,5	29,3
gennaio	30,3	59,6
febbraio	-21,1	38,5
marzo	-127,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

VI.D_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	28,0	28,0
dicembre	58,4	86,4
gennaio	60,3	146,7
febbraio	5,8	152,4
marzo	-100,0	52,4
aprile	-328,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

IPOTESI STRATIGRAFICHE

PARETE TIPO VOLHARD 2
POSA A UMIDO

V2.A: lolla di riso sfusa

V2.B: pannello in canapa

V2.C: pannello in sughero

V2.D: cellulosa sfusa

Monoparete con isolante in lolla di riso

La parete è costituita da un singolo strato in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 , realizzato a umido.

L'isolante nell'intercapedine tra la terra-paglia e il pannello in gessofibra è la lolla di riso sfusa che ha una densità di 125 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): non presenta condensa superficiale o interstiziale.

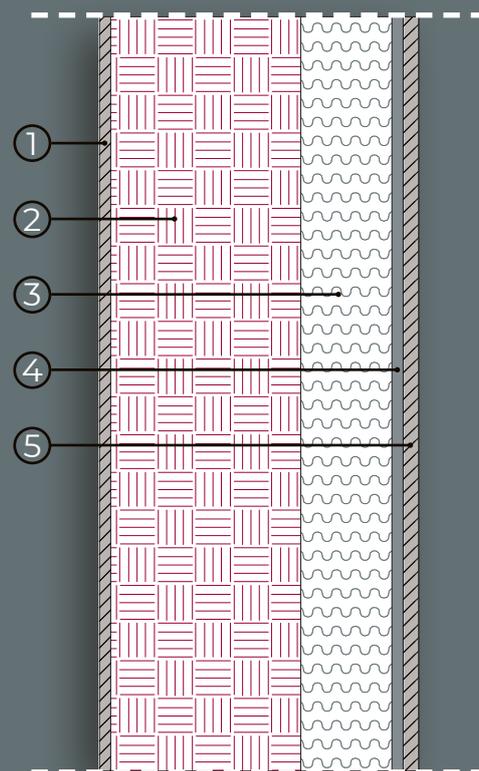
Sfasamento:

18h 37' valore invernale

18h 41' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 65,97 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 33



1.	termointonaco in calce	30	mm
2.	monoparete in terra-paglia	250	mm
3.	lolla di riso sfusa	120	mm
4.	pannello in gessofibra	15	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,445 m

Massa superficiale
284,7 kg/m^2

Trasmittanza
0,225 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
4,45 $\text{m}^2\text{K/W}$

Monoparete con isolante in lolla di riso

La parete è costituita da un singolo strato in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m^3 , realizzato a umido.

L'isolante nell'intercapedine tra la terra-paglia e il pannello in gessofibra è la lolla di riso sfusa che ha una densità di 125 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): sul lato interno dello strato 2) vi è condensa interstiziale che evapora a maggio.

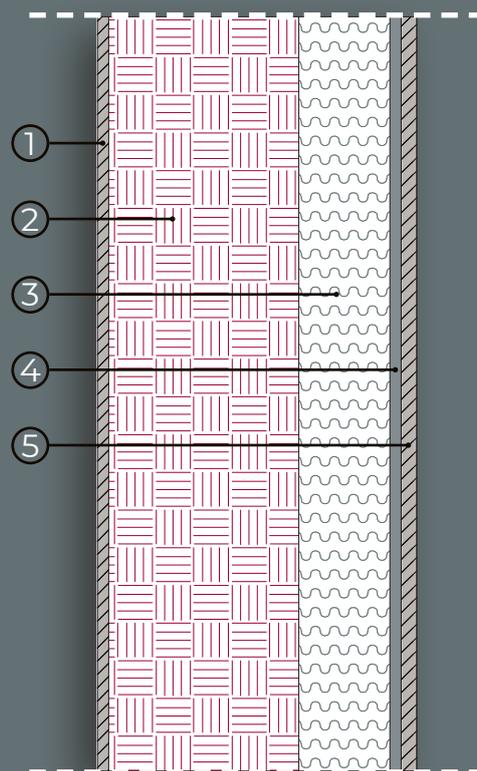
Sfasamento:

17h 29' valore invernale

17h 32' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 65,97 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 36



1.	termointonaco in calce	30	mm
2.	monoparete in terra-paglia	250	mm
3.	lolla di riso sfusa	120	mm
4.	pannello in gessofibra	15	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,445 m

Massa superficiale
384,7 kg/m^2

Trasmittanza
0,251 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
3,99 $\text{m}^2\text{K/W}$

Monoparete con isolante in pannelli di fibra di canapa

La parete è costituita da un unico strato in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 , realizzato a umido.

Lo strato d'isolante utilizzato in questa prova è costituito da pannelli di fibra di canapa che ha una densità di 60 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): sul lato interno dello strato 2) vi è condensa interstiziale che evapora a marzo.

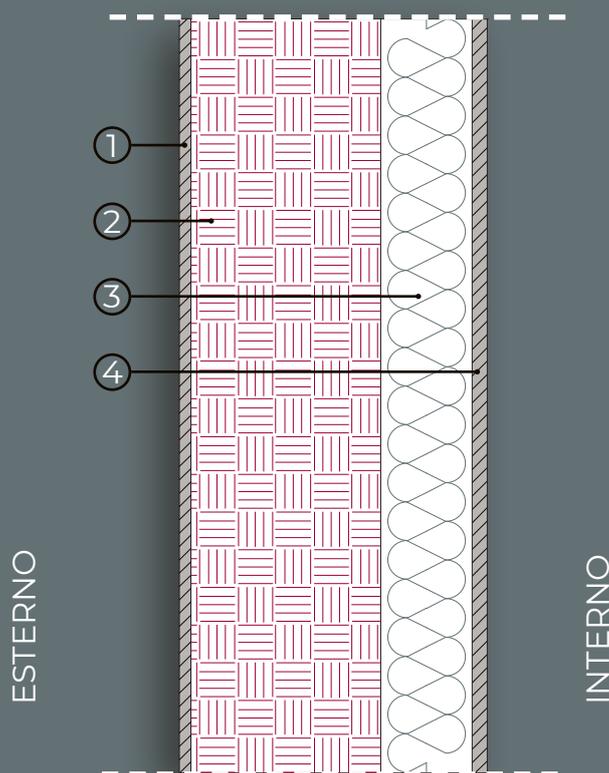
Sfasamento:

18h 11' valore invernale

18h 16' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 94,30 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 40



1. termintonaco in calce	30	mm
2. monoparete in terra-paglia	250	mm
3. pannello di fibra di canapa	120	mm
4. intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,430 m

Massa superficiale
280,0 kg/m^2

Trasmittanza
0,216 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
4,63 $\text{m}^2\text{K/W}$

Monoparete con isolante in pannelli di fibra di canapa

La parete è costituita da un unico strato in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m^3 , realizzato a umido.

Lo strato d'isolante utilizzato in questa prova è costituito da pannelli di fibra di canapa che ha una densità di 60 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): sul lato interno dello strato 2) vi è condensa interstiziale che evapora, ma supera i limiti di legge di 500 g/m^2 .

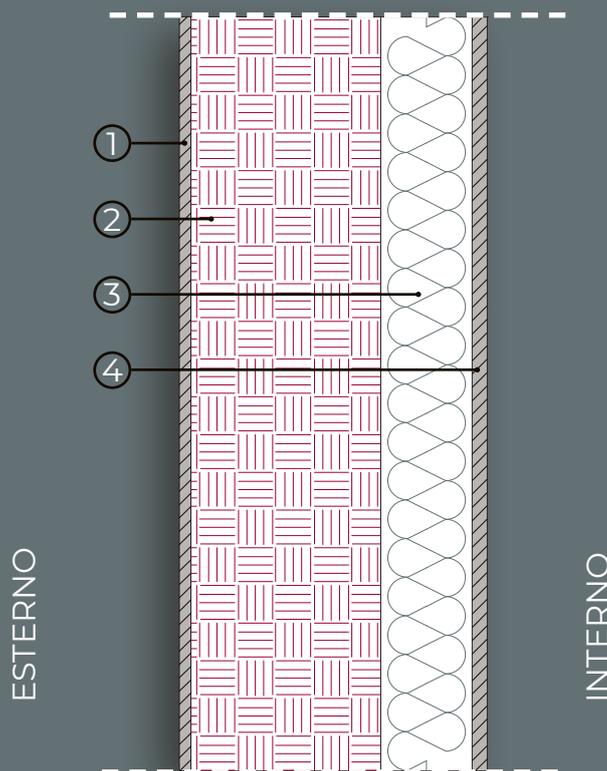
Sfasamento:

17h 04' valore invernale

17h 07' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 94,30 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 44



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	monoparete in terra-paglia	250	mm
3.	pannello di fibra di canapa	120	mm
4.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,430 m

Massa superficiale
380,0 kg/m^2

Trasmittanza
0,240 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
4,16 $\text{m}^2\text{K/W}$

Monoparete con isolante in pannelli di sughero

La parete è costituita da un unico strato in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 , realizzato a umido.

Lo strato d'isolante utilizzato in questa prova è costituito da pannelli in sughero che ha una densità di 110 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): non presenta condensa superficiale o interstiziale.

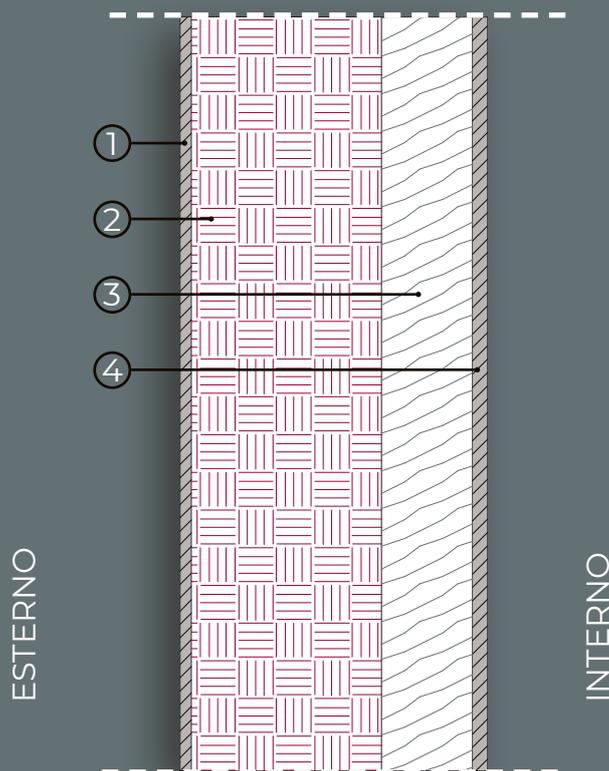
Sfasamento:

18h 48' valore invernale

18h 52' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 89,35 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 48



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	monoparete in terra-paglia	250	mm
3.	pannello in sughero	120	mm
4.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,430 cm

Massa superficiale
281,2 kg/m^2

Trasmittanza
0,216 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
4,63 $\text{m}^2\text{K/W}$

Monoparete con isolante in pannelli di sughero

La parete è costituita da un unico strato in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m^3 , realizzato a umido.

Lo strato d'isolante utilizzato in questa prova è costituito da pannelli in sughero che ha una densità di 110 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): non presenta condensa superficiale o interstiziale.

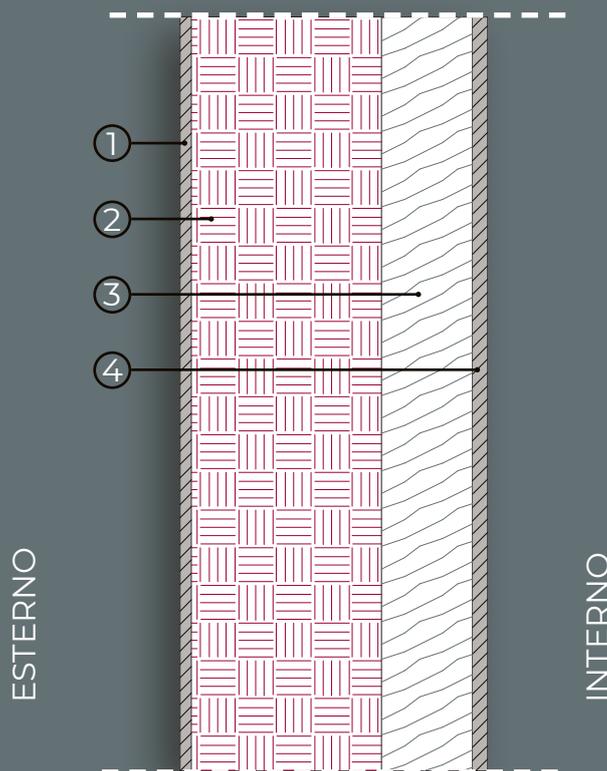
Sfasamento:

17h 40' valore invernale

17h 43' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 89,35 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 51.



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	monoparete in terra-paglia	250	mm
3.	pannello in sughero	120	mm
4.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,430 m

Massa superficiale
381,2 kg/m^2

Trasmittanza
0,240 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
4,16 $\text{m}^2\text{K/W}$

Monoparete con isolante in cellulosa sfusa

La parete è costituita da un unico strato in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 , realizzato a umido.

L'isolante utilizzato in questa prova è la cellulosa sfusa che ha una densità di $51,50 \text{ kg/m}^3$.

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): sul lato interno dello strato 2) vi è condensa interstiziale che evapora a marzo.

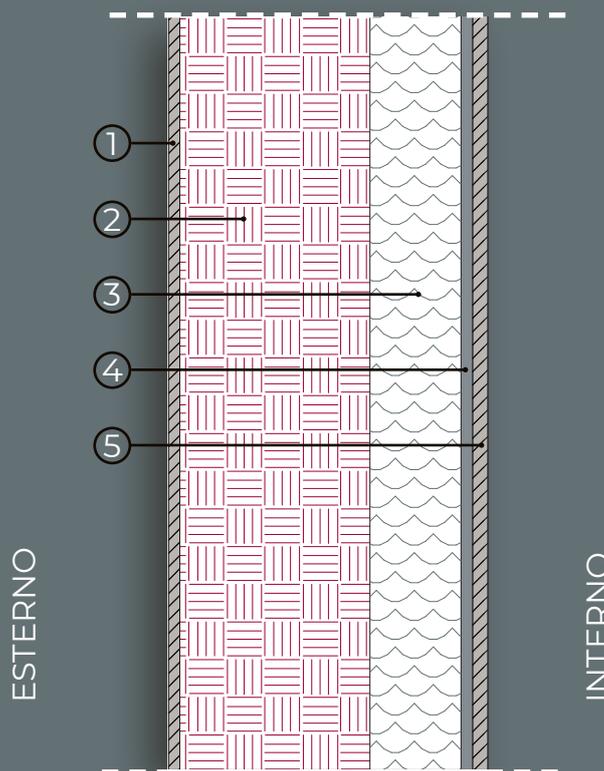
Sfasamento:

17h 59' valore invernale

18h 04' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 82,08 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 54



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	monoparete in terra-paglia	250	mm
3.	fibra di cellulosa	120	mm
4.	pannello in gesso	15	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,445 m

Massa superficiale
275,8 kg/m^2

Trasmittanza
0,182 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
5,51 $\text{m}^2\text{K/W}$

Monoparete con isolante in cellulosa sfusa

La parete è costituita da un unico strato in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m^3 , realizzato a umido.

L'isolante utilizzato in questa prova è la cellulosa sfusa che ha una densità di $51,50 \text{ kg/m}^3$.

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): sul lato interno dello strato 2) vi è condensa interstiziale che evapora, ma supera il limite di legge di 500 g/m^2 .

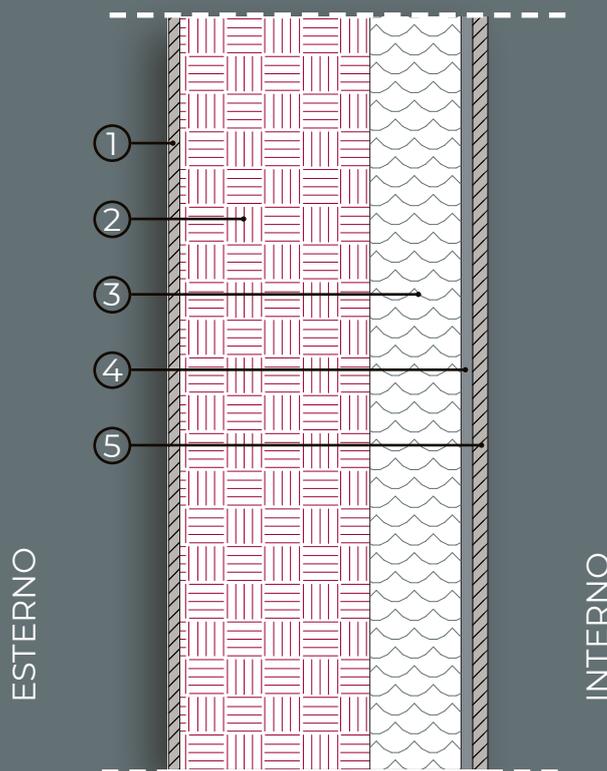
Sfasamento:

16h 52' valore invernale

16h 55' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 82,08 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 58



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	monoparete in terra-paglia	250	mm
3.	fibra di cellulosa	120	mm
4.	pannello in gesso	15	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,445 m

Massa superficiale
375,8 kg/m^2

Trasmittanza
0,198 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
5,04 $\text{m}^2\text{K/W}$

Di seguito sono riportati i valori di condensa prodotta e accumulata in g/m², per ogni pacchetto

analizzato, in ogni mese.

V2.A_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	0,0	0,0
febbraio	0,0	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V2.A_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	67,6	67,6
dicembre	121,7	189,3
gennaio	133,5	322,7
febbraio	63,1	385,8
marzo	-59,6	326,2
aprile	-290,0	36,2
maggio	-462,4	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V2.B_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	49,5	49,5
gennaio	62,9	112,3
febbraio	-23,3	89,0
marzo	-196,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V2.B_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	132,7	132,7
dicembre	213,1	345,8
gennaio	231,5	577,4
febbraio	132,7	710,0
marzo	-29,4	680,6
aprile	-330,7	349,9
maggio	-568,3	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V2.C_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	0,0	0,0
febbraio	0,0	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V2.C_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	0,0	0,0
febbraio	0,0	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V2.D_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	6,6	6,6
dicembre	55,5	62,1
gennaio	64,6	126,7
febbraio	-7,5	119,2
marzo	-149,9	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V2.D_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	118,1	118,1
dicembre	181,0	299,1
gennaio	194,3	493,4
febbraio	114,3	607,7
marzo	-15,7	592,0
aprile	-266,3	325,7
maggio	-479,3	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

IPOTESI STRATIGRAFICHE

**COPERTURA TIPO VOLHARD 3
POSA A UMIDO**

V3.A: pannello in canapa

V3.B: pannello in sughero

V3.C: pannello in fibra di legno

Copertura con pannelli di fibra di canapa e perlinatura interna

La stratigrafia della copertura contiene un unico strato in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 , posato a umido.

A questo sono sovrapposti pannelli di fibra di canapa che hanno una densità di 60 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): non presenta condensa superficiale o interstiziale.

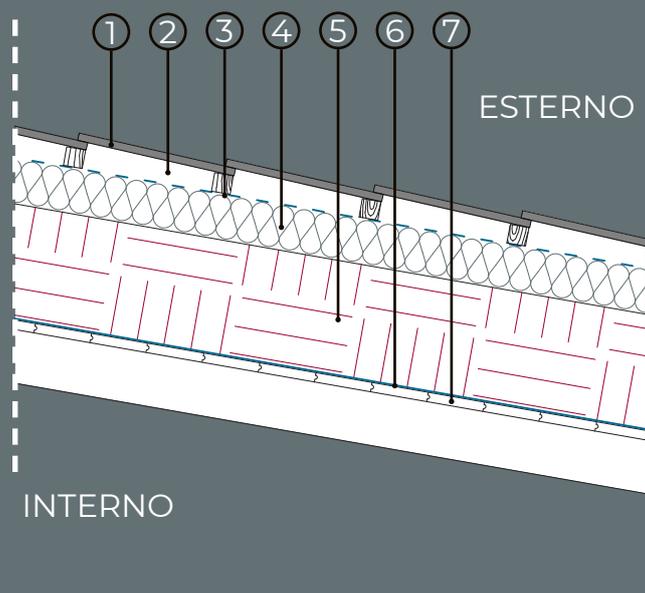
Sfasamento:

20h 35' valore invernale

21h 14' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 103,66 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 62



1. manto di copertura in marsigliesi	20	mm
2. camera d'aria con listelli	80	mm
3. membrana impermeabile altamente traspirante	1	mm
4. pannello di fibra di canapa	150	mm
5. strato in terra-paglia	300	mm
6. freno vapore in cellulosa naturale	4	mm
7. perlinatura in legno	30	mm

Spessore totale
0,585 m

Massa superficiale
314,2 kg/m^2

Trasmittanza
0,181 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
5,54 $\text{m}^2\text{K/W}$

Copertura con pannelli di fibra di canapa e perlinatura interna

La stratigrafia della copertura contiene un unico strato in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m³, posato a umido.

A questo sono sovrapposti pannelli di fibra di canapa che hanno una densità di 60 kg/m³.

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): non presenta condensa superficiale o interstiziale.

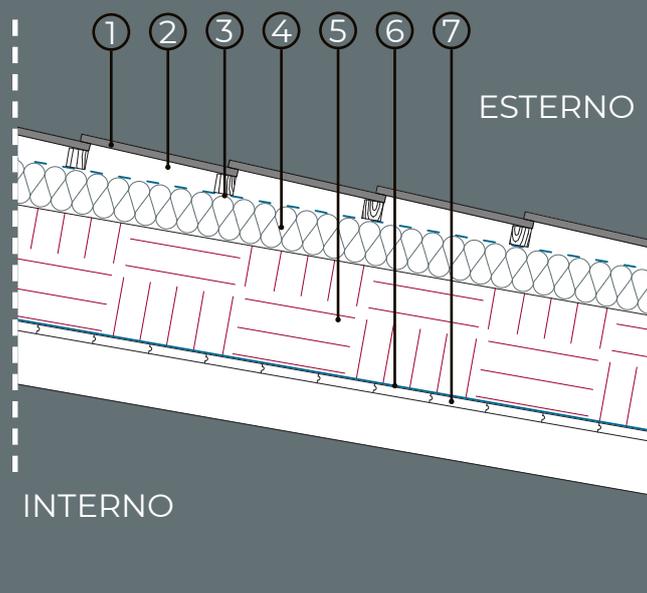
Sfasamento:

18h 55' valore invernale

19h 46' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 103,66 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 65



1. manto di copertura in marsigliesi	20	mm
2. camera d'aria con listelli	80	mm
3. membrana impermeabile altamente traspirante	1	mm
4. pannello di fibra di canapa	150	mm
5. strato in terra-paglia	300	mm
6. freno vapore in cellulosa naturale	4	mm
7. perlinatura in legno	30	mm

Spessore totale
0,585 m

Massa superficiale
434,2 kg/m²

Trasmittanza
0,201 W/m²K

Resistenza termica
4,98 m²K/W

Copertura con pannelli in sughero e perlinatura interna

La stratigrafia della copertura contiene un unico strato in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 , posato a umido.

A questo sono sovrapposti pannelli di sughero che hanno una densità di 110 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): non presenta condensa superficiale o interstiziale.

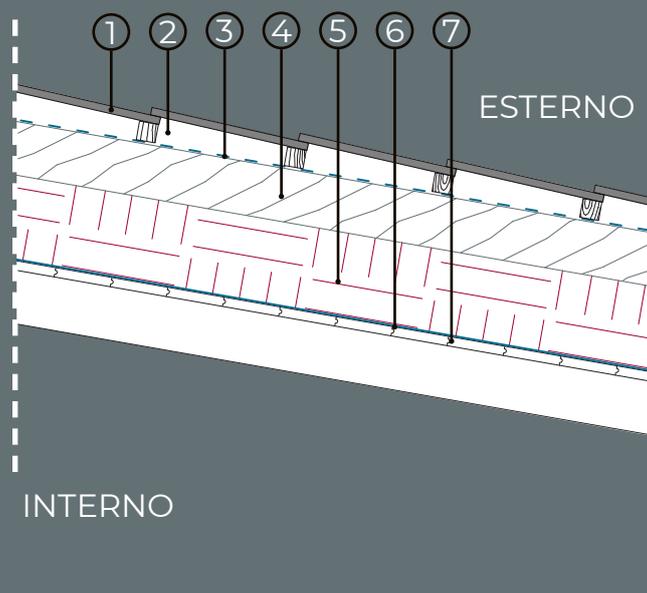
Sfasamento:

17h 09' valore invernale

18h 04' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 73,71 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 68



1. manto di copertura in marsigliesi	20	mm
2. camera d'aria con listelli	80	mm
3. membrana impermeabile altamente traspirante	1	mm
4. pannello in sughero	140	mm
5. strato in terra-paglia	220	mm
6. freno vapore in cellulosa naturale	4	mm
7. perlinatura in legno	30	mm

Spessore totale
0,495 m

Massa superficiale
250,6 kg/m^2

Trasmittanza
0,202 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
4,96 $\text{m}^2\text{K/W}$

Copertura con pannelli in sughero e perlinatura interna

La stratigrafia della copertura contiene un unico strato in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m³, posato a umido.

A questo sono sovrapposti pannelli di sughero che hanno una densità di 110 kg/m³.

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): non presenta condensa superficiale o interstiziale.

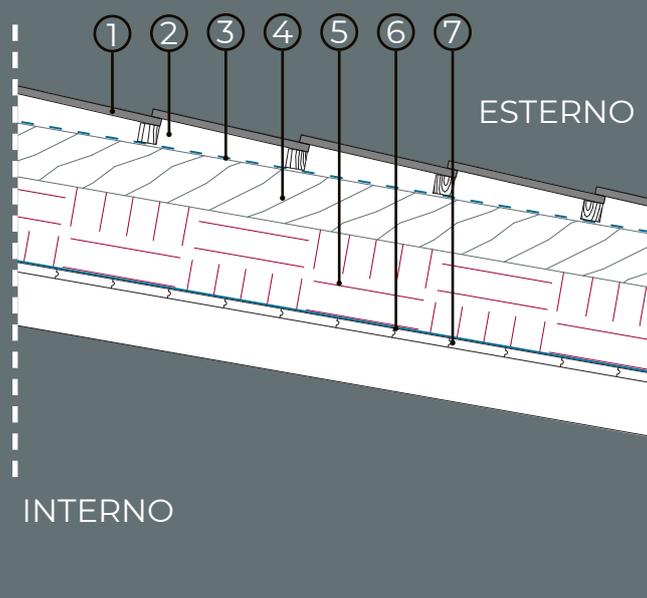
Sfasamento:

16h 09' valore invernale

17h 02' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 73,71 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 71



- | | | |
|------------------------------------------------|-----|----|
| 1. manto di copertura in marsigliesi | 20 | mm |
| 2. camera d'aria con listelli | 80 | mm |
| 3. membrana impermeabile altamente traspirante | 1 | mm |
| 4. pannello in sughero | 140 | mm |
| 5. strato in terra-paglia | 220 | mm |
| 6. freno vapore in cellulosa naturale | 4 | mm |
| 7. perlinatura in legno | 30 | mm |

Spessore totale
0,495 m

Massa superficiale
338,6 kg/m²

Trasmittanza
0,220 W/m²K

Resistenza termica
4,55 m²K/W

Copertura con pannelli in fibra di legno e perlinatura interna

La stratigrafia della copertura contiene un unico strato in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 , posato a umido.

A questo sono sovrapposti pannelli rigidi in fibra di legno che hanno una densità di 180 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): non presenta condensa superficiale o interstiziale.

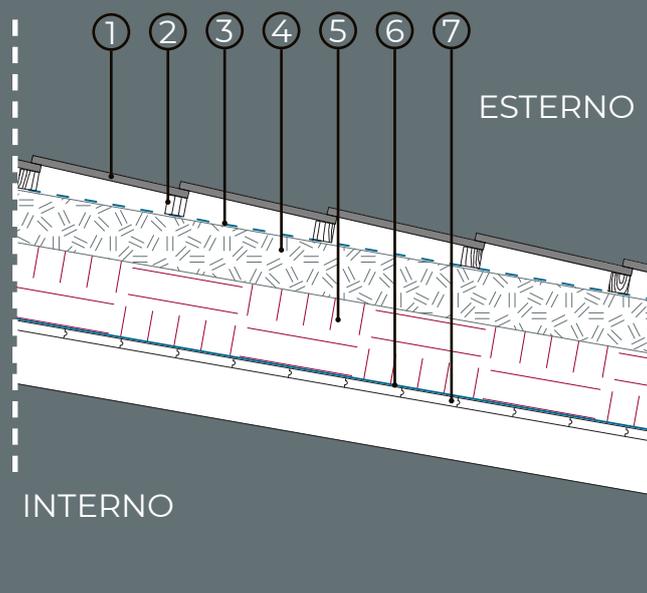
Sfasamento:

20h 13' valore invernale

21h 14' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 103,13 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 74



1. manto di copertura in marsigliesi	20	mm
2. camera d'aria con listelli	80	mm
3. membrana impermeabile altamente traspirante	1	mm
4. pannello in fibra di legno	160	mm
5. strato in terra-paglia	200	mm
6. freno vapore in cellulosa naturale	4	mm
7. perlinatura in legno	30	mm

Spessore totale
0,495 m

Massa superficiale
248,0 kg/m^2

Trasmittanza
0,199 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
5,01 $\text{m}^2\text{K/W}$

Copertura con pannello in fibra di legno e perlinatura interna

La stratigrafia della copertura contiene un unico strato in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 , posato a umido.

A questo sono sovrapposti pannelli rigidi in fibra di legno che hanno una densità di 180 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): non presenta condensa superficiale o interstiziale.

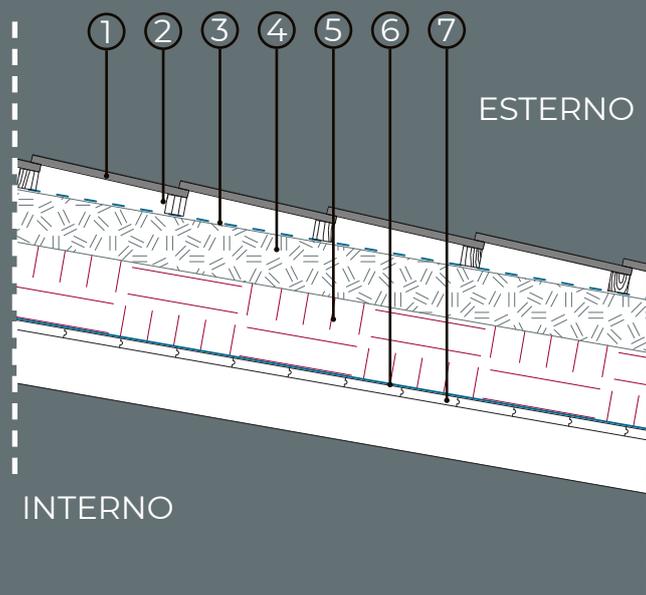
Sfasamento:

19h 20' valore invernale

20h 19' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 103,13 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 77



1. manto di copertura in marsigliesi	20	mm
2. camera d'aria con listelli	80	mm
3. membrana impermeabile altamente traspirante	1	mm
4. pannello in fibra di legno	160	mm
5. strato in terra-paglia	200	mm
6. freno vapore in cellulosa naturale	4	mm
7. perlinatura in legno	30	mm

Spessore totale
0,495 m

Massa superficiale
328,0 kg/m^2

Trasmittanza
0,216 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
4,64 $\text{m}^2\text{K/W}$

Di seguito sono riportate le esportazioni delle tabelle con nessun valore di condensa

prodotta e accumulata in g/m², per ogni pacchetto analizzato, in ogni mese.

V3.A_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	0,0	0,0
febbraio	0,0	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V3.A_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	0,0	0,0
febbraio	0,0	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V3.B_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	0,0	0,0
febbraio	0,0	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V3.B_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	0,0	0,0
febbraio	0,0	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V3.C_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	0,0	0,0
febbraio	0,0	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

V3.C_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	0,0	0,0
febbraio	0,0	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

2.6

Soluzione 2: sistema a griglia con nodo in stile giapponese

Nel secondo caso, si affronta l'analisi di una struttura lignea differente dalla classica struttura a telaio.

Il principio su cui si basa questa soluzione è quello della falegnameria tradizionale giapponese, che prende il nome

di *tsugite*¹.

Si tratta di un sistema di giunti in legno tra 2 o più elementi lignei senza elementi di connessione come chiodi, viti, piastre metalliche o colla, ma funziona semplicemente grazie all'attrito che si crea con i vari elementi incastrati tra di loro.

Questo sistema di collegamenti di origine nipponica oltre ad essere una tradizione molto antica, fonda le sua origine su una questione di necessità, diventando con il tempo poi un'arte².

L'impiego di questo giunto a 3 assi, recentemente riproposto da Toki Hirokazu, ingegnere dell'Università di Shiga, vuole essere la soluzione alternativa, per questo progetto, permettendo di creare una struttura intelaiata a

⁵² Larsson M., Yoshida H., Umetani N., Igarashi. T. *Tsugite: Interactive Design and Fabrication of Wood Joints, University of Tokyo, 2020*

<http://ma-la.com/tsugite.html>

⁵³ Seike K., *The Art of Japanese Joinery*, Tokyo, John Weatherhill Inc., 1977

maglia regolare.

Nel nodo convergono tre listelli lignei a sezione quadrata dalla dimensione molto ridotta, ripetuto in tutte e tre le dimensioni per creare una struttura autoportante.

Il ragionamento sulla struttura si è limitato alle pareti perimetrali, cercando la giusta sezione del listello e dell'interasse, rispetto alle dimensioni totali della parete.

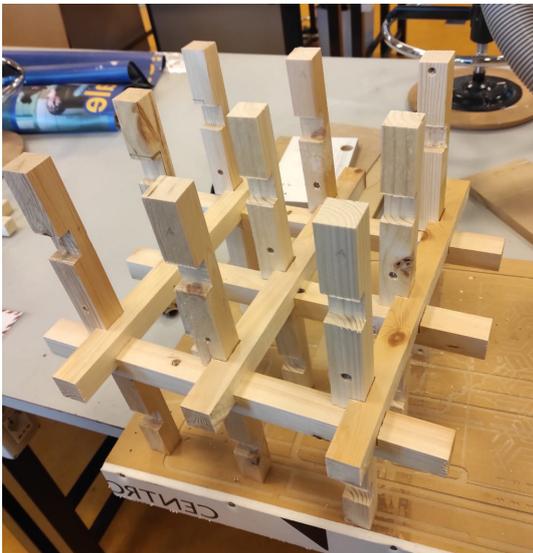


Figura 45
Foto: prova di costruzione.

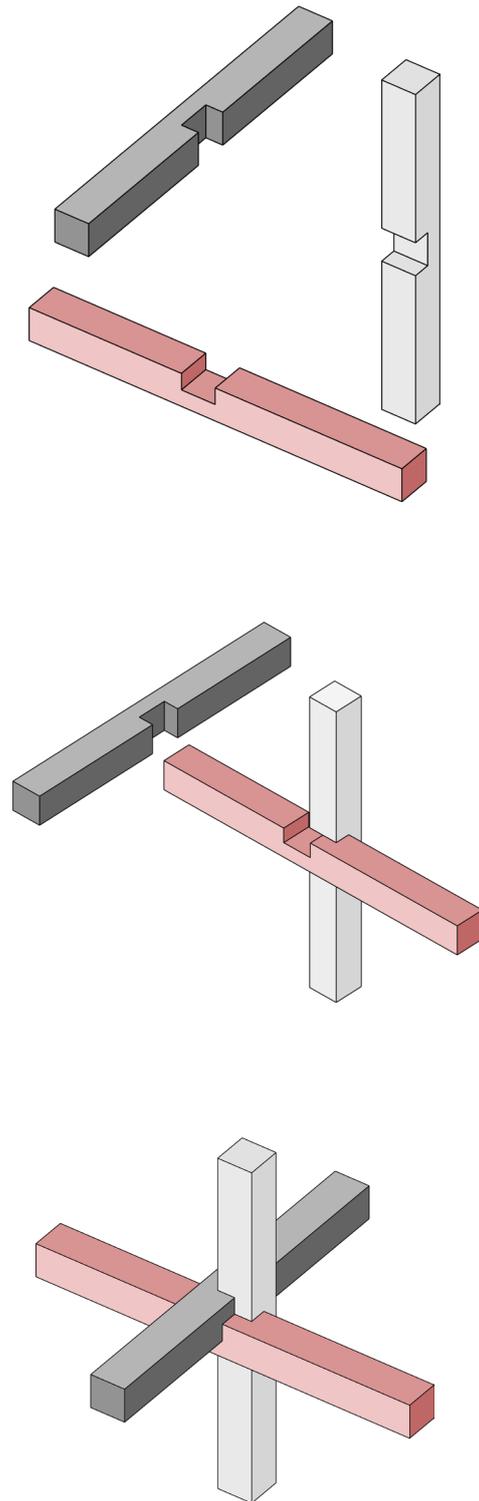


Figura 46
Passaggi per il montaggio del giunto.

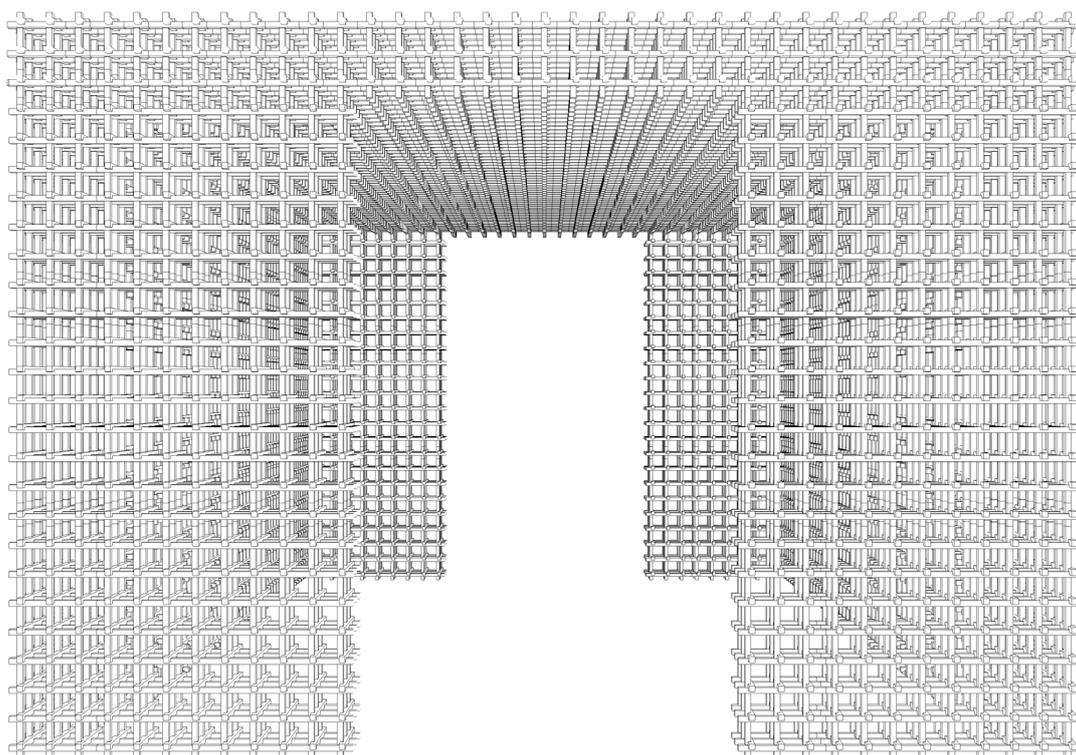


Figura 47
Ipotesi del telaio

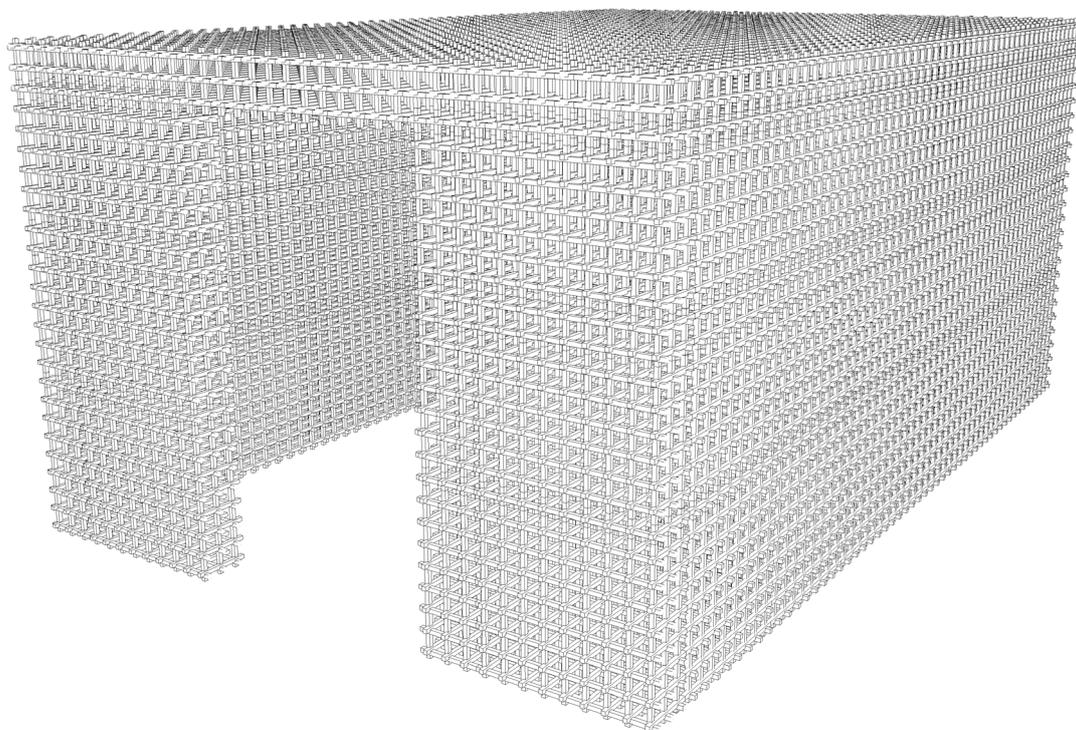


Figura 48
Ipotesi del telaio

2.6.1

Studio della parete perimetrale

Durante lo studio per la progettazione della maglia strutturale, sono state redatte molteplici ipotesi sotto vari aspetti. La seguente è una di queste.

La parete perimetrale prevede la realizzazione di una griglia principale, con listelli di sezione 25x25 mm, modificato successivamente in 30x30 mm per questioni di reperibilità commerciale, collegate tra loro con listelli trasversali di medesima sezione. L'interasse tra un nodo e l'altro è di 100 mm.

Durante la fase di progettazione, si è pensato di aggiungere dei supporti (listelli azzurri), utili come punti di aggancio per gli isolanti e i pannelli rigidi.

Questo si è rivelato, nei ragionamenti successivi, non necessario in quanto i pannelli potevano essere agganciati alla parete in terra-paglia una volta solidificata, tramite dei tasselli.

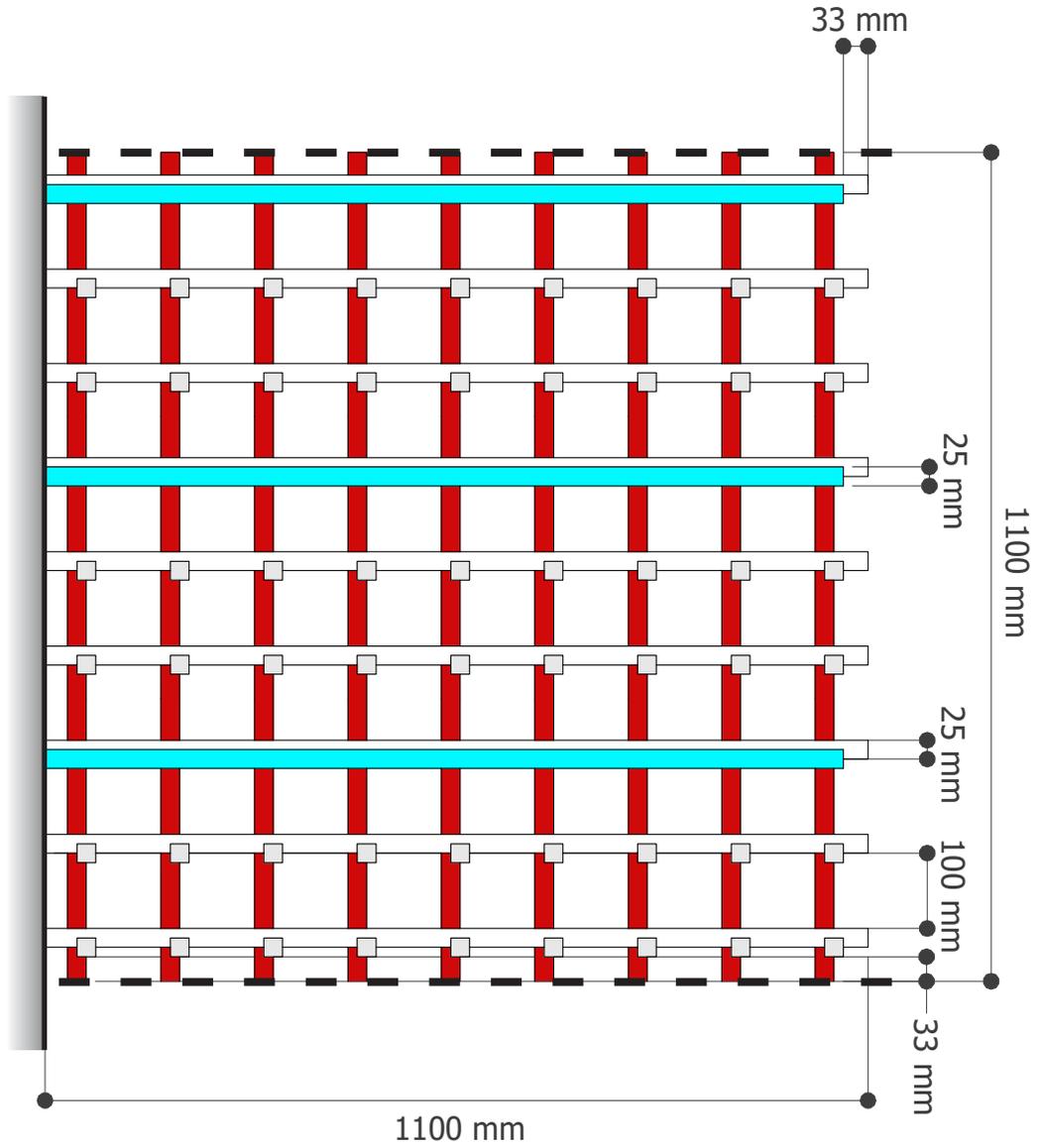
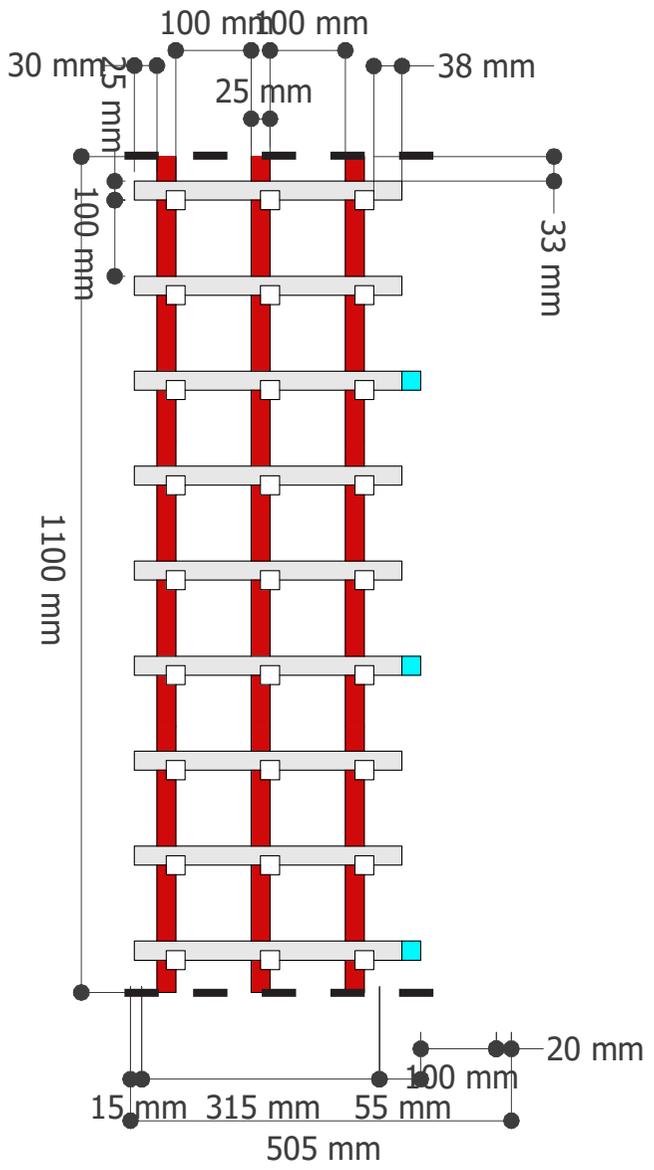


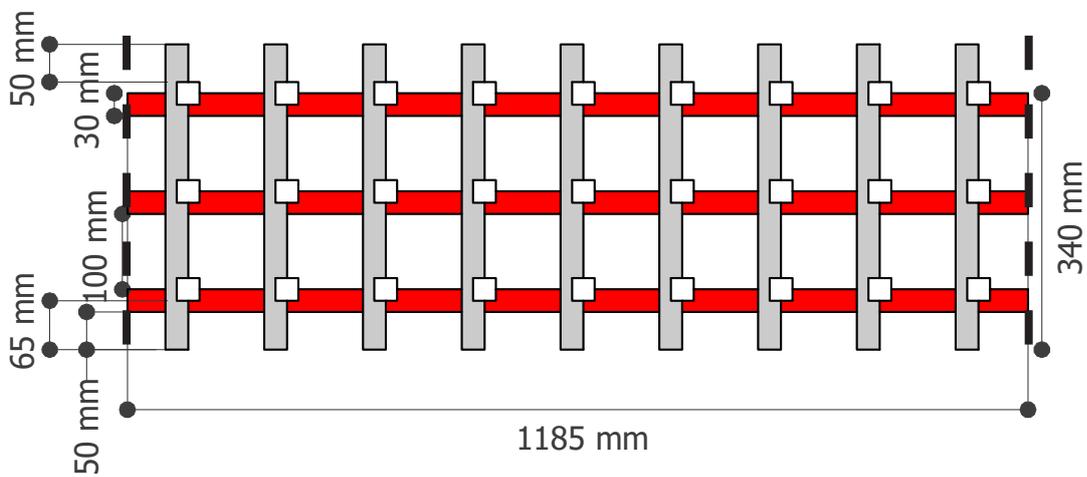
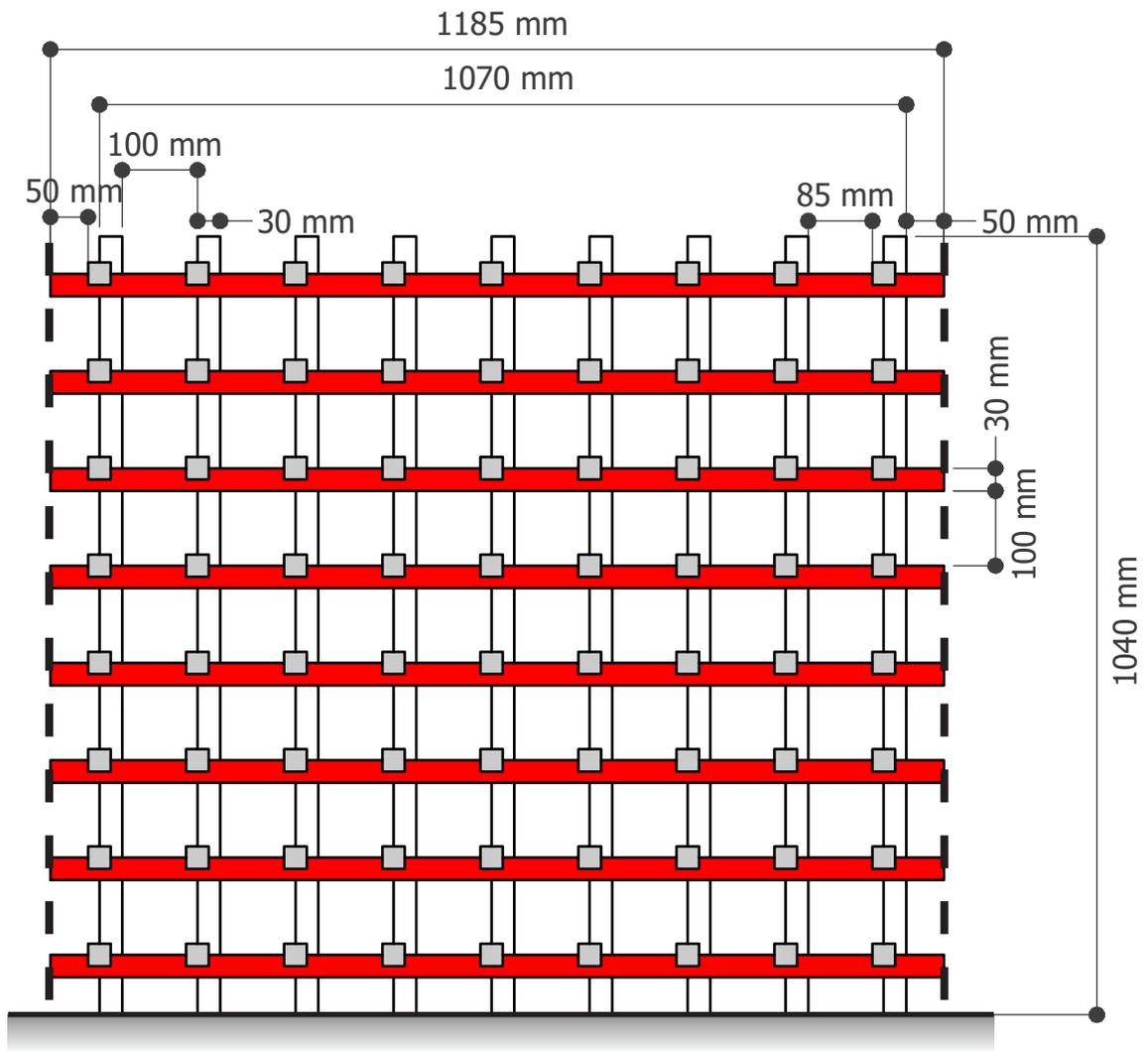
Figura 49
Esempio tassello
<https://www.eurotec.team/it/prodotti/tetto-e-facciata/klimax/tassello-klimax-materiali-isolanti>

Con questa struttura è stata sviluppata una serie di stratigrafie con diverse soluzioni di isolanti e di densità di terra-paglia. Ovviamente si è considerato una posa a umido del mix.

Figura 50 ▶
Disegni: struttura della parete con listelli 25x25 mm e listelli azzurri
Pianta e prospetto
scala 1:10

Figura 51 ▶▶
Disegni: struttura della parete con listelli 30x30 mm e listelli azzurri
Pianta e prospetto
scala 1:10





Di seguito sono riportati, nella tabella riassuntiva, i valori principali ottenuti.

PARETE A UMIDO					
isolante	densità [kg/m ³]	spessore [m]	massa sup. [kg/m ²]	trasmissione [W/m ² K]	resistenza [m ² K/W]
T.1A	800	0,515	354,200	0,227	4,410
lolla di riso sfusa	1200	0,515	490,200	0,265	3,780
T.1B	800	0,515	346,800	0,189	5,290
cellulosa sfusa	1200	0,515	482,800	0,215	4,660
T.1C	800	0,565	326,100	0,220	4,540
p. canapa	1200	0,565	450,100	0,252	3,960
T.1D	800	0,565	351,100	0,215	4,660
p. sughero	1200	0,565	487,100	0,248	4,030

IPOTESI STRATIGRAFICHE

PARETE TIPO TOKI
POSA A UMIDO

T1.A: lolla di riso sfusa

T1.B: cellulosa sfusa

T1.C: pannello in canapa

T1.D: pannello in sughero

Telaio a griglia con doppio strato di terra-paglia e isolante in lolla di riso

La parete è costituita da un singolo strato in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 , realizzato a umido.

L'isolante è lolla di riso sfusa che ha una densità di 125 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): leggera presenza di condensa sul lato interno dello strato 2), che evapora nel mese di febbraio.

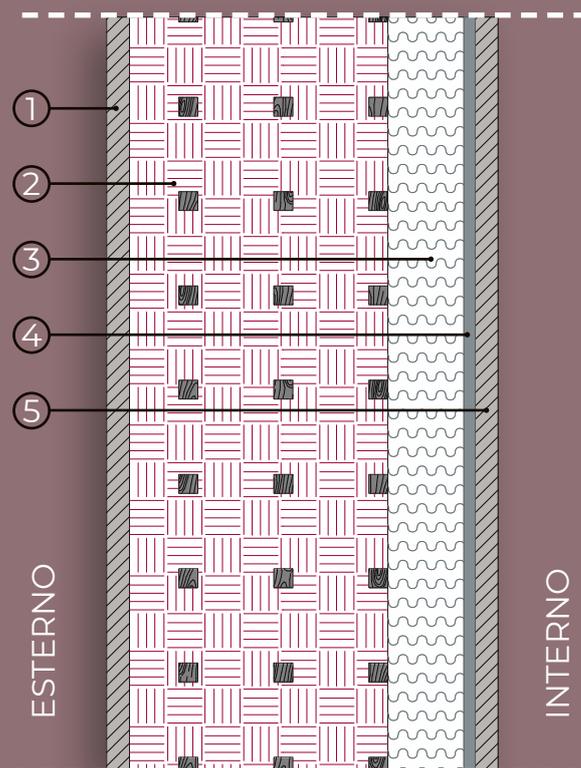
Sfasamento:

21h 40' valore invernale

21h 44' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 73,39 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 80



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	strato in terra-paglia	340	mm
3.	lolla di riso sfusa	100	mm
4.	pannello in gessofibra	15	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,515 m

Massa superficiale
354,2 kg/m^2

Trasmittanza
0,227 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
4,41 $\text{m}^2\text{K/W}$

Telaio a griglia con doppio strato di terra-paglia e isolante in lolla di riso

La parete è costituita da un singolo strato in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m^3 , realizzato a umido.

L'isolante è lolla di riso sfusa che ha una densità di 125 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): presenza di condensa sul lato interno dello strato 2), che evapora nel mese di aprile.

Sfasamento:

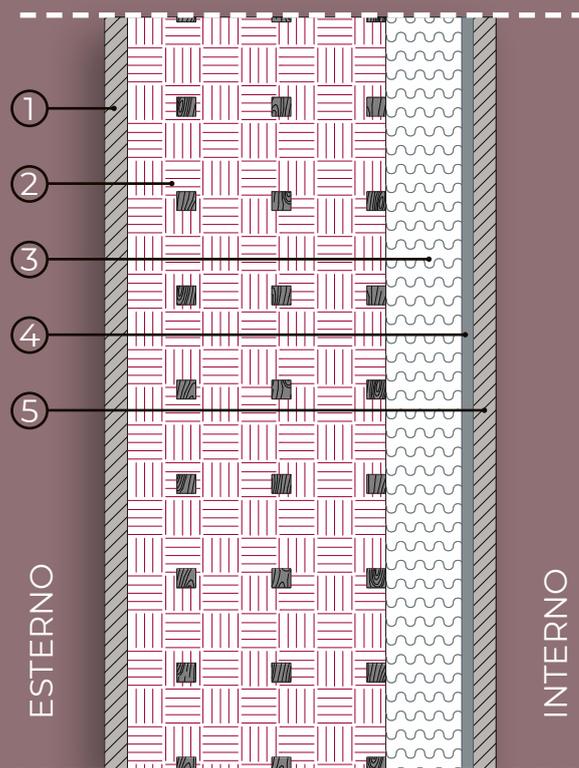
20h 03' valore inverale

20h 06' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 73,39 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 84

ABACO STRATIGRAFIE Parete tipo TOKI 1.A_1200



1. termintonaco in calce	30	mm
2. strato in terra-paglia	340	mm
3. lolla di riso sfusa	100	mm
4. pannello in gesso	15	mm
5. intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,515 m

Massa superficiale
490,2 kg/m^2

Trasmittanza
0,265 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
3,78 $\text{m}^2\text{K/W}$

Telaio a griglia con doppio strato di terra-paglia e isolante in cellulosa sfusa

La parete è costituita da un unico strato in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 .

L'isolante utilizzato in questa prova è la cellulosa sfusa che ha una densità di $51,50 \text{ kg/m}^3$.

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): presenza di condensa sul lato interno dello strato 2), che evapora nel mese di aprile.

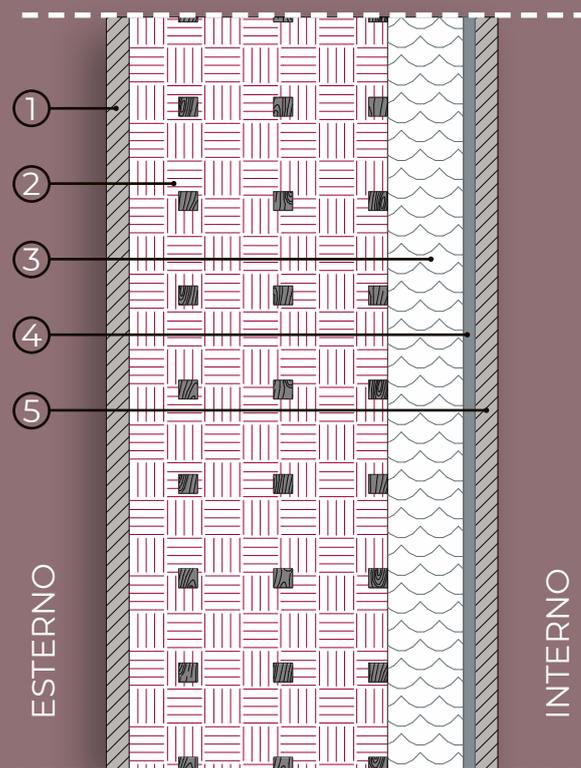
Sfasamento:

21h 10' valore invernale

21h 14' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 76,79 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 88



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	strato in terra-paglia	340	mm
3.	fibra di cellulosa sfusa	100	mm
4.	pannello in gessofibra	15	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,515 m

Massa superficiale
346,8 kg/m^2

Trasmittanza
0,189 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
5,29 $\text{m}^2\text{K/W}$

Telaio a griglia con doppio strato di terra-paglia e isolante in cellulosa sfusa

La parete è costituita da un unico strato in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m^3 .

L'isolante utilizzato in questa prova è la cellulosa sfusa che ha una densità di $51,50 \text{ kg/m}^3$.

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): sul lato interno dello strato 2) vi è condensa che evapora, ma supera il limite di legge di 500 g/m^2 .

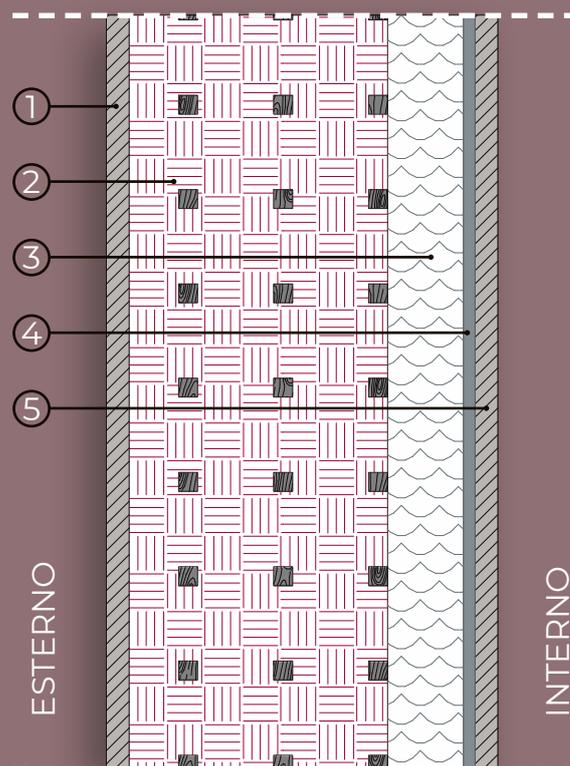
Sfasamento:

19h 34' valore invernale

19h 37' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 76,79 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 92



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	strato in terra-paglia	340	mm
3.	fibra di cellulosa sfusa	100	mm
4.	pannello in gessofibra	15	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,515 m

Massa superficiale
482,8 kg/m^2

Trasmittanza
0,215 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
4,69 $\text{m}^2\text{K/W}$

Telaio a griglia con doppio strato di terra-paglia e pannelli di fibra di canapa

La parete è costituita da un unico strato in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 .

Isolante costituito da pannelli rigidi di fibra di canapa con densità di 60 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): leggera presenza di condensa sul lato interno dello strato 2), che evapora nel mese di febbraio.

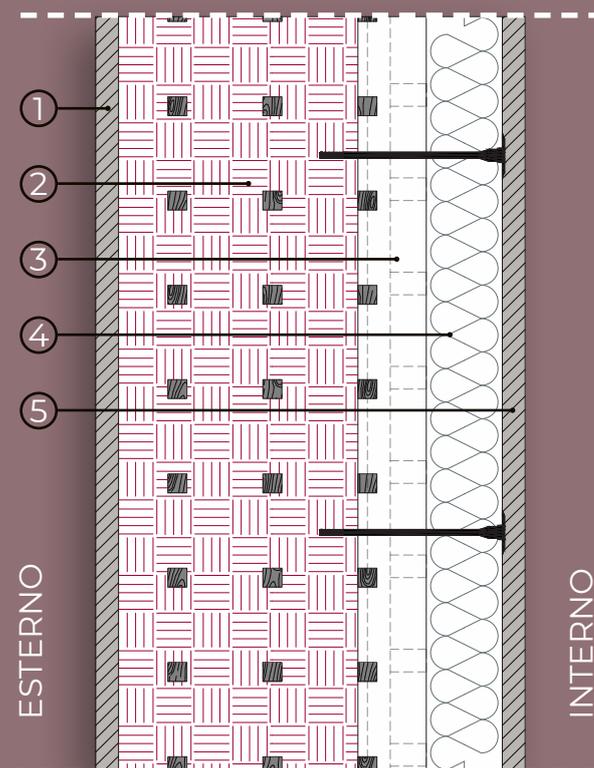
Sfasamento:

20h 09' valore invernale

20h 11' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 89,42 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 96



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	strato in terra-paglia	310	mm
3.	intercapedine	95	mm
4.	pannello di fibra di canapa	100	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,565 m

Massa superficiale
326,1 kg/m^2

Trasmittanza
0,220 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
4,54 $\text{m}^2\text{K/W}$

Telaio a griglia con doppio strato di terra-paglia e pannelli di fibra di canapa

La parete è costituita da un unico strato in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m³.

Isolante costituito da pannelli rigidi di fibra di canapa con densità di 60 kg/m³.

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): sul lato interno dello strato 2) vi è condensa che evapora, ma supera il limite di legge di 500 g/m².

Sfasamento:

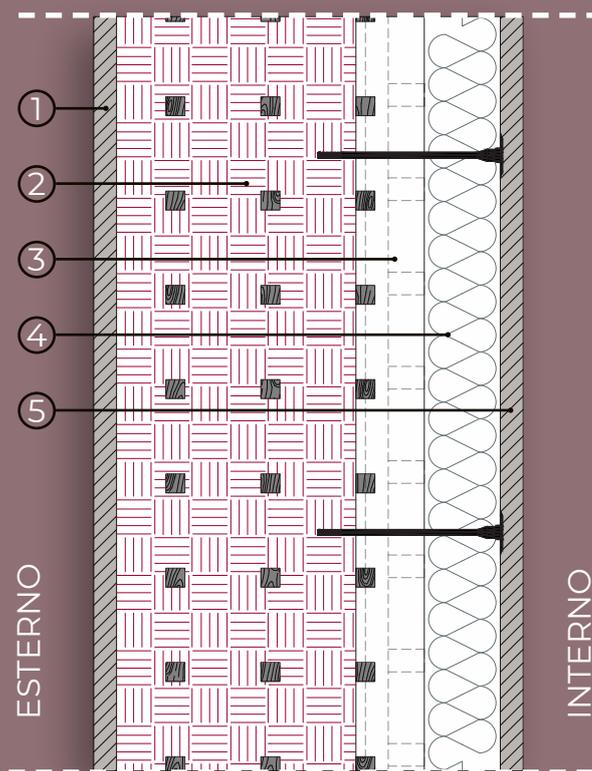
18h 43' valore invernale

18h 44' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 89,42 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 100

ABACO STRATIGRAFIE Parete tipo TOKI 1.C_1200



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	strato in terra-paglia	310	mm
3.	intercapedine	95	mm
4.	pannello di fibra di canapa	100	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,565 m

Massa superficiale
450,1 kg/m²

Trasmittanza
0,252 W/m²K

Resistenza termica
3,96 m²K/W

Telaio a griglia con doppio strato di terra-paglia e pannelli in sughero

La parete è costituita da un unico strato in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 .

Lo strato d'isolante utilizzato in questa prova è costituito da pannelli in sughero che ha una densità di 110 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): non presenta condensa superficiale o interstiziale.

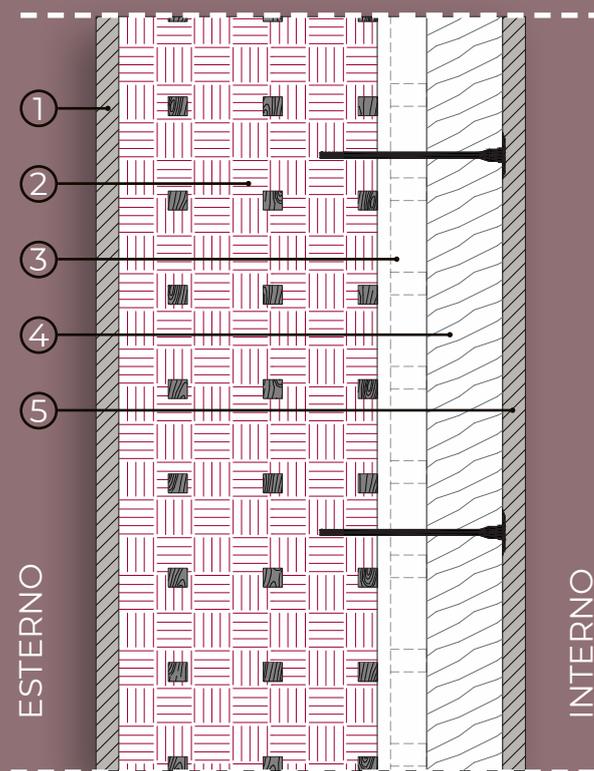
Sfasamento:

21h 57' valore invernale

21h 59' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 88,03 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 104



1. termintonaco in calce	30	mm
2. strato in terra-paglia	310	mm
3. intercapedine	95	mm
4. pannello in sughero	100	mm
5. intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,565 m

Massa superficiale
351,1 kg/m^2

Trasmittanza
0,215 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
4,66 $\text{m}^2\text{K/W}$

Telaio a griglia con doppio strato di terra-paglia e pannelli in sughero

La parete è costituita da un unico strato in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m^3 .

Lo strato d'isolante utilizzato in questa prova è costituito da pannelli in sughero che ha una densità di 110 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): leggera presenza di condensa sul lato interno dello strato 2), che evapora nel mese di febbraio.

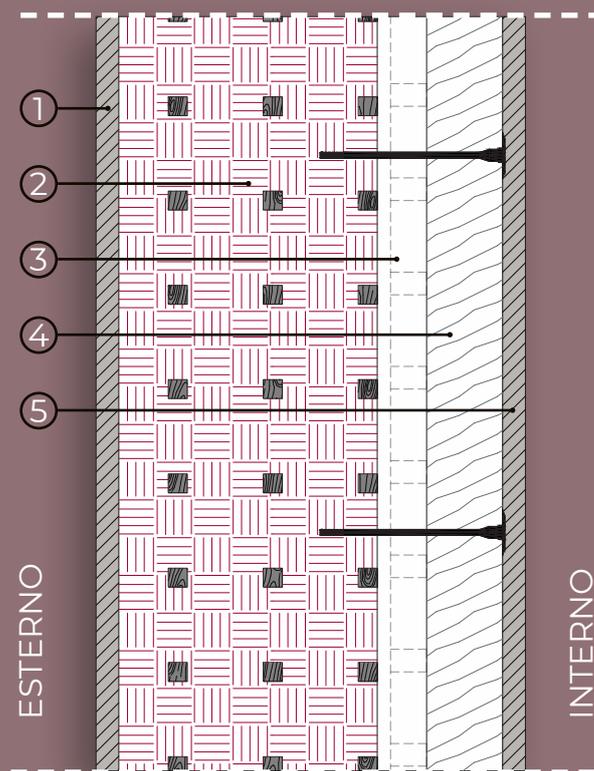
Sfasamento:

21h 57' valore invernale

21h 59' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 88,03 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 107



1.	termintonaco in calce	30	mm
2.	strato in terra-paglia	310	mm
3.	intercapedine	95	mm
4.	pannello in sughero	100	mm
5.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,565 m

Massa superficiale
487,1 kg/m^2

Trasmittanza
0,248 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
4,03 $\text{m}^2\text{K/W}$

Di seguito sono riportati i valori di condensa prodotta e accumulata in g/m².

TI.A_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	9,7	9,7
febbraio	-46,5	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

TI.A_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	45,4	45,4
dicembre	100,8	146,2
gennaio	114,4	260,6
febbraio	45,2	305,8
marzo	-78,8	227,0
aprile	-299,3	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

TI.B_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	20,6	20,6
dicembre	75,4	96,0
gennaio	89,3	185,3
febbraio	20,3	205,6
marzo	-108,6	97,0
aprile	-333,2	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

TI.B_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	100,2	100,2
dicembre	165,6	265,7
gennaio	181,0	446,7
febbraio	101,2	547,9
marzo	-30,7	517,2
aprile	-272,4	244,9
maggio	-455,8	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

TI.C_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	5,8	5,8
febbraio	-68,8	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

TI.C_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	98,4	98,4
dicembre	173,3	271,7
gennaio	191,5	463,3
febbraio	100,5	563,7
marzo	-53,5	510,3
aprile	-330,4	179,9
maggio	-527,1	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

T1.D_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	0,0	0,0
febbraio	0,0	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

T1.D_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	2,6	2,6
febbraio	-24,2	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

2.6.2

Studio della copertura piana

Nella progettazione della struttura a telaio giapponese si è affrontato anche il tema della copertura. La struttura a maglia regolare ha limitato la scelta ad una copertura piana, con tamponamento in terra-paglia e isolamento interno, anche se non si ritiene del tutto impossibile trovare una soluzione a falda inclinata, sfruttando la regolarità della maglia per creare degli "scalini".

La soluzione più plausibile e facile da adottare in cantiere, secondo un parere personale, consiste nell'utilizzo di isolante sfuso come la cellulosa insufflata tra lo strato di terra-paglia e un controsoffitto in gessofibra. Questa soluzione risulta essere la più ottimale non solo per la capacità degli isolanti sfusi di adattarsi agli spazi, ma anche per la loro particolare leggerezza.

Di seguito sono riportate le ipotesi stratigrafiche con il dettaglio del nodo parete-copertura in scala 1:10. Inoltre vi è una tabella riassuntiva delle soluzioni redatte.

COPERTURA A UMIDO						
isolante	densità [kg/m ³]	spessore [m]	massa sup. [kg/m ²]	trasmissione [W/m ² K]	resistenza [m ² K/W]	
T.2A	800	0,563	348,200	0,168	5,950	
cellulosa sfusa	1200	0,563	474,200	0,187	5,360	
T.2B	800	0,563	347,000	0,175	5,700	
fibra di legno sfusa	1200	0,563	473,000	0,196	5,110	

IPOTESI STRATIGRAFICHE

**COPERTURA PIANA TIPO TOKI
POSA A UMIDO**

T2.A: cellulosa sfusa

T2.B: fibra di legno sfusa

Copertura con telaio a griglia, terra-paglia e cellulosa sfusa

La copertura è costituita da uno strato in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 .

L'isolante utilizzato in questa prova è la cellulosa sfusa che ha una densità di $51,50 \text{ kg/m}^3$.

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): presenza di condensa sul lato esterno dello strato 3), che evapora nel mese di giugno.

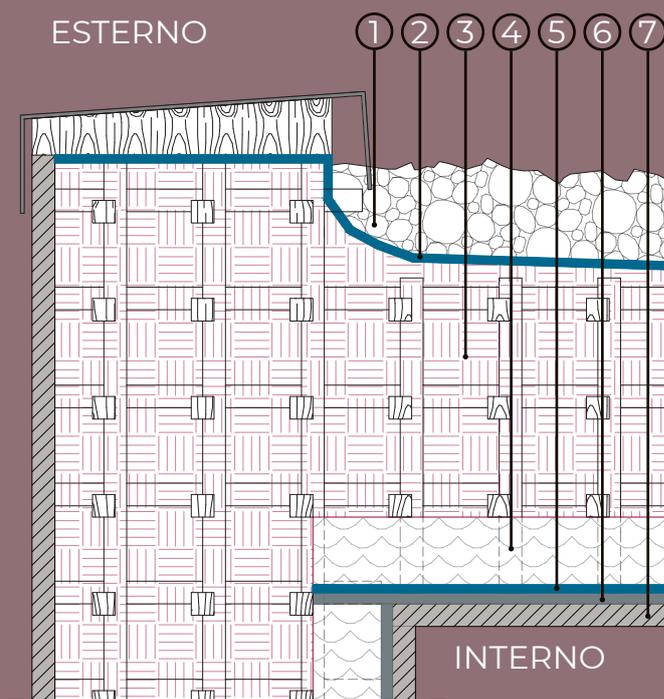
Sfasamento:

22h 30' valore invernale

23h 17' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 95,44 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 111



1.	argilla espansa a basso assorbimento	100	mm
2.	membrana bituminosa autoadesiva	1	mm
3.	strato in terra-paglia	315	mm
4.	fibra di cellulosa	100	mm
5.	freno vapore in cellulosa naturale	2	mm
6.	pannello in gessofibra	15	mm
7.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,563 m

Massa superficiale
348,2 kg/m^2

Trasmittanza
0,168 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
5,95 $\text{m}^2\text{K/W}$

Copertura con telaio a griglia, terra-paglia e cellulosa sfusa

La copertura è costituita da uno strato in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m³.

L'isolante utilizzato in questa prova è la cellulosa sfusa che ha una densità di 51,50 kg/m³.

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): presenza di condensa sul lato esterno dello strato 3), che evapora nel mese di maggio.

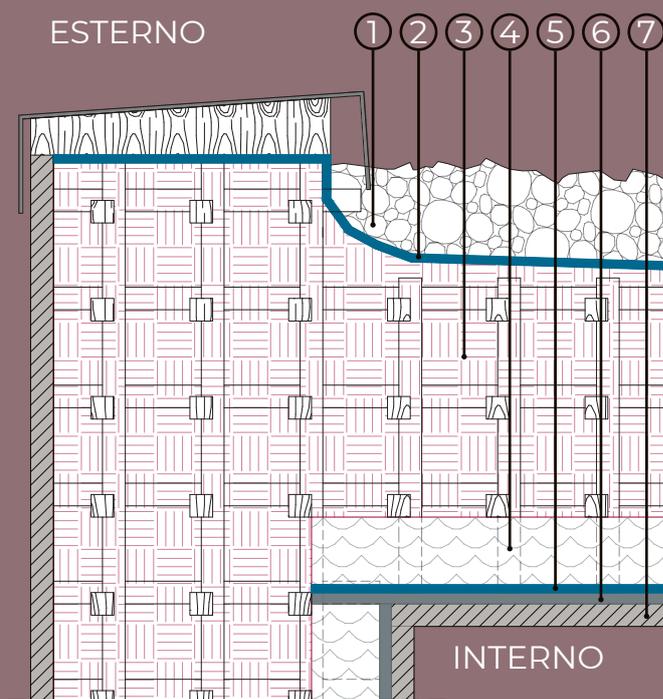
Sfasamento:

20h 49' valore invernale

21h 35' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 95,44 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 116



1.	argilla espansa a basso assorbimento	100	mm
2.	membrana bituminosa autoadesiva	1	mm
3.	strato in terra-paglia	315	mm
4.	fibra di cellulosa	100	mm
5.	freno vapore in cellulosa naturale	2	mm
6.	pannello in gessofibra	15	mm
7.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,563 m

Massa superficiale
474,2 kg/m²

Trasmittanza
0,187 W/m²K

Resistenza termica
5,36 m²K/W

Copertura con telaio a griglia, terra-paglia e fibra di legno sfusa

La copertura è costituita da uno strato in terra-paglia dalla densità di 800 kg/m^3 .

L'isolante utilizzato in questa prova è la fibra di legno sfusa che ha una densità di 40 kg/m^3 .

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): presenza di condensa sul lato esterno dello strato 3), che evapora nel mese di giugno.

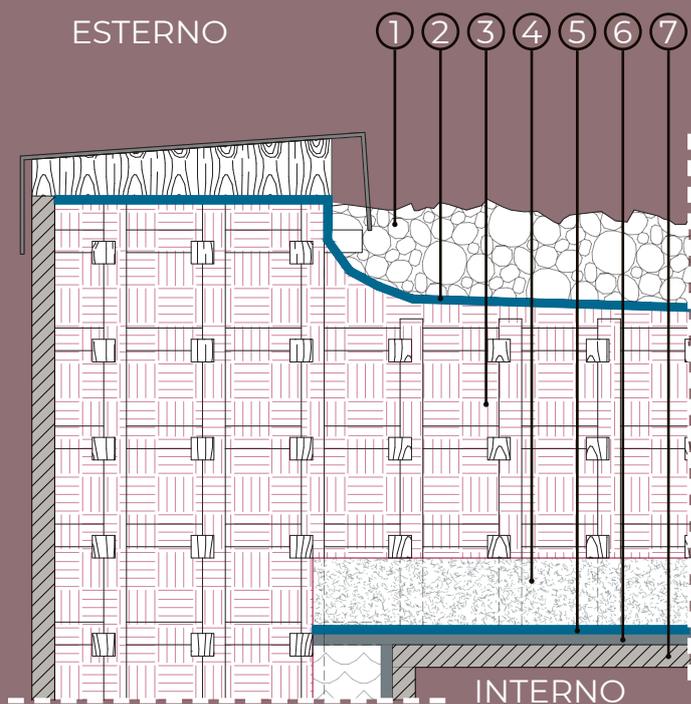
Sfasamento:

21h 58' valore invernale

22h 44' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 88,05 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 121



1.	argilla espansa a basso assorbimento	100	mm
2.	membrana bituminosa autoadesiva	1	mm
3.	strato in terra-paglia	315	mm
4.	fibra di legno sfusa	100	mm
5.	freno vapore in cellulosa naturale	2	mm
6.	pannello in gessofibra	15	mm
7.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,563 m

Massa superficiale
347,0 kg/m^2

Trasmittanza
0,175 $\text{W/m}^2\text{K}$

Resistenza termica
5,70 $\text{m}^2\text{K/W}$

Copertura con telaio a griglia, terra-paglia e fibra di legno sfusa

La copertura è costituita da uno strato in terra-paglia dalla densità di 1200 kg/m³.

L'isolante utilizzato in questa prova è la fibra di legno sfusa che ha una densità di 40 kg/m³.

Verifica della condensa (simulazione sviluppata tramite Ebau 3.0): presenza di condensa sul lato esterno dello strato 3), che evapora nel mese di maggio.

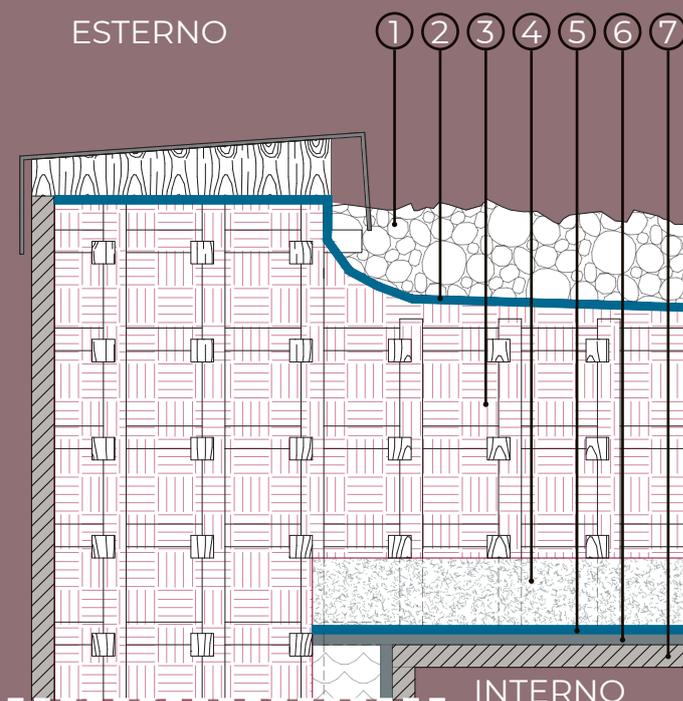
Sfasamento:

20h 17' valore invernale

21h 03' valore estivo

Prezzo al mq per realizzare la parete: 88,05 €/mq

Scheda completa: allegato pag. 126



1.	argilla espansa a basso assorbimento	100	mm
2.	membrana bituminosa autoadesiva	1	mm
3.	strato in terra-paglia	315	mm
4.	fibra di legno sfusa	100	mm
5.	freno vapore in cellulosa naturale	2	mm
6.	pannello in gessofibra	15	mm
7.	intonaco a base argillosa	30	mm

Spessore totale
0,563 m

Massa superficiale
473,0 kg/m²

Trasmittanza
0,196 W/m²K

Resistenza termica
5,11 m²K/W

Di seguito sono riportati i valori di condensa prodotta e accumulata in g/m².

T2.A_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	4,9	4,9
dicembre	7,4	12,3
gennaio	7,0	19,4
febbraio	5,1	24,5
marzo	0,7	25,1
aprile	-7,6	17,6
maggio	-14,7	2,9
giugno	-25,6	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

T2.A_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	4,3	4,3
dicembre	6,7	10,9
gennaio	6,3	17,3
febbraio	4,5	21,7
marzo	0,0	21,7
aprile	-8,1	13,6
maggio	-14,9	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

T2.B_800

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	4,7	4,7
dicembre	7,2	11,9
gennaio	6,8	18,7
febbraio	4,9	23,6
marzo	0,4	24,0
aprile	-7,8	16,2
maggio	-14,8	1,4
giugno	-25,8	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

T2.B_1200

Mese	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	4,0	4,0
dicembre	6,4	10,3
gennaio	6,0	16,3
febbraio	4,2	20,5
marzo	-0,3	20,2
aprile	-8,4	11,8
maggio	-15,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0

Capitolo 3

116

121

127

- 3.1 Studio della costruibilità della parete in stile giapponese
- 3.2 Relazione prova pratica
- 3.3 Fotoreport

Un padiglione in terra-paglia

3.1

Studio della costruibilità della parete con telaio in stile giapponese

Con lo scopo di realizzare 1 mq circa di parete, durante la prova pratica in laboratorio, è stato necessario, studiare ai possibili passaggi per la costruibilità effettiva del giunto giapponese unito al tamponamento in terra-paglia.

Sono stati redatti degli elaborati che permettessero di

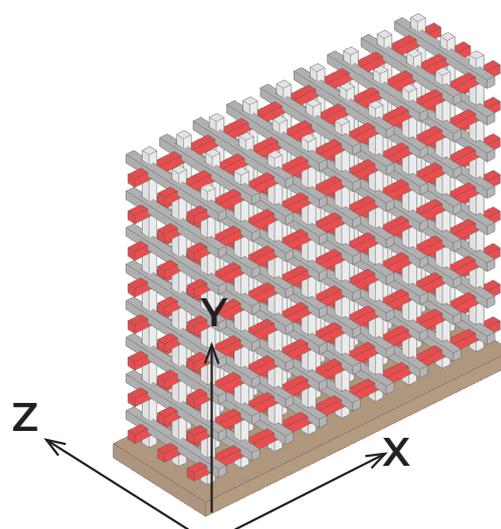
comprendere come muoversi per facilitare il lavoro.

Queste istruzioni, sono state frutto di ragionamenti pratici che, successivamente, ci hanno portato a trarre delle conclusioni a seguito della prova pratica in laboratorio.

Per questioni pratiche è stato introdotto uno schema colore per classificare i listelli in base al loro orientamento spaziale (X;Y;Z)

(R) = listello rosso
(G) = listello grigio
(B) = listello bianco

■ LONGITUDINALE (asse X)
■ ORIZZONTALE TRASVERSALE (asse Z)
□ VERTICALE (asse Y)



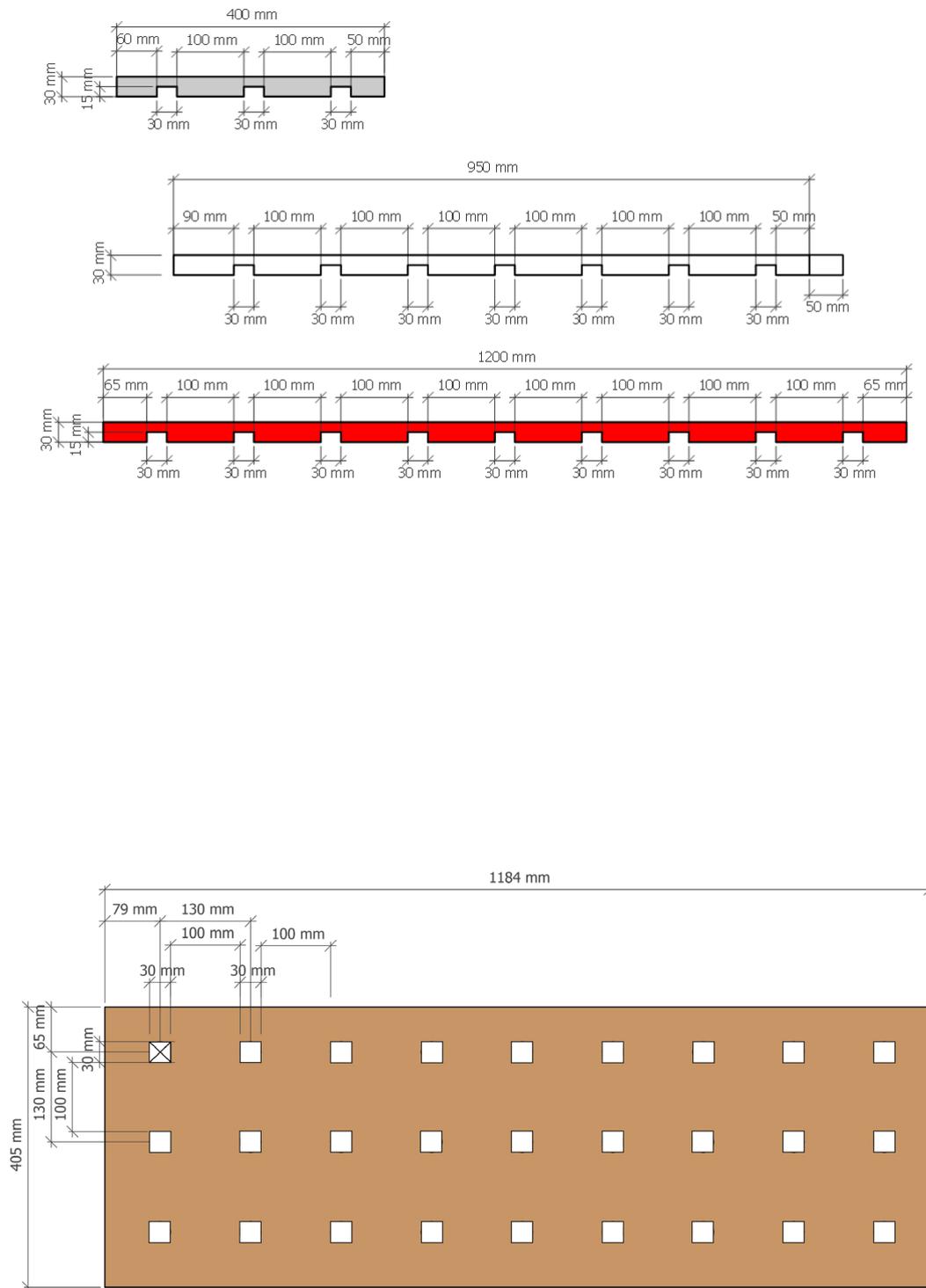
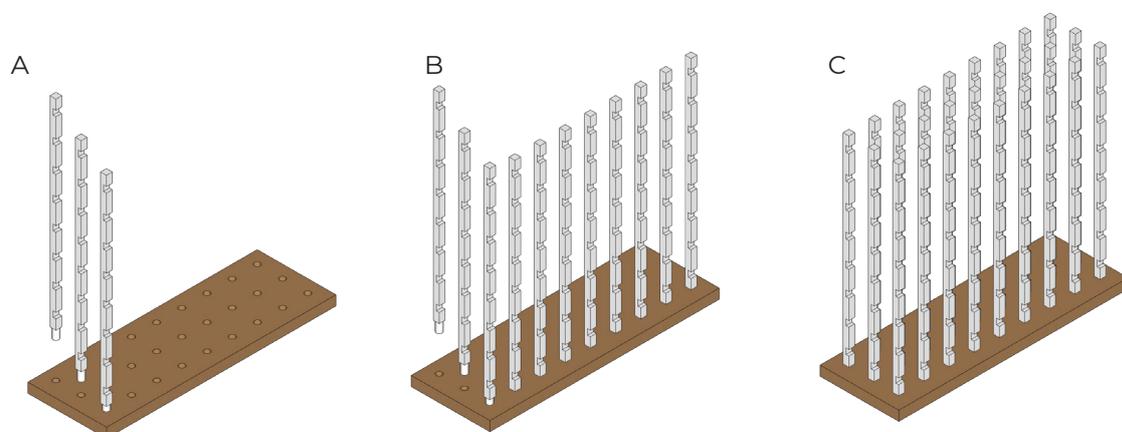


Figura 52
 Disegno: dettaglio dei listelli e della base per
 la costruzione della parete (scala 1:10)

1. Incastrare i LISTELLI BIANCHI (B) sulla base forata, ponendo i tagli presenti sui listelli tutti nello stesso verso.



2. Procedere incastrando i LISTELLI ROSSI (R) in orizzontale, ponendo l'intaglio a metà dell'intaglio presente nel listello bianco. L'intaglio del listello deve essere rivolto verso l'alto. Posare le prime 3 file per facilitare lo svolgimento del punto 4.

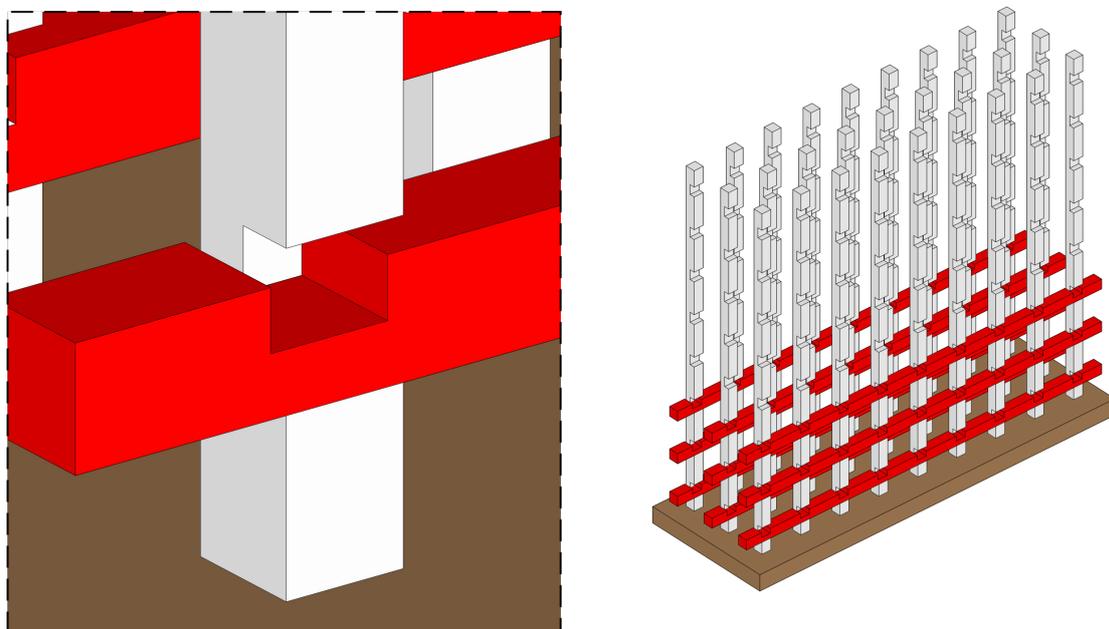
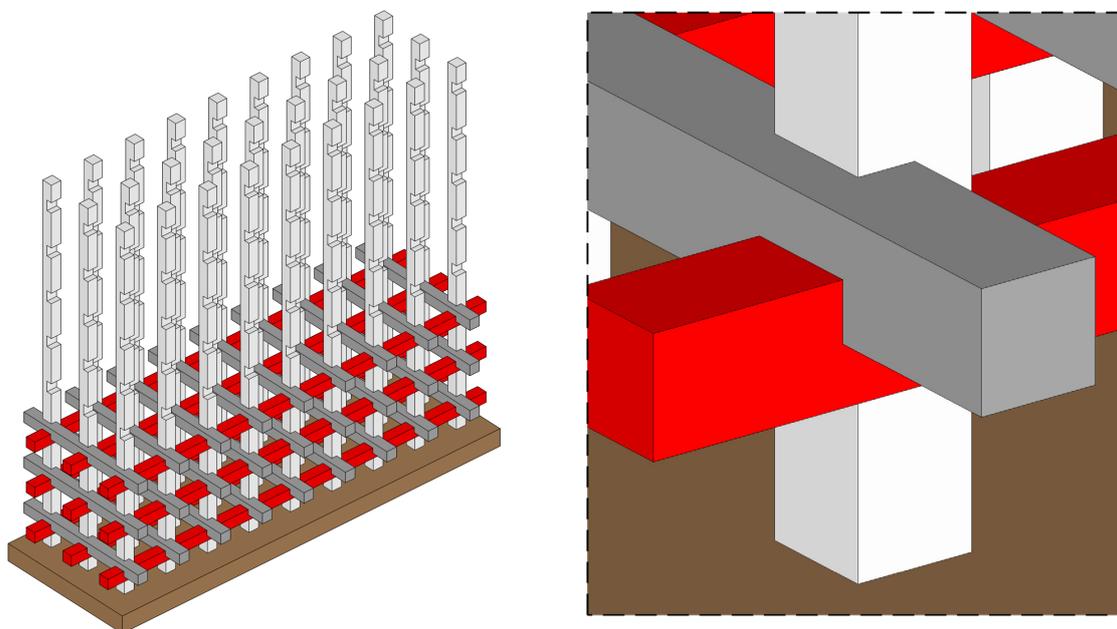


Figura 53
Procedimento montaggio punti 1 e 2

3. Incastrare i LISTELLI GRIGI (G) sopra ai listelli rossi, ponendo l'intaglio in senso verticale in modo tale che abbracci il listello verticale bianco.



4. Versare l'impasto di terra e paglia, precedentemente preparato, all'interno della griglia montata. Compattare bene con le mani per assicurarsi che l'impasto versato non fuoriesca lateralmente.

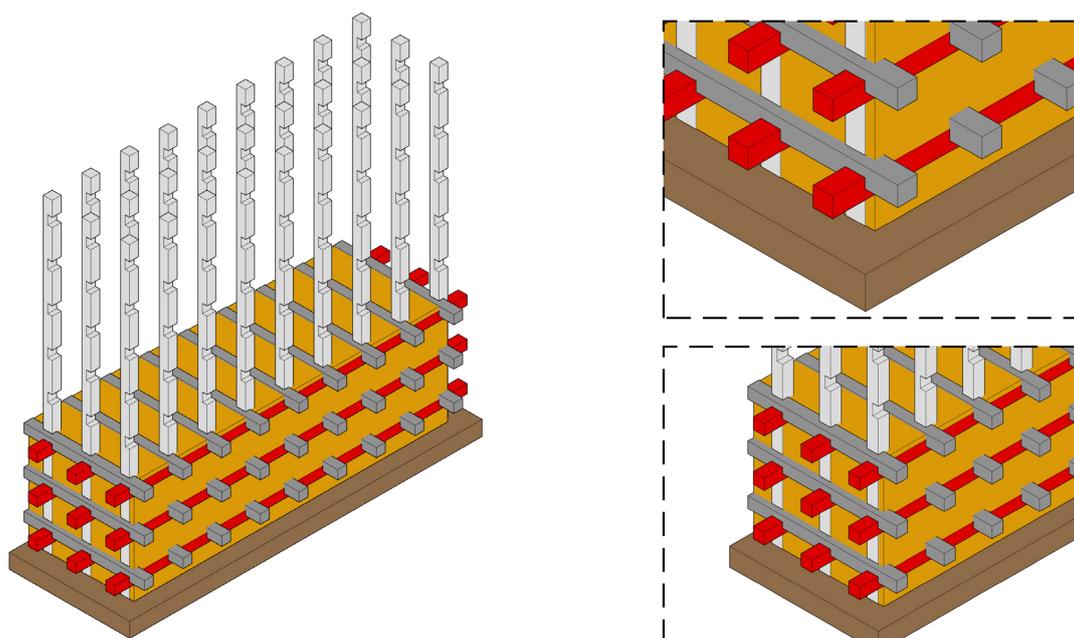


Figura 54
Procedimento montaggio punti 3 e 4

5. Una volta compattata la prima colata, continuare con il montaggio dei LISTELLI ROSSI e GRIGI, costruendo una nuova parte di griglia da riempire con l'impasto in terra-paglia. Ripetere il processo di costruzione dei listelli e compattazione dell'impasto fino alla sommità.

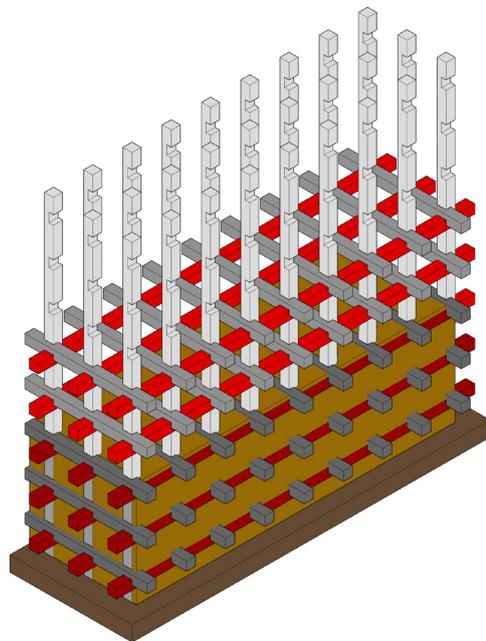


Figura 55
Procedimento montaggio punto 5

3.2

Relazione prova pratica

Presenti

Mazelli Redina, Bohn Arthur,
Cerboni Fausto, Lacirignola
Angela, Koukzelas Antonio,
Ronco Francesca, Brini Kawtar,
Longo Caterina

Introduzione

Nella seguente capitolo si vuole
esplicare il processo produttivo
svolto per la realizzazione
di una porzione di parete,

seguendo il metodo strutturale
del nodo giapponese studiato
dall'ingegnere Toki Hirokazu.
Questa parete sarà costruita
con una struttura portante in
legno, che vuole essere una
sorta di armatura immersa in
un mix di terra e paglia di due
densità diverse. La prova vuole
essere una simulazione pratica
per comprendere il processo
costruttivo del nodo strutturale
nel suo complesso, analizzando
e comprendendo la costruibilità
della parete nella sua interezza,
partendo dal mix e dalla struttura

I materiali utilizzati sono i
seguenti:

- Legno di abete piallato in
listelli 30 x 30 x 2000(mm)
numero pezzi: 50
- Pannello in legno di abete di
dimensione 200 x 8 x 1500
(mm) circa
- Terra mediamente argillosa
- Paglia

elemento	lunghezza (m)	larghezza sez. (m)	altezza sez. (m)	lunghezza utile in commercio (m)	numero elementi in lunghezza	numero elementi per griglia	n. griglie	numero totale di elementi necessari
listello rosso orizzontale	1,185	0,030	0,030	2,000	1	8	3	24
listello grigio or. trasversali	0,405	0,030	0,030	2,000	5	9	8	72
listello bianco verticale	1,090	0,030	0,030	2,000	2	9	3	27

Procedimento

1. Il primo passo è stato quello di dimensionare, tagliare e rifinire, secondo i disegni del progetto (fig.48), i vari listelli di abete, tramite gli attrezzi di laboratorio presenti al MOD Lab Design (DAD) della sede di Mirafiori. Grazie alla macchina a controllo remoto è stato possibile intagliare le aree d'incastro. Questo procedimento è stato svolto creando un modello in dwg da inserire nella macchina. Successivamente sono stati avvitati i listelli, precedentemente tagliati nelle lunghezze corrette, ad un supporto per poter facilitare il lavoro alla macchina durante il taglio (fig. 4 pag.128).

Il secondo passo è stato quello di creare una base di supporto per

la parete, da un pannello di legno, che permettesse non solo ai listelli verticali di rimanere fissi nel loro punto durante la fase costruttiva (fig. 3 pag.128), ma che facesse anche da piano di base per il getto di tamponamento in terrapaglia. Come per il procedimento dei listelli, anche in questo caso è stato creato un documento dwg inserito nella macchina a controllo numerico.

Una volta ottenuti i 27 listelli verticali è stato necessario utilizzare una macchina levigatrice a disco per smussare gli spigoli dei listelli e facilitare l'inserimento di questi ultimi nella base di supporto (fig. 6 pag. 129).

Il processo di preparazione degli elementi che interessano

la struttura è stato lungo; ciò è dovuto al lento processo di taglio che la macchina a controllo remoto, ma anche alla difficoltà di taglio. Questa difficoltà riscontrata è dovuta alla ridotta dimensione in sezione del listello e quindi alla poca superficie di appoggio utile alla macchina per rendere fisso l'elemento durante il taglio. Per tale motivo si è deciso di avvitare più listelli ad un supporto.

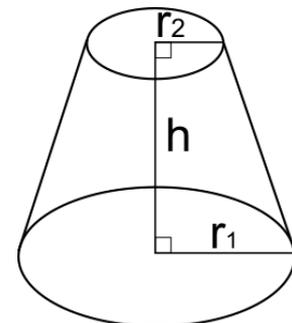
2. In questa fase abbiamo spostato i listelli dal laboratorio MOD Lab Design (DAD) della sede di Mirafiori alla sede LASTIN (DAD) in via Morgari, dove si è svolta la prova di costruzione della parete.

La prima prova svolta sulla terra presente in laboratorio è stata una analisi della sedimentazione: un quantitativo di terra è stato inserito insieme a dell'acqua all'interno di un barattolo di vetro e lasciato a riposo.

In data 25 febbraio 2022, si è passati a preparare i materiali del mix di tamponamento e misurare le dimensioni dei secchi utilizzati nel procedimento, in modo da conoscere le quantità.

Dalle misurazioni effettuate sul secchio presente in laboratorio (assimilabile a un tronco di cono), usato per misurare la terra e l'acqua, sono stati considerati i seguenti valori:

- r_1 : 0,14 m
- r_2 : 0,10 m
- h : 0,16 m



Calcolo del volume del secchio:

$$V = \frac{1}{3} * \pi * (r_1^2 + r_1 * r_2 + r_2^2) * h$$

$$= 0,00730 \text{ m}^3 = 7,30 \text{ l}$$

La terra utilizzata è stata setacciata tramite una maglia medio-fine realizzata con della rete in

plastica presente in laboratorio di dimensione 5 mm (fig.11 pag. 130), successivamente una parte di questa è stata ulteriormente filtrata da una maglia metallica fine (2 mm) (fig.12 pag. 130).

Questo secondo passaggio è servito per rimuovere ciottoli e pietrisco e facilitare il lavoro della molazza, che risultava avere difficoltà con la terra setacciata dalla prima maglia (fig. 16 pag. 131).

Una volta setacciata, è stata effettuata una sessione di misurazione della densità della terra asciutta; nello specifico le misurazioni sono state effettuate tramite l'utilizzo di due contenitori:

1) contenitore da 0,5 l

2) contenitore da 1 l

I valori sono stati riportati nella tabella 1 (a fine pagina).

Sapendo che il rapporto tra terra e acqua, per creare la barbotina, è di 1:1, sono stati conteggiati i secchi di terra asciutta e i secchi di acqua che sono stati versati nella molazza per avere il mix (fig. 14 pag. 130).

- n. secchi di terra asciutta versati nella molazza: 11
- n. secchi di acqua versati nella molazza: 11

Una volta inumidita, la terra è stata lasciata a riposo per una settimana affinché tutte le particelle di acqua e terra venissero a contatto tra di loro (fig 21 pag. 132).

Tab. 1

Peso di due campioni di terra asciutta per calcolare la densità

volume contenitore [l]	0,5 l	1,0 l
peso vuoto del contenitore [g]	39,52	90,71
peso totale [g]	749,70	1635,00
peso terra [g]	710,18	1544,29
densità [kg/m ³]	1420,36	1544,29
densità media [kg/m ³]	1482,325	

3. Il giorno 1 marzo 2022 si è passati al montaggio parziale dei listelli di legno e alla preparazione di due differenti mix in terra-paglia, prima però la barbottina è stata “riattivata” aggiungendo dell’acqua. Ogni due secchi di barbottina preparata, sono stati aggiunti 2 secchi di acqua (fig 26 pag.132).

Il primo mix è stato creato stendendo la paglia asciutta su una superficie (fig. 27 pag 133) e inumidendola schizzando barbottina con un pennello che veniva usato come strumento di distribuzione della barbottina sulla paglia (fig. 28 pag. 133), creando un mix di terra-paglia molto meno umido rispetto al primo, di conseguenza più leggero e con meno terra.

Il secondo mix, invece, è stato creato immergendo la paglia barbottina (fig. 30 pag. 133) e lasciandola a riposo su dei bancali

per farla asciugare (fig. 32 pag. 134). Passato qualche minuto a riposo è stata costipata nella griglia lignea della parete.

Dopodiché si è passati ad inserire la terra-paglia all’interno della struttura lignea, una metà per il primo mix e una metà per il secondo mix.

Il materiale è stato inserito manualmente e stratificato (fig. 37 pag.135).Durante la costruzione della parete sono stati realizzati due provini cilindrici (fig. 45 pag. 136), uno per mix.

Il volume del cilindro utilizzato è stato calcolato e corrisponde a $0,0053 \text{ m}^3$.

Questi provini sono stati successivamente pesati per conoscerne la massa durante un intervallo di tempo.

Di seguito è riportata la tabella con la raccolta dei dati.

Giorno	Mix 1 (g)	Mix 2 (g)
1	878,76	2157,09
15	764,81	1911,75
45	513,62	1061,19

Grazie ai dati sopracitati è stato possibile calcolare la densità dei due provini tramite la formula:
densità = massa/volume

Giorno	Mix 1 (kg/m ³)	Mix 2 (kg/m ³)
1	165,80	407,0
15	144,30	360,71
45	96,91	200,22

Sono state svolte delle misurazioni dell'umidità interna della parete a un intervallo di tempo variabile. È stato prelevato un campione di terra e paglia, cercando di raggiungere il centro della parete, grazie ad un trapano. Le misurazioni sono state effettuate sulla metà della parete in cui la paglia è stata immersa nella terra umida.

Il campione è stato essiccato in una essiccatrice con il seguente processo:

- taratura e calibratura
- inserimento del campione su un piattino in alluminio con misurazione del peso (m_0)
- inserimento dati di input
- avvio del processo di essiccazione con temperatura 70°C e tempo 17 min
- misurazione del peso del campione (m)
- calcolo dell'umidità relativa con la seguente formula:

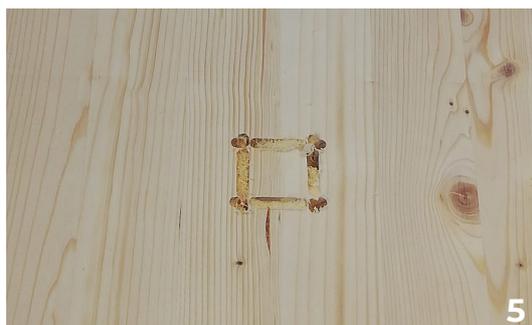
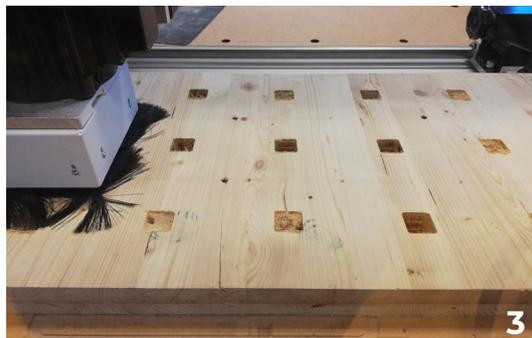
$$\left[\frac{m_0 - m}{m_0} \right] * 100$$

3.3

Fotoreport della prova pratica

In questo capitolo sono state riportate le fotografie scattate durante le giornate in laboratorio per la realizzazione del prototipo di parete. La raccolta presente in questo fotoreport è stata scattata dalle due tesiste, la sottoscritta e Caterina Longo, con l'aiuto di Redina Mazelli e di Arthur Bohn durante le prove laboratoriali.

1. Listelli tagliati e stoccati al laboratorio MOD Lab Design (DAD) della sede di Mirafiori
2. Base posizionata nella macchina a controllo numerico
3. Taglio dei fori nella base
4. Macchina a controllo numerico che taglia gli incastri sui listelli
5. Prova del foro eseguita dalla macchina





6



9



7

- 6. Costruzione della struttura
- 7. Costruzione della struttura
- 8. Terra asciutta da setacciare
- 9. Zoom della struttura
- 10. Prima setacciatura della terra asciutta



8



10



- 11. Maglia 5 mm usata per setacciare
- 12. Rete metallica 2 mm usata per setacciare
- 13. Misurazione in secchi della terra
- 14. Conteggio dei secchi di terra e acqua
- 15. Terra setacciata pronta all'uso nella molazza





- 16. Molazza in azione
- 17. Aggiunta dell'acqua durante la lavorazione della molazza
- 18. Apertura dello sportello per scaricare la barbottina di terra
- 19. Versamento nel secchio della barbottina
- 20. Secchio con all'interno la barbottina





- 21. Barbottina
- 22. Barbottina
- 23. Rimescolamento della barbottina con mixer manuale verticale e zappa
- 24. Divisione della barbottina
- 25/26. Rimescolamento e aggiunta di acqua alla barbottina per riattivarla e renderla più liquida per la successiva applicazione



27



28

- 27. Stesura della paglia
- 28. Pennello immerso nella barbottina per poi "battezzare" la paglia (primo metodo)
- 29. Immersione della paglia nella barbottina (secondo metodo)
- 30. Paglia immersa
- 31. Messa a riposo della paglia immersa



29



30



31



32



35



33

32. Stesura della paglia

33. Paglia immersa stesa per la parziale asciugatura

34. Preparazione dei casseri attaccati alla struttura

35. Struttura della parete pre posa della terra-paglia

36. Posa della terra-paglia



34



36

37. Inserimento manuale della terrapaglia

38. Inserimento della fila successiva di listelli

39. Inserimento della fila successiva di listelli

40. Struttura della parete con terrapaglia

41. Vista laterale della parete con casseri di contenimento





- 41. Vista dall'alto del prototipo
- 42. Vista laterale del prototipo
- 43. Vista complessiva del prototipo
- 44. Ultime aggiunte del mix terra-paglia
- 45. Provini cilindrici in terra-paglia



Conclusioni

138

4.1 Il padiglione

4.1 Il padiglione

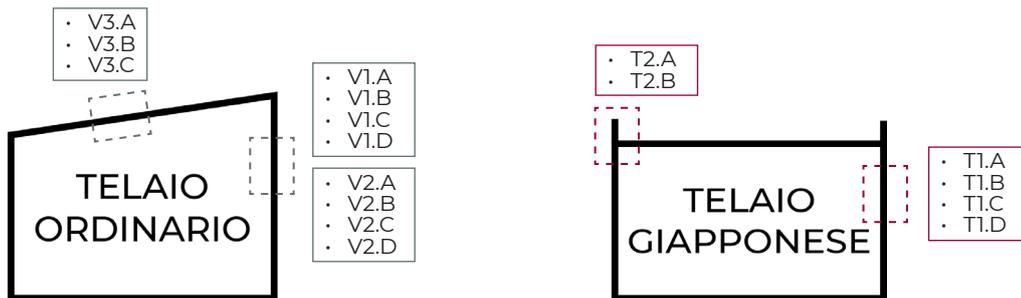
Il progetto del padiglione in terra-paglia è stato portato avanti a quattro mani dalla sottoscritta e da Caterina Longo. La seconda parte della tesi metterà in luce il progetto del padiglione a seguito dell'analisi svolta sui dati raccolti nella prova laboratoriale.

Per motivi pratici, la scelta di proseguire con il telaio giapponese è stata accantonata non solo per questioni pratiche di messa in

opera, ma anche per il tempo di realizzazione. Ovviamente questo non esclude la fattibilità del progetto, nonostante siano ancora necessari studi di approfondimento, soprattutto a livello strutturale e di fondazione.

Il progetto del padiglione terra-paglia è stato affrontato mantenendo sempre aperte tutte le possibilità di realizzazione, cercando di non limitarci alla sola questione pratica di realizzazione, ma concentrandoci sulla possibilità di portare innovazione e di far conoscere questa tecnologia come alternativa ai comuni materiali edili.

Di seguito sono schematizzate le possibili soluzioni che si possono utilizzare per la realizzazione del padiglione, tenendo conto del fattore economico e del fattore termofisico.



- TELAIO ORDINARIO**
- 16 soluzioni parete
 - 6 soluzioni copertura

- TELAIO GIAPPONESE**
- 8 soluzioni parete
 - 4 soluzioni copertura

LA PARETE

Come si può evincere dal grafico 1, il rapporto trasmittanza - costo permette di avere una visione d'insieme delle stratigrafie con densità della terra-paglia 800 kg/m³.

Nel caso della struttura a telaio ordinario, la stratigrafia V2.D (pag. 78) risulta essere la più prestazionale, con un costo al mq medio rispetto agli altri valori. Per quanto riguarda la struttura a telaio giapponese, la soluzione

grafico 1 RAPPORTO TRASMITTANZA - COSTO DEI PACCHETTI PER PARETE CON DENSITA' 800 kg/m³

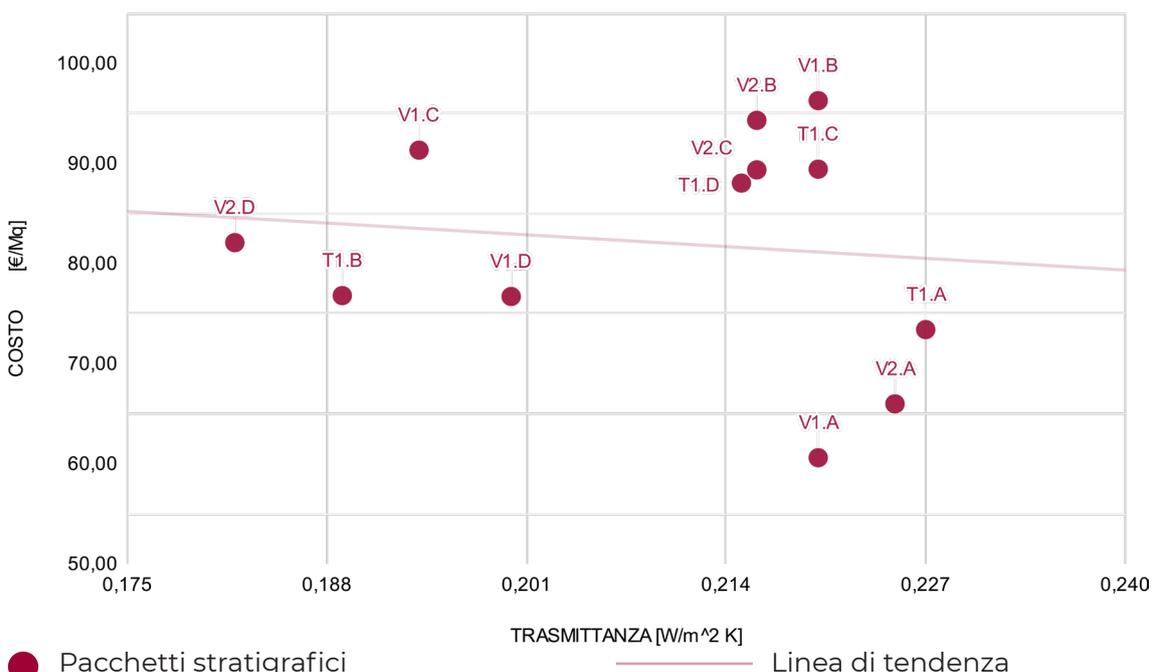
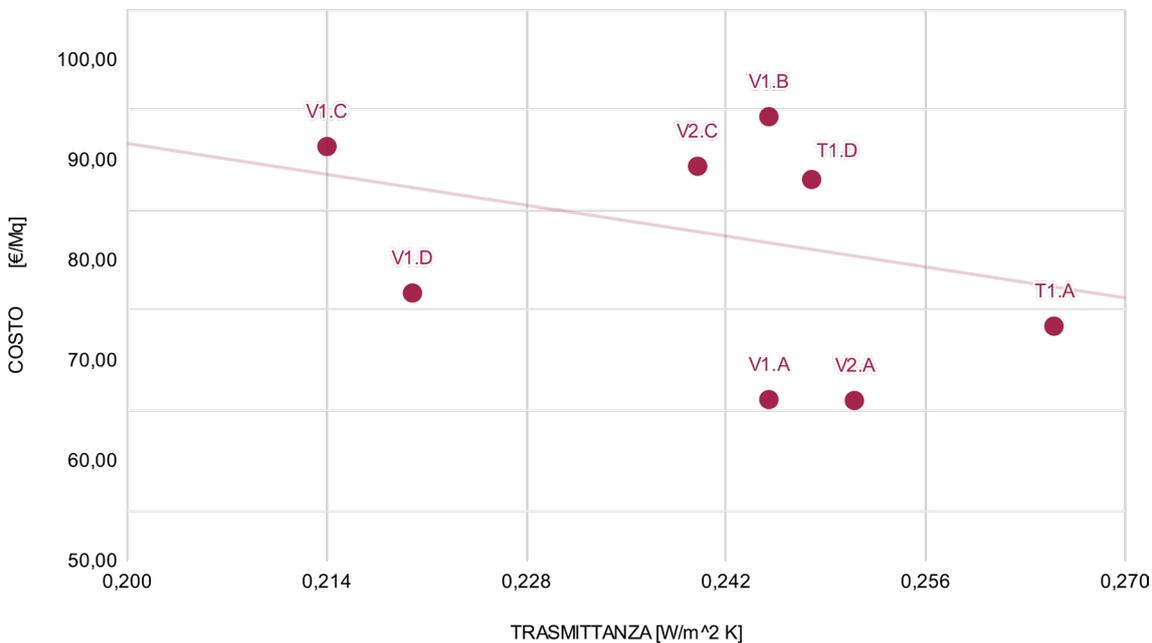


grafico 2 RAPPORTO TRASMITTANZA - COSTO
DEI PACCHETTI PER PARETE CON DENSITA' 1200 kg/m³



● Pacchetti stratigrafici

— Linea di tendenza

che presenta migliori prestazioni con un costo medio è la soluzione T1.B (pag. 100).

Nel grafico 2 , invece, sono stati riportati i valori delle stratigrafie con densità 1200 kg/m³.

Tenendo in considerazione il fatto che nel grafico non sono

stati riportati i pacchetti che presentano problematiche di condensa interstiziale in quanto superano il limite di legge di 500g/m², le due stratigrafie che hanno un buon rapporto trasmittanza - costo sono la stratigrafia V1.D (pag. 68) e T1.D (pag. 105).

STRATIGRAFIA PARETI DEFINITIVE



LA COPERTURA

Nel grafico 3 sono stati riuniti i pacchetti stratigrafici con densità 800 kg/m^3 , riguardanti le coperture. Si può notare che il pacchetto T2.A (pag. 110) ed il

pacchetto V3.A (pag. 83) siano quelli più indicati. Mentre per la densità 1200 kg/m^3 i pacchetti stratigrafici più indicati sono il T2.A (pag. 111) ed il V3.A (pag.).

grafico 3 RAPPORTO TRASMITTANZA - COSTO DEI PACCHETTI PER COPERTURA CON DENSITA' 800 kg/m^3

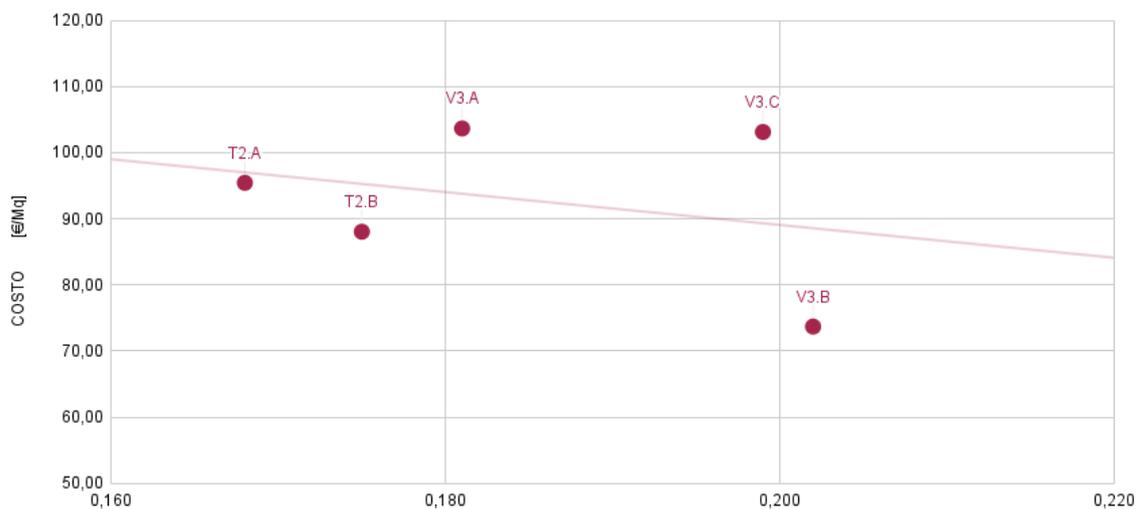
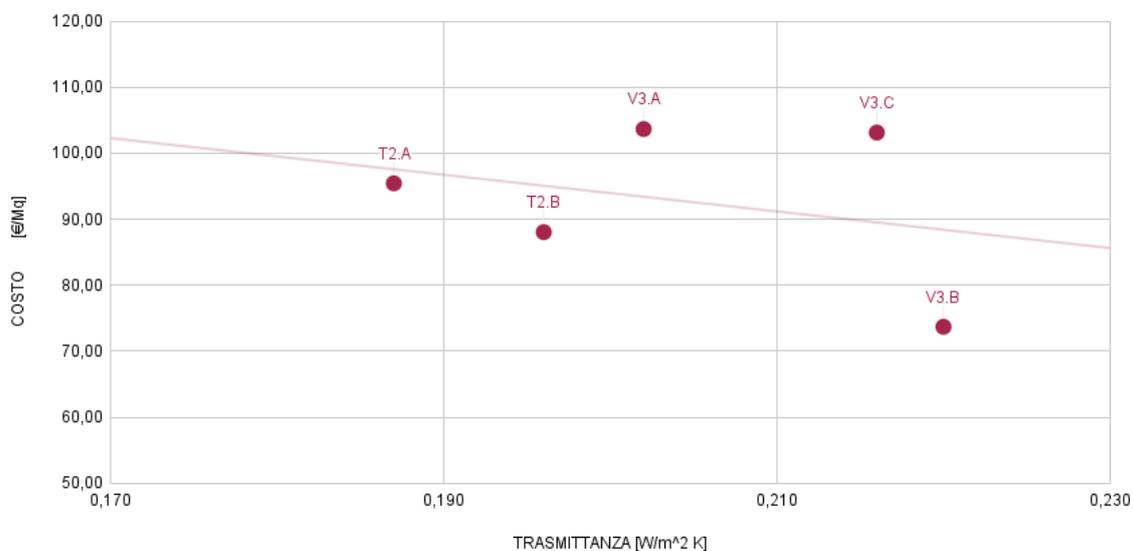


grafico 4 RAPPORTO TRASMITTANZA - COSTO DEI PACCHETTI PER COPERTURA CON DENSITA' 1200 kg/m^3



● Pacchetti stratigrafici

— Linea di tendenza

STRATIGRAFIA COPERTURE DEFINITIVE



La scelta di una di queste soluzioni stratigrafiche comporterebbe in ogni caso una scelta a favore e nel rispetto dell'ambiente, grazie al fatto che sono stati presi in considerazione materiali di origine naturale e/o riciclati e che possono essere facilmente dismessi una volta completato il loro ciclo di vita. Ovviamente la scelta di un pacchetto rispetto ad un altro dipende da molti fattori, infatti questa combinazione costo - trasmittanza è una delle tante che si possono creare per trarre delle conclusioni. Il fattore costo - prestazione è uno dei più importanti al giorno d'oggi, ma bisogna tener sempre in considerazione l'origine dei

materiali e la loro impronta ecologica.

Riferimenti

A horizontal dotted line consisting of small white dots on a black background, extending across the width of the page.

Bibliografia

Sitografia

Pubblicazioni



Libri

Achenza M., Sanna U., *I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna; il manuale tematico della terra cruda*, ITACA, 2006.

Correia M., Dipasquale L., Mecca S., *Terra Europae. Earthen architecture in European Union*, Edizioni ETS, 2011.

Fassi A., Maina L., Butera F. M., *L' Isolamento Ecoefficiente Guida All'uso Dei Materiali Naturali. Manuali Di Progettazione Sostenibile*, Edizioni Ambiente, 2006

Saracco M., Cruciani G., *Architettura in terra cruda; il caso delle Marche*, Alinea editrice, 2002.

Seike K., *The Art of Japanese Joinery*, Tokyo, John Weatherhill Inc., 1977

Volhard F., *Light Earth Building. A Handbook for Building with Wood and Earth*, Holzhausen Druck GmbH, 2016



Siti web

https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Cob_building
[consultato il 19/07/2021]

<https://www.calcepiasco.it/prodotti/calce-canapa-termointonaco/>
[consultato il 23/07/2021]

<https://ton-gruppe.it/prodotti-in-terra-cruda-e-canapa/malta-e-intonaci/>
[consultato il 25/07/2021]

<https://www.isocell.com/it/prodotti/prodotti/zellulose>
[consultato il 03/08/2021]

<https://naturalia-bau.it/it/prodotti/isolanti/naturatherm-protect-plus/>
[consultato il 03/08/2021]

<https://www.betonwood.com/fibradilegno-zell.html>
[consultato il 05/08/2021]

<https://www.ricehouse.it/prodotto/materiali-vegetali/biomassa-isolante/>

[consultato il 09/08/2021]

<https://www.nordtex.it/prodotto/nordtex-konope-panel/>

[consultato il 09/08/2021]

<https://www.tecnosugheri.it/prodotto/corkpan-sughero-espanso-isolamento/>

[consultato il 10/08/2021]

<https://www.senato.it/leg/15/BGT/Schede/Ddliter/27721.htm>

[consultato il 08/09/2021]

<https://www.terracruda.org/it/contenuto/chi-siamo>

[consultato il 13/10/2021]

<http://www.atlasofinteriors.polimi.it/2017/11/14/le-corbusier-maison-murondins-1940/>

[consultato il 13/12/2021]

<https://fondoambiente.it/luoghi/mura-timoleontee-di-caposoprano?ldc>

[consultato il 03/01/2022]

<https://casediterra.com/web/norme-sostegno-della-edificazione-terra-cruda>

[consultato il 03/01/2022]



Publicazioni

Callum H., A. Norton, J. Dibdiakova, *A Comparison of the Environmental Impacts of Different Categories of Insulation Materials*, Energy and Buildings, Vol. 162, 2018

Doat P., Fontaine L., Gauzin-Müller D., Guillaud H., Pauline S., *Architecture en terre d'aujourd'hui*, Museo / CRAterre, 2015.

Grazieschi G., Asdrubali F., Thomas G., *Embodied energy and carbon of building insulating materials: A critical review*, Cleaner Environmental Systems, Vol. 2, 2021.

Henry C. S., Lynam J. G., *Embodied energy of rice husk ash for sustainable cement production*, Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, Volume 2, 2020

Larsson M., Yoshida H., Umetani N., Igarashi. T. *Tsugite: Interactive Design and Fabrication of Wood Joints*, University of Tokyo, 2020

Maniatidis V., Walker P., *A Review of Rammed Earth Construction*, Natural Building Technology Group, 2003.

McLeod M., *To make something with nothing: Le Corbusier's proposal for refugee housing-Les Constructions 'Murondins'*, The Journal of Architecture, 2018.

Milena M., Turskis Z., Kazimieras Zavadskas E., *Sustainable Construction Taking into Account the Building Impact on the Environment*, Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 2010.

O. Niglio, *La "casa baraccata": un prototipo di architettura antisismica in epoca borbonica*, BIOARCHITETTURA, 2011.

Pacheco-Torgal F., Jalali S., *Earth construction: Lessons from the past for future eco-efficient construction*, Construction and Building Materials, Volume 29, 2012.

Watson L., McCabe K., *The cob building technique. Past, present and future*, University of Plymouth (UK), 2011.

Ringraziamenti





Ringraziamenti formali

Con la presente ringrazio il mio relatore, il professor Andrea Bocco per avermi seguito in questo progetto lungo ed impegnativo. Ringrazio anche Redina Mazelli ed Arthur Bohn per il continuo supporto, per la presenza, i consigli e per la continua collaborazione e guida.

Le attività di prototipazione e monitoraggio sono state eseguite presso il Laboratorio Sistemi Tecnologici Innovativi (LaSTIn) del Dipartimento di Architettura e Design (DAD), con il supporto tecnico e metodologico di Angela Lacirignola, referente tecnico della sezione Autocostruzione del laboratorio.

Le attività di taglio e lavorazione degli elementi lignei sono state eseguite presso il MOD Lab design del Dipartimento di Architettura e Design (DAD) presso la cittadella Politecnica di Mirafiori, con il supporto tecnico del Responsabile del MODLab Design arch. Koukzelas Antonio e della Ricercatrice arch. Ronco Francesca.

Allegati



Report generato da EBAU 3 by ROCKWOOL®



Progetto: TESI_SOLUZIONI TUTTE INSIEME

Committente
Indirizzo
Telefono
E-mail
Calcolo eseguito da
Commento

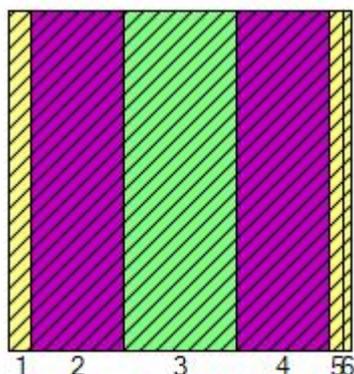
Località: Grugliasco (TO)

	Descrizione	Trasmittanza stazionaria [W/m²K]	Trasmittanza periodica [W/m²K]	Rischio muffa superficiale	Rischio condensa interstiziale
1	V1a_800	0,220	0,010	✓	✓
2	V1a_1200	0,245	0,009	✓	!
3	V1b_800	0,220	0,013	✓	!
4	V1b_1200	0,245	0,012	✓	!
5	V1c_800	0,194	0,008	✓	✓
6	V1c_1200	0,214	0,007	✓	✓
7	V1d_800	0,200	0,011	✓	!
8	V1d_1200	0,220	0,010	✓	!
9	V2a_800	0,225	0,009	✓	✓
10	V2a_1200	0,251	0,010	✓	!
11	V2b_800	0,216	0,009	✓	!
12	V2b_1200	0,240	0,010	✓	✗
13	V2c_800	0,216	0,008	✓	✓
14	V2c_1200	0,240	0,009	✓	✓
15	V2d_800	0,182	0,008	✓	!
16	V2d_1200	0,198	0,008	✓	✗
17	V3a_800	0,181	0,004	✓	✓
18	V3a_1200	0,201	0,005	✓	✓
19	V3b_800	0,202	0,010	✓	✓

20	V3b_1200		0,220	0,010	✓	✓
21	V3c_800		0,199	0,006	✓	✓
22	V3c_1200		0,216	0,006	✓	✓
23	T1a_800		0,227	0,004	✓	!
24	T1a_1200		0,265	0,005	✓	!
25	T1b_800		0,189	0,003	✓	!
26	T1b_1200		0,215	0,004	✓	✗
27	T1c_800		0,220	0,006	✓	!
28	T1c_1200		0,252	0,006	✓	✗
29	T1d_800		0,215	0,004	✓	✓
30	T1d_1200		0,248	0,005	✓	!
31	T2a_800		0,168	0,002	✓	!
32	T2a_1200		0,187	0,002	✓	!
33	T2b_800		0,175	0,002	✓	!
34	T2b_1200		0,196	0,002	✓	!

Struttura 1: V1a_800

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 800
3	ISO	RICEHOUSE - Lolla di riso sfusa
4	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 800
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,125	800,0	0,250	1100,0	7,0	100,0	0,50	0,88	0,284
3	0,150	125,0	0,050	1480,0	5,0	18,8	3,00	0,75	0,270
4	0,125	800,0	0,250	1100,0	7,0	100,0	0,50	0,88	0,284
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,460 m
Massa superficiale	286,8 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	218,8 kg/m ²
Resistenza	4,55 m ² K/W
Trasmittanza U	0,22 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Yie	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,05	0,05
Sfasamento	19h 25'	19h 30'
Capacità interna	59,2 kJ/m ² K	60,3 kJ/m ² K
Capacità esterna	29,0 kJ/m ² K	27,3 kJ/m ² K
Ammettenza interna	4,31 W/m ² K	4,39 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,12 W/m ² K	1,99 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,220 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

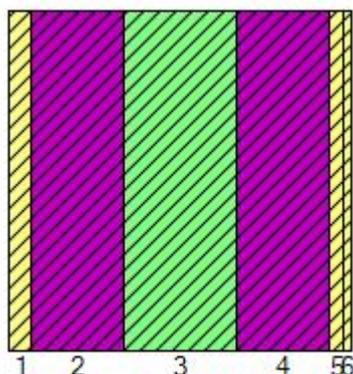
Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento		4,55 m ² K/W
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Verifica superata

Struttura 2: V1a_1200

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 1200
3	ISO	RICEHOUSE - Lolla di riso sfusa
4	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 1200
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,125	1200,0	0,470	1050,0	7,0	150,0	0,27	0,88	0,373
3	0,150	125,0	0,050	1480,0	5,0	18,8	3,00	0,75	0,270
4	0,125	1200,0	0,470	1050,0	7,0	150,0	0,27	0,88	0,373
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,460 m
Massa superficiale	386,8 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	318,8 kg/m ²
Resistenza	4,09 m ² K/W
Trasmittanza U	0,24 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,04	0,04
Sfasamento	18h 32'	18h 36'
Capacità interna	65,1 kJ/m ² K	66,5 kJ/m ² K
Capacità esterna	31,6 kJ/m ² K	29,4 kJ/m ² K
Ammettenza interna	4,74 W/m ² K	4,84 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,30 W/m ² K	2,14 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,245 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	4,09 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



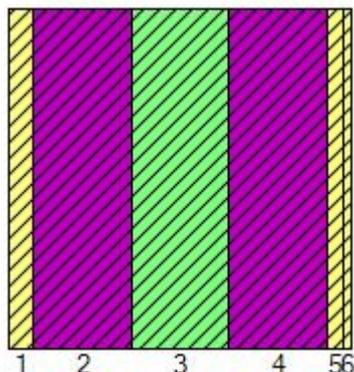
Mese	Interfaccia 4	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	9,4	9,4
gennaio	8,9	18,2
febbraio	-33,8	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 3: V1b_800

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 800
3	ISO	BIOLEVEL-pannello in fibra di canapa
4	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 800
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,125	800,0	0,250	1100,0	7,0	100,0	0,50	0,88	0,284
3	0,120	60,0	0,040	1700,0	1,5	7,2	3,00	0,18	0,392
4	0,125	800,0	0,250	1100,0	7,0	100,0	0,50	0,88	0,284
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conducibilità
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,430 m
Massa superficiale	275,2 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	207,2 kg/m ²
Resistenza	4,55 m ² K/W
Trasmittanza U	0,22 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,06	0,06
Sfasamento	17h 22'	17h 27'
Capacità interna	59,4 kJ/m ² K	60,6 kJ/m ² K
Capacità esterna	29,2 kJ/m ² K	27,4 kJ/m ² K
Ammettenza interna	4,33 W/m ² K	4,41 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,13 W/m ² K	2,00 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,220 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

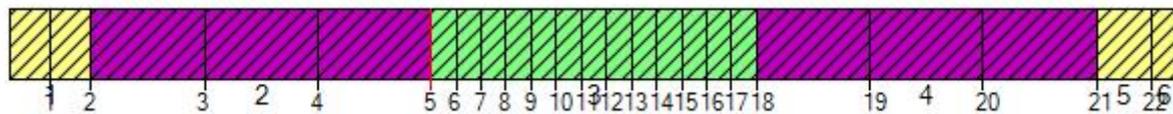
Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	4,55 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



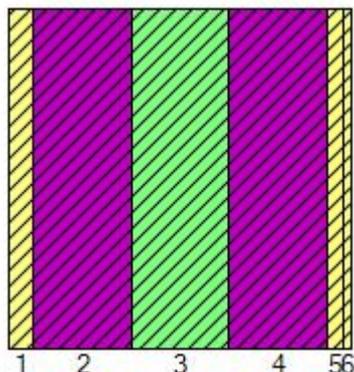
Mese	Interfaccia 5	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,8	0,8
dicembre	33,3	34,1
gennaio	36,5	70,6
febbraio	-19,9	50,7
marzo	-135,2	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 4: V1b_1200

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 1200
3	ISO	BIOLEVEL-pannello in fibra di canapa
4	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 1200
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,125	1200,0	0,470	1050,0	7,0	150,0	0,27	0,88	0,373
3	0,120	60,0	0,040	1700,0	1,5	7,2	3,00	0,18	0,392
4	0,125	1200,0	0,470	1050,0	7,0	150,0	0,27	0,88	0,373
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,430 m
Massa superficiale	375,2 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	307,2 kg/m ²
Resistenza	4,09 m ² K/W
Trasmittanza U	0,24 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,05	0,05
Sfasamento	16h 31'	16h 35'
Capacità interna	65,4 kJ/m ² K	66,8 kJ/m ² K
Capacità esterna	31,7 kJ/m ² K	29,6 kJ/m ² K
Ammettenza interna	4,76 W/m ² K	4,86 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,31 W/m ² K	2,15 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,245 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)

Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15. 0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

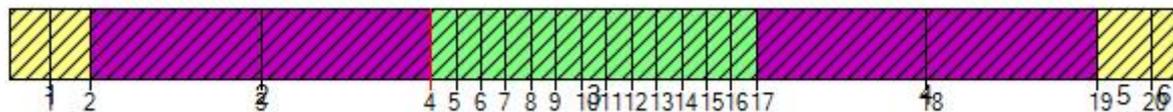
Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	4,09 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



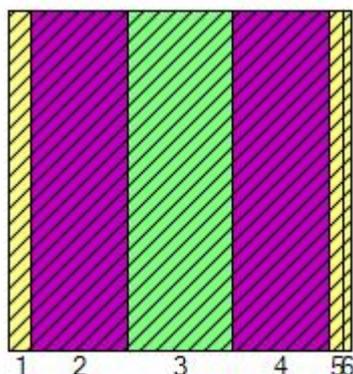
Mese	Interfaccia 4	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	31,5	31,5
dicembre	67,0	98,5
gennaio	70,5	169,1
febbraio	10,5	179,5
marzo	-104,8	74,7
aprile	-347,4	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 5: V1c_800

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 800
3	ISO	CORKPAN-pannello in sughero
4	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 800
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,125	800,0	0,250	1100,0	7,0	100,0	0,50	0,88	0,284
3	0,140	110,0	0,039	1900,0	20,0	15,4	3,59	2,80	0,187
4	0,125	800,0	0,250	1100,0	7,0	100,0	0,50	0,88	0,284
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,450 m
Massa superficiale	283,4 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	215,4 kg/m ²
Resistenza	5,14 m ² K/W
Trasmittanza U	0,19 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,04	0,04
Sfasamento	20h 14'	20h 19'
Capacità interna	59,2 kJ/m ² K	60,3 kJ/m ² K
Capacità esterna	29,1 kJ/m ² K	27,3 kJ/m ² K
Ammettenza interna	4,31 W/m ² K	4,39 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,12 W/m ² K	1,99 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,194 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

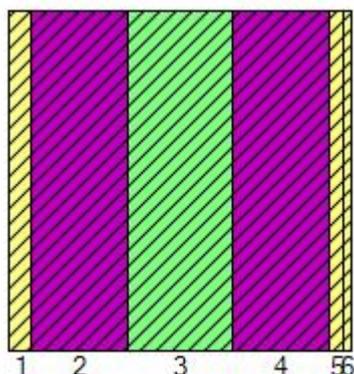
Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento		5,14 m ² K/W
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Verifica superata

Struttura 6: V1c_1200

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 1200
3	ISO	CORKPAN-pannello in sughero
4	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 1200
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,125	1200,0	0,470	1050,0	7,0	150,0	0,27	0,88	0,373
3	0,140	110,0	0,039	1900,0	20,0	15,4	3,59	2,80	0,187
4	0,125	1200,0	0,470	1050,0	7,0	150,0	0,27	0,88	0,373
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conducibilità
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,450 m
Massa superficiale	383,4 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	315,4 kg/m ²
Resistenza	4,68 m ² K/W
Trasmittanza U	0,21 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,04	0,03
Sfasamento	19h 20'	19h 24'
Capacità interna	65,1 kJ/m ² K	66,5 kJ/m ² K
Capacità esterna	31,6 kJ/m ² K	29,4 kJ/m ² K
Ammettenza interna	4,74 W/m ² K	4,84 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,30 W/m ² K	2,14 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,214 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)

Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15. 0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15) 0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

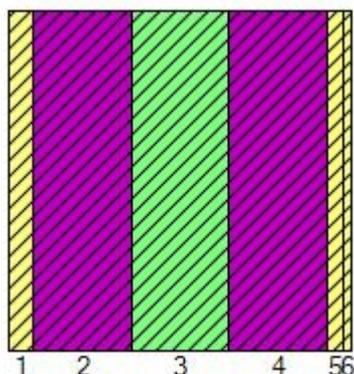
	Rischio condensa	Rischio formazione muffe
Mese critico	gennaio	novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento		4,68 m ² K/W
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Verifica superata

Struttura 7: V1d_800

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 800
3	ISO	ISOCELL- fibra di cellulosa (sfusa)
4	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 800
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,125	800,0	0,250	1100,0	7,0	100,0	0,50	0,88	0,284
3	0,120	51,5	0,035	2100,0	3,0	6,2	3,46	0,36	0,321
4	0,125	800,0	0,250	1100,0	7,0	100,0	0,50	0,88	0,284
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,430 m
Massa superficiale	274,2 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	206,2 kg/m ²
Resistenza	5,01 m ² K/W
Trasmittanza U	0,20 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,06	0,06
Sfasamento	17h 47'	17h 51'
Capacità interna	59,4 kJ/m ² K	60,5 kJ/m ² K
Capacità esterna	29,2 kJ/m ² K	27,4 kJ/m ² K
Ammettenza interna	4,33 W/m ² K	4,41 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,13 W/m ² K	2,00 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,200 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)

Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15. 0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

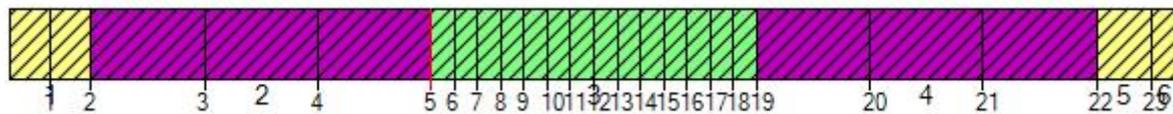
Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	5,01 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



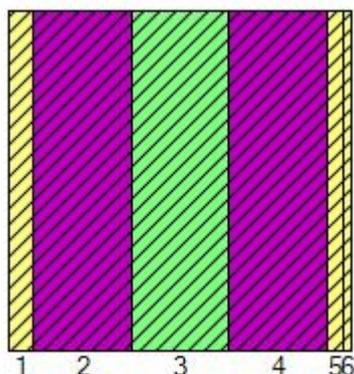
Mese	Interfaccia 5	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,7	0,7
dicembre	28,5	29,3
gennaio	30,3	59,6
febbraio	-21,1	38,5
marzo	-127,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 8: V1d_1200

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 1200
3	ISO	ISOCELL- fibra di cellulosa (sfusa)
4	VAR	TERRAPAGLIA BLOCCHI 1200
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,125	1200,0	0,470	1050,0	7,0	150,0	0,27	0,88	0,373
3	0,120	51,5	0,035	2100,0	3,0	6,2	3,46	0,36	0,321
4	0,125	1200,0	0,470	1050,0	7,0	150,0	0,27	0,88	0,373
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,430 m
Massa superficiale	374,2 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	306,2 kg/m ²
Resistenza	4,54 m ² K/W
Trasmittanza U	0,22 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,05	0,05
Sfasamento	16h 55'	16h 59'
Capacità interna	65,4 kJ/m ² K	66,8 kJ/m ² K
Capacità esterna	31,7 kJ/m ² K	29,5 kJ/m ² K
Ammettenza interna	4,76 W/m ² K	4,86 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,31 W/m ² K	2,15 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,220 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

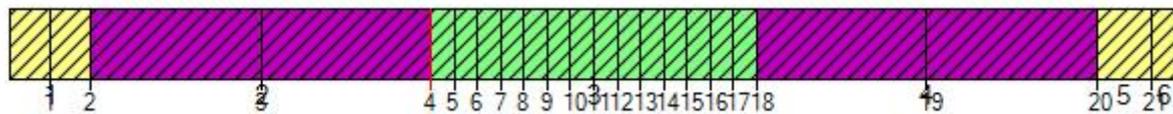
Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	4,54 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



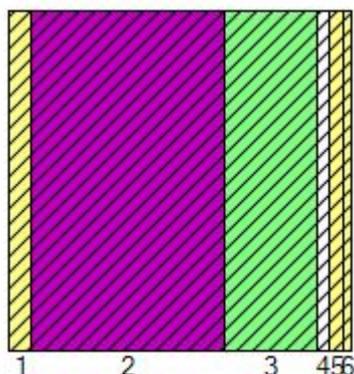
Mese	Interfaccia 4	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	28,0	28,0
dicembre	58,4	86,4
gennaio	60,3	146,7
febbraio	5,8	152,4
marzo	-100,0	52,4
aprile	-328,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 9: V2a_800

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 800
3	ISO	RICEHOUSE - Lolla di riso sfusa
4	LAS	KNAUF-pannelli in gessofibra
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,250	800,0	0,250	1100,0	4,0	200,0	1,00	1,00	0,284
3	0,120	125,0	0,050	1480,0	3,5	15,0	2,40	0,42	0,270
4	0,015	110,0	0,030	1100,0	21,0	1,7	0,50	0,32	0,248
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,445 m
Massa superficiale	284,7 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	216,7 kg/m ²
Resistenza	4,45 m ² K/W
Trasmittanza U	0,22 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,04	0,04
Sfasamento	18h 37'	18h 41'
Capacità interna	49,6 kJ/m ² K	50,1 kJ/m ² K
Capacità esterna	28,5 kJ/m ² K	26,8 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,61 W/m ² K	3,65 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,08 W/m ² K	1,96 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,225 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

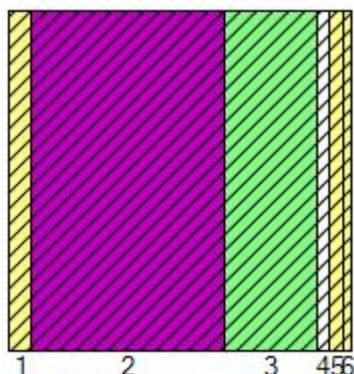
	Rischio condensa	Rischio formazione muffe
Mese critico	gennaio	novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento		4,45 m ² K/W
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Verifica superata

Struttura 10: V2a_1200

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 1200
3	ISO	RICEHOUSE - Lolla di riso sfusa
4	LAS	KNAUF-pannelli in gessofibra
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,250	1200,0	0,470	1050,0	7,0	300,0	0,53	1,75	0,373
3	0,120	125,0	0,050	1480,0	3,5	15,0	2,40	0,42	0,270
4	0,015	110,0	0,030	1100,0	21,0	1,7	0,50	0,32	0,248
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conducibilità
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,445 m
Massa superficiale	384,7 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	316,7 kg/m ²
Resistenza	3,99 m ² K/W
Trasmittanza U	0,25 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Yie	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,04	0,04
Sfasamento	17h 29'	17h 32'
Capacità interna	49,6 kJ/m ² K	50,1 kJ/m ² K
Capacità esterna	30,6 kJ/m ² K	28,6 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,61 W/m ² K	3,65 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,23 W/m ² K	2,08 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,251 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	3,99 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



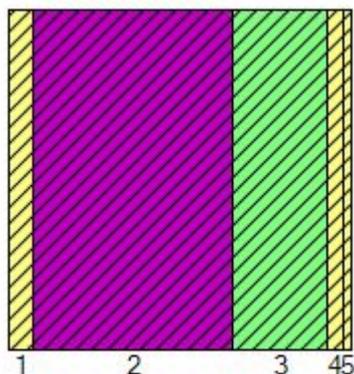
Mese	Interfaccia 5	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	67,6	67,6
dicembre	121,7	189,3
gennaio	133,5	322,7
febbraio	63,1	385,8
marzo	-59,6	326,2
aprile	-290,0	36,2
maggio	-462,4	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 11: V2b_800

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 800
3	ISO	NORTEX-pannello in canapa intonacabile
4	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
5	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,250	800,0	0,250	1100,0	4,0	200,0	1,00	1,00	0,284
3	0,120	100,0	0,039	1700,0	3,9	12,0	3,08	0,47	0,229
4	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
5	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,430 m
Massa superficiale	280,0 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	212,0 kg/m ²
Resistenza	4,63 m ² K/W
Trasmittanza U	0,22 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Yie	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,04	0,04
Sfasamento	18h 11'	18h 16'
Capacità interna	50,1 kJ/m ² K	50,7 kJ/m ² K
Capacità esterna	28,5 kJ/m ² K	26,9 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,65 W/m ² K	3,69 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,08 W/m ² K	1,96 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,216 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	4,63 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



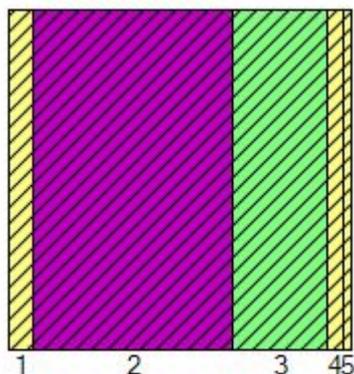
Mese	Interfaccia 7	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	49,5	49,5
gennaio	62,9	112,3
febbraio	-23,3	89,0
marzo	-196,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 12: V2b_1200

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 1200
3	ISO	NORTEX-pannello in canapa intonacabile
4	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
5	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,250	1200,0	0,470	1050,0	7,0	300,0	0,53	1,75	0,373
3	0,120	100,0	0,039	1700,0	3,9	12,0	3,08	0,47	0,229
4	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
5	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,430 m
Massa superficiale	380,0 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	312,0 kg/m ²
Resistenza	4,16 m ² K/W
Trasmittanza U	0,24 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,04	0,04
Sfasamento	17h 4'	17h 7'
Capacità interna	50,1 kJ/m ² K	50,7 kJ/m ² K
Capacità esterna	30,6 kJ/m ² K	28,6 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,65 W/m ² K	3,69 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,23 W/m ² K	2,08 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,240 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)

Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15. 0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15) 0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

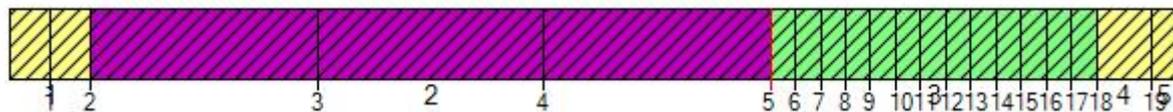
Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	4,16 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



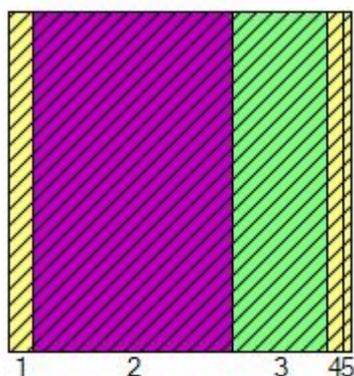
Mese	Interfaccia 5	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	132,7	132,7
dicembre	213,1	345,8
gennaio	231,5	577,4
febbraio	132,7	710,0
marzo	-29,4	680,6
aprile	-330,7	349,9
maggio	-568,3	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa superiore al limite.
Verifica non superata.**

Struttura 13: V2c_800

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 800
3	ISO	CORKPAN-pannello in sughero
4	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
5	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,250	800,0	0,250	1100,0	4,0	200,0	1,00	1,00	0,284
3	0,120	110,0	0,039	1900,0	20,0	13,2	3,08	2,40	0,187
4	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
5	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,430 m
Massa superficiale	281,2 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	213,2 kg/m ²
Resistenza	4,63 m ² K/W
Trasmittanza U	0,22 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,04	0,04
Sfasamento	18h 48'	18h 52'
Capacità interna	50,5 kJ/m ² K	51,0 kJ/m ² K
Capacità esterna	28,5 kJ/m ² K	26,8 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,68 W/m ² K	3,72 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,08 W/m ² K	1,96 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,216 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

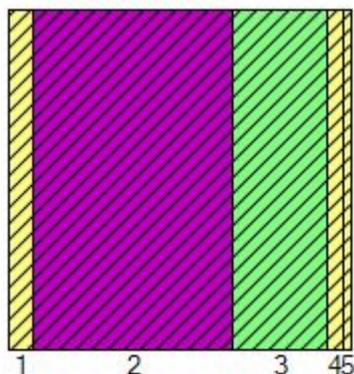
	Rischio condensa	Rischio formazione muffe
Mese critico	gennaio	novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento		4,63 m ² K/W
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Verifica superata

Struttura 14: V2c_1200

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 1200
3	ISO	CORKPAN-pannello in sughero
4	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
5	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,250	1200,0	0,470	1050,0	7,0	300,0	0,53	1,75	0,373
3	0,120	110,0	0,039	1900,0	20,0	13,2	3,08	2,40	0,187
4	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
5	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,430 m
Massa superficiale	381,2 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	313,2 kg/m ²
Resistenza	4,16 m ² K/W
Trasmittanza U	0,24 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Yie	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,04	0,04
Sfasamento	17h 40'	17h 43'
Capacità interna	50,5 kJ/m ² K	51,0 kJ/m ² K
Capacità esterna	30,6 kJ/m ² K	28,6 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,68 W/m ² K	3,72 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,23 W/m ² K	2,08 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,240 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

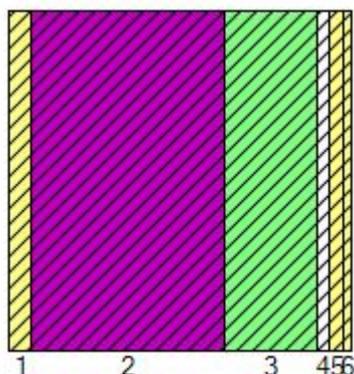
Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento		4,16 m ² K/W
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Verifica superata

Struttura 15: V2d_800

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 800
3	ISO	ISOCELL- fibra di cellulosa (sfusa)
4	LAS	KNAUF-pannelli in gessofibra
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,250	800,0	0,250	1100,0	4,0	200,0	1,00	1,00	0,284
3	0,120	51,5	0,035	2100,0	3,0	6,2	3,46	0,36	0,321
4	0,015	110,0	0,030	1100,0	21,0	1,7	0,50	0,32	0,248
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conducibilità
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,445 m
Massa superficiale	275,8 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	207,8 kg/m ²
Resistenza	5,51 m ² K/W
Trasmittanza U	0,18 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Yie	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,04	0,04
Sfasamento	17h 59'	18h 4'
Capacità interna	49,7 kJ/m ² K	50,2 kJ/m ² K
Capacità esterna	28,5 kJ/m ² K	26,9 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,62 W/m ² K	3,66 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,08 W/m ² K	1,96 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,182 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

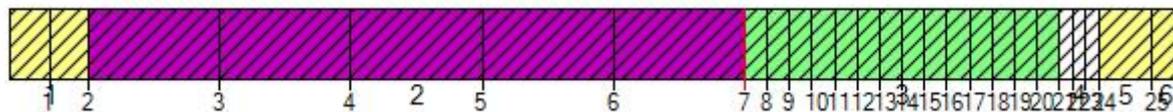
Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	5,51 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



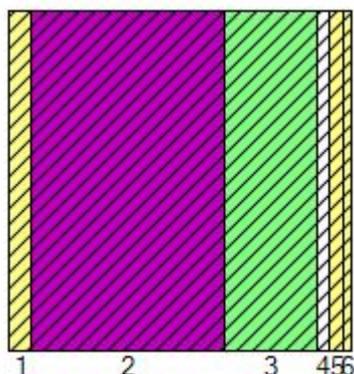
Mese	Interfaccia 7	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	6,6	6,6
dicembre	55,5	62,1
gennaio	64,6	126,7
febbraio	-7,5	119,2
marzo	-149,9	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 16: V2d_1200

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 1200
3	ISO	ISOCELL- fibra di cellulosa (sfusa)
4	LAS	KNAUF-pannelli in gessofibra
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,250	1200,0	0,470	1050,0	7,0	300,0	0,53	1,75	0,373
3	0,120	51,5	0,035	2100,0	3,0	6,2	3,46	0,36	0,321
4	0,015	110,0	0,030	1100,0	21,0	1,7	0,50	0,32	0,248
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conducibilità
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,445 m
Massa superficiale	375,8 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	307,8 kg/m ²
Resistenza	5,04 m ² K/W
Trasmittanza U	0,20 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,04	0,04
Sfasamento	16h 52'	16h 55'
Capacità interna	49,7 kJ/m ² K	50,2 kJ/m ² K
Capacità esterna	30,6 kJ/m ² K	28,6 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,62 W/m ² K	3,66 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,23 W/m ² K	2,08 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,198 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

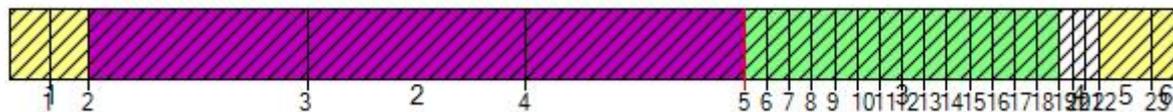
Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	5,04 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



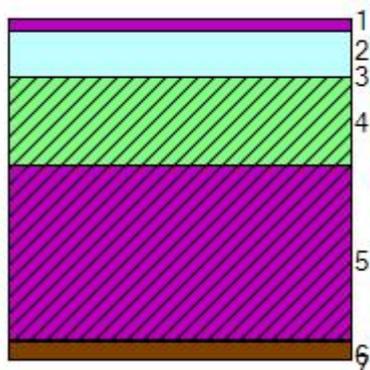
Mese	Interfaccia 5	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	118,1	118,1
dicembre	181,0	299,1
gennaio	194,3	493,4
febbraio	114,3	607,7
marzo	-15,7	592,0
aprile	-266,3	325,7
maggio	-479,3	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa superiore al limite.
Verifica non superata.**

Struttura 17: V3a_800

Descrizione struttura



1	VAR	Tegole in argilla
2	INA	Camera debolmente ventilata
3	GOM	membrana altamente traspirante
4	ISO	NORTEX-pannello in canapa intonacabile
5	VAR	TERRAPAGLIA 800
6	IMP	Rothblaus_VAPOR IN GREEN 200 - schermo freno al vapore a base di cellulosa naturale
7	LEG	Assito in legno densità 550 kg/m ³

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,020	2000,0	1,000	799,1	30,0	40,0	0,02	0,60	0,626
2	0,080	1,0	0,770	1004,2	1,0	0,1	0,16	0,08	0,000
3	0,001	620,0	0,400	1500,0	100,0	0,6	0,00	0,10	0,430
4	0,150	100,0	0,039	1700,0	3,9	15,0	3,85	0,59	0,229
5	0,300	800,0	0,250	1100,0	7,0	240,0	1,20	2,10	0,284
6	0,004	570,0	0,130	1000,0	20000,0	2,0	0,03	70,00	0,228
7	0,030	550,0	0,150	1598,3	50,0	16,5	0,20	1,50	0,171
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conducibilità
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,585 m
Massa superficiale	314,2 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	314,2 kg/m ²
Resistenza	5,54 m ² K/W
Trasmittanza U	0,18 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,00 W/m ² K	0,00 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,03	0,02
Sfasamento	20h 21'	21h 14'
Capacità interna	35,1 kJ/m ² K	30,8 kJ/m ² K
Capacità esterna	38,7 kJ/m ² K	36,5 kJ/m ² K
Ammettenza interna	2,55 W/m ² K	2,25 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,82 W/m ² K	2,66 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,181 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,22 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,24 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	10,0	1008	82,1	20,0	1463	62,6
novembre	4,5	784	93,1	20,0	1434	61,4
dicembre	0,4	552	88,0	20,0	1349	57,7
gennaio	-1,1	464	83,5	20,0	1274	54,5
febbraio	0,8	521	80,7	20,0	1304	55,8
marzo	6,0	755	80,8	20,0	1352	57,9
aprile	9,7	797	66,4	20,0	1264	54,1
maggio	15,7	1166	65,4	18,0	1418	68,7
giugno	19,8	1397	60,3	21,8	1502	57,4
luglio	21,3	1371	54,0	23,3	1471	51,3
agosto	20,3	1732	72,8	22,3	1832	68,2
settembre	16,8	1429	74,5	18,8	1641	75,4

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	12,6	0,263	16,1	0,609
novembre	12,3	0,506	15,8	0,728
dicembre	11,4	0,563	14,8	0,737
gennaio	10,6	0,553	14,0	0,714
febbraio	10,9	0,527	14,3	0,704
marzo	11,5	0,390	14,9	0,634
aprile	10,4	0,075	13,8	0,403

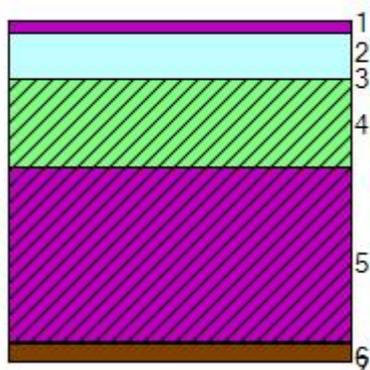
Mese critico	Rischio condensa	Rischio formazione muffe
	dicembre	dicembre
Fattore di temperatura	0,563	0,737
Resistenza minima accettabile	0,57 m ² K/W	0,95 m ² K/W
Resistenza dell'elemento		5,54 m ² K/W
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Verifica superata

Struttura 18: V3a_1200

Descrizione struttura



1	VAR	Tegole in argilla
2	INA	Camera debolmente ventilata
3	GOM	membrana altamente traspirante
4	ISO	NORTEX-pannello in canapa intonacabile
5	VAR	TERRAPAGLIA 1200
6	IMP	Rothblaus_VAPOR IN GREEN 200 - schermo freno al vapore a base di cellulosa naturale
7	LEG	Assito in legno densità 550 kg/m ³

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,020	2000,0	1,000	799,1	30,0	40,0	0,02	0,60	0,626
2	0,080	1,0	0,770	1004,2	1,0	0,1	0,16	0,08	0,000
3	0,001	620,0	0,400	1500,0	100,0	0,6	0,00	0,10	0,430
4	0,150	100,0	0,039	1700,0	3,9	15,0	3,85	0,59	0,229
5	0,300	1200,0	0,470	1050,0	7,0	360,0	0,64	2,10	0,373
6	0,004	570,0	0,130	1000,0	20000,0	2,0	0,03	70,00	0,228
7	0,030	550,0	0,150	1598,3	50,0	16,5	0,20	1,50	0,171
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,585 m
Massa superficiale	434,2 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	434,2 kg/m ²
Resistenza	4,98 m ² K/W
Trasmittanza U	0,20 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Yie	0,01 W/m ² K	0,00 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,03	0,02
Sfasamento	18h 55'	19h 46'
Capacità interna	37,1 kJ/m ² K	32,2 kJ/m ² K
Capacità esterna	38,6 kJ/m ² K	36,5 kJ/m ² K
Ammettenza interna	2,70 W/m ² K	2,34 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,82 W/m ² K	2,66 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,201 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)

Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15. 0,22 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15) 0,24 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	10,0	1008	82,1	20,0	1463	62,6
novembre	4,5	784	93,1	20,0	1434	61,4
dicembre	0,4	552	88,0	20,0	1349	57,7
gennaio	-1,1	464	83,5	20,0	1274	54,5
febbraio	0,8	521	80,7	20,0	1304	55,8
marzo	6,0	755	80,8	20,0	1352	57,9
aprile	9,7	797	66,4	20,0	1264	54,1
maggio	15,7	1166	65,4	18,0	1418	68,7
giugno	19,8	1397	60,3	21,8	1502	57,4
luglio	21,3	1371	54,0	23,3	1471	51,3
agosto	20,3	1732	72,8	22,3	1832	68,2
settembre	16,8	1429	74,5	18,8	1641	75,4

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	12,6	0,263	16,1	0,609
novembre	12,3	0,506	15,8	0,728
dicembre	11,4	0,563	14,8	0,737
gennaio	10,6	0,553	14,0	0,714
febbraio	10,9	0,527	14,3	0,704
marzo	11,5	0,390	14,9	0,634
aprile	10,4	0,075	13,8	0,403

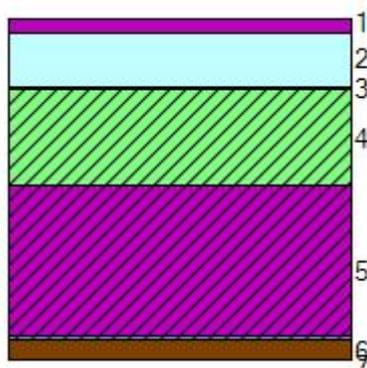
Mese critico	Rischio condensa dicembre	Rischio formazione muffe dicembre
Fattore di temperatura	0,563	0,737
Resistenza minima accettabile	0,57 m ² K/W	0,95 m ² K/W
Resistenza dell'elemento		4,98 m ² K/W
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Verifica superata

Struttura 19: V3b_800

Descrizione struttura



1	VAR	Tegole in argilla
2	INA	Camera debolmente ventilata
3	GOM	membrana altamente traspirante
4	ISO	CORKPAN-pannello in sughero
5	VAR	TERRAPAGLIA 800
6	IMP	Rothblaus_VAPOR IN GREEN 200 - schermo freno al vapore a base di cellulosa naturale
7	LEG	Assito in legno densità 550 kg/m ³

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,020	2000,0	1,000	799,1	30,0	40,0	0,02	0,60	0,626
2	0,080	1,0	0,770	1004,2	1,0	0,1	0,16	0,08	0,000
3	0,001	620,0	0,400	1500,0	100,0	0,6	0,00	0,10	0,430
4	0,140	110,0	0,039	1900,0	20,0	15,4	3,59	2,80	0,187
5	0,220	800,0	0,250	1100,0	7,0	176,0	0,88	1,54	0,284
6	0,004	570,0	0,130	1000,0	20000,0	2,0	0,03	70,00	0,228
7	0,030	550,0	0,150	1598,3	50,0	16,5	0,20	1,50	0,171
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,495 m
Massa superficiale	250,6 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	250,6 kg/m ²
Resistenza	4,96 m ² K/W
Trasmittanza U	0,20 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,06	0,05
Sfasamento	17h 9'	18h 4'
Capacità interna	35,0 kJ/m ² K	30,8 kJ/m ² K
Capacità esterna	39,3 kJ/m ² K	36,9 kJ/m ² K
Ammettenza interna	2,55 W/m ² K	2,24 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,87 W/m ² K	2,69 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza 0,202 W/m²K

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,22 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,24 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	10,0	1008	82,1	20,0	1463	62,6
novembre	4,5	784	93,1	20,0	1434	61,4
dicembre	0,4	552	88,0	20,0	1349	57,7
gennaio	-1,1	464	83,5	20,0	1274	54,5
febbraio	0,8	521	80,7	20,0	1304	55,8
marzo	6,0	755	80,8	20,0	1352	57,9
aprile	9,7	797	66,4	20,0	1264	54,1
maggio	15,7	1166	65,4	18,0	1418	68,7
giugno	19,8	1397	60,3	21,8	1502	57,4
luglio	21,3	1371	54,0	23,3	1471	51,3
agosto	20,3	1732	72,8	22,3	1832	68,2
settembre	16,8	1429	74,5	18,8	1641	75,4

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	12,6	0,263	16,1	0,609
novembre	12,3	0,506	15,8	0,728
dicembre	11,4	0,563	14,8	0,737
gennaio	10,6	0,553	14,0	0,714
febbraio	10,9	0,527	14,3	0,704
marzo	11,5	0,390	14,9	0,634
aprile	10,4	0,075	13,8	0,403

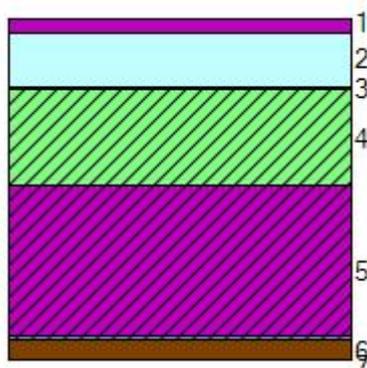
Mese critico	Rischio condensa	Rischio formazione muffe
	dicembre	dicembre
Fattore di temperatura	0,563	0,737
Resistenza minima accettabile	0,57 m ² K/W	0,95 m ² K/W
Resistenza dell'elemento		4,96 m ² K/W
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Verifica superata

Struttura 20: V3b_1200

Descrizione struttura



1	VAR	Tegole in argilla
2	INA	Camera debolmente ventilata
3	GOM	membrana altamente traspirante
4	ISO	CORKPAN-pannello in sughero
5	VAR	TERRAPAGLIA 1200
6	IMP	Rothblaus_VAPOR IN GREEN 200 - schermo freno al vapore a base di cellulosa naturale
7	LEG	Assito in legno densità 550 kg/m ³

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,020	2000,0	1,000	799,1	30,0	40,0	0,02	0,60	0,626
2	0,080	1,0	0,770	1004,2	1,0	0,1	0,16	0,08	0,000
3	0,001	620,0	0,400	1500,0	100,0	0,6	0,00	0,10	0,430
4	0,140	110,0	0,039	1900,0	20,0	15,4	3,59	2,80	0,187
5	0,220	1200,0	0,470	1050,0	7,0	264,0	0,47	1,54	0,373
6	0,004	570,0	0,130	1000,0	20000,0	2,0	0,03	70,00	0,228
7	0,030	550,0	0,150	1598,3	50,0	16,5	0,20	1,50	0,171
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,495 m
Massa superficiale	338,6 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	338,6 kg/m ²
Resistenza	4,55 m ² K/W
Trasmittanza U	0,22 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,06	0,05
Sfasamento	16h 9'	17h 2'
Capacità interna	37,0 kJ/m ² K	32,1 kJ/m ² K
Capacità esterna	39,3 kJ/m ² K	36,9 kJ/m ² K
Ammettenza interna	2,69 W/m ² K	2,34 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,87 W/m ² K	2,69 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza 0,220 W/m²K

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,22 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,24 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	10,0	1008	82,1	20,0	1463	62,6
novembre	4,5	784	93,1	20,0	1434	61,4
dicembre	0,4	552	88,0	20,0	1349	57,7
gennaio	-1,1	464	83,5	20,0	1274	54,5
febbraio	0,8	521	80,7	20,0	1304	55,8
marzo	6,0	755	80,8	20,0	1352	57,9
aprile	9,7	797	66,4	20,0	1264	54,1
maggio	15,7	1166	65,4	18,0	1418	68,7
giugno	19,8	1397	60,3	21,8	1502	57,4
luglio	21,3	1371	54,0	23,3	1471	51,3
agosto	20,3	1732	72,8	22,3	1832	68,2
settembre	16,8	1429	74,5	18,8	1641	75,4

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	12,6	0,263	16,1	0,609
novembre	12,3	0,506	15,8	0,728
dicembre	11,4	0,563	14,8	0,737
gennaio	10,6	0,553	14,0	0,714
febbraio	10,9	0,527	14,3	0,704
marzo	11,5	0,390	14,9	0,634
aprile	10,4	0,075	13,8	0,403

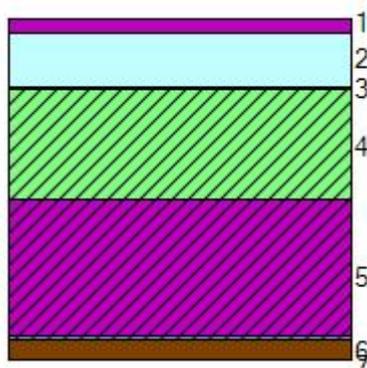
Mese critico	Rischio condensa dicembre	Rischio formazione muffe dicembre
Fattore di temperatura	0,563	0,737
Resistenza minima accettabile	0,57 m ² K/W	0,95 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	4,55 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Verifica superata

Struttura 21: V3c_800

Descrizione struttura



1	VAR	Tegole in argilla
2	INA	Camera debolmente ventilata
3	GOM	membrana altamente traspirante
4	ISO	NATURAWALL-pannello in fibra di legno
5	VAR	TERRAPAGLIA 800
6	IMP	Rothblaus_VAPOR IN GREEN 200 - schermo freno al vapore a base di cellulosa naturale
7	LEG	Assito in legno densità 550 kg/m ³

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,020	2000,0	1,000	799,1	30,0	40,0	0,02	0,60	0,626
2	0,080	1,0	0,770	1004,2	1,0	0,1	0,16	0,08	0,000
3	0,001	620,0	0,400	1500,0	100,0	0,6	0,00	0,10	0,430
4	0,160	180,0	0,043	2250,0	3,0	28,8	3,72	0,48	0,106
5	0,200	800,0	0,250	1100,0	7,0	160,0	0,80	1,40	0,284
6	0,004	570,0	0,130	1000,0	20000,0	2,0	0,03	70,00	0,228
7	0,030	550,0	0,150	1598,3	50,0	16,5	0,20	1,50	0,171
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,495 m
Massa superficiale	248,0 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	248,0 kg/m ²
Resistenza	5,01 m ² K/W
Trasmittanza U	0,20 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,04	0,03
Sfasamento	20h 13'	21h 14'
Capacità interna	34,9 kJ/m ² K	30,7 kJ/m ² K
Capacità esterna	42,7 kJ/m ² K	38,7 kJ/m ² K
Ammettenza interna	2,55 W/m ² K	2,24 W/m ² K
Ammettenza esterna	3,11 W/m ² K	2,82 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,199 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,22 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,24 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	10,0	1008	82,1	20,0	1463	62,6
novembre	4,5	784	93,1	20,0	1434	61,4
dicembre	0,4	552	88,0	20,0	1349	57,7
gennaio	-1,1	464	83,5	20,0	1274	54,5
febbraio	0,8	521	80,7	20,0	1304	55,8
marzo	6,0	755	80,8	20,0	1352	57,9
aprile	9,7	797	66,4	20,0	1264	54,1
maggio	15,7	1166	65,4	18,0	1418	68,7
giugno	19,8	1397	60,3	21,8	1502	57,4
luglio	21,3	1371	54,0	23,3	1471	51,3
agosto	20,3	1732	72,8	22,3	1832	68,2
settembre	16,8	1429	74,5	18,8	1641	75,4

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	12,6	0,263	16,1	0,609
novembre	12,3	0,506	15,8	0,728
dicembre	11,4	0,563	14,8	0,737
gennaio	10,6	0,553	14,0	0,714
febbraio	10,9	0,527	14,3	0,704
marzo	11,5	0,390	14,9	0,634
aprile	10,4	0,075	13,8	0,403

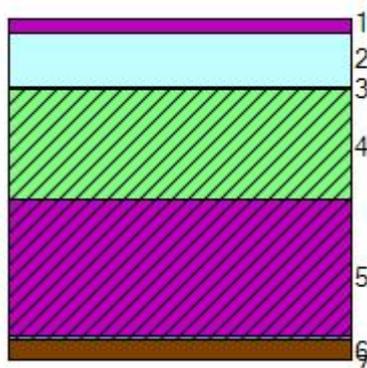
Mese critico	Rischio condensa dicembre	Rischio formazione muffe dicembre
Fattore di temperatura	0,563	0,737
Resistenza minima accettabile	0,57 m ² K/W	0,95 m ² K/W
Resistenza dell'elemento		5,01 m ² K/W
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Verifica superata

Struttura 22: V3c_1200

Descrizione struttura



1	VAR	Tegole in argilla
2	INA	Camera debolmente ventilata
3	GOM	membrana altamente traspirante
4	ISO	NATURAWALL-pannello in fibra di legno
5	VAR	TERRAPAGLIA 1200
6	IMP	Rothblaus_VAPOR IN GREEN 200 - schermo freno al vapore a base di cellulosa naturale
7	LEG	Assito in legno densità 550 kg/m ³

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,020	2000,0	1,000	799,1	30,0	40,0	0,02	0,60	0,626
2	0,080	1,0	0,770	1004,2	1,0	0,1	0,16	0,08	0,000
3	0,001	620,0	0,400	1500,0	100,0	0,6	0,00	0,10	0,430
4	0,160	180,0	0,043	2250,0	3,0	28,8	3,72	0,48	0,106
5	0,200	1200,0	0,470	1050,0	7,0	240,0	0,43	1,40	0,373
6	0,004	570,0	0,130	1000,0	20000,0	2,0	0,03	70,00	0,228
7	0,030	550,0	0,150	1598,3	50,0	16,5	0,20	1,50	0,171
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,495 m
Massa superficiale	328,0 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	328,0 kg/m ²
Resistenza	4,64 m ² K/W
Trasmittanza U	0,22 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,04	0,03
Sfasamento	19h 20'	20h 19'
Capacità interna	37,0 kJ/m ² K	32,1 kJ/m ² K
Capacità esterna	42,7 kJ/m ² K	38,7 kJ/m ² K
Ammettenza interna	2,70 W/m ² K	2,34 W/m ² K
Ammettenza esterna	3,11 W/m ² K	2,82 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,216 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,22 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,24 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	10,0	1008	82,1	20,0	1463	62,6
novembre	4,5	784	93,1	20,0	1434	61,4
dicembre	0,4	552	88,0	20,0	1349	57,7
gennaio	-1,1	464	83,5	20,0	1274	54,5
febbraio	0,8	521	80,7	20,0	1304	55,8
marzo	6,0	755	80,8	20,0	1352	57,9
aprile	9,7	797	66,4	20,0	1264	54,1
maggio	15,7	1166	65,4	18,0	1418	68,7
giugno	19,8	1397	60,3	21,8	1502	57,4
luglio	21,3	1371	54,0	23,3	1471	51,3
agosto	20,3	1732	72,8	22,3	1832	68,2
settembre	16,8	1429	74,5	18,8	1641	75,4

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	12,6	0,263	16,1	0,609
novembre	12,3	0,506	15,8	0,728
dicembre	11,4	0,563	14,8	0,737
gennaio	10,6	0,553	14,0	0,714
febbraio	10,9	0,527	14,3	0,704
marzo	11,5	0,390	14,9	0,634
aprile	10,4	0,075	13,8	0,403

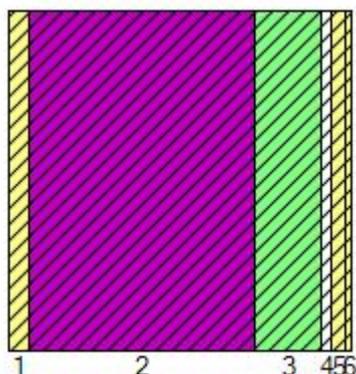
Mese critico	Rischio condensa	Rischio formazione muffe
	dicembre	dicembre
Fattore di temperatura	0,563	0,737
Resistenza minima accettabile	0,57 m ² K/W	0,95 m ² K/W
Resistenza dell'elemento		4,64 m ² K/W
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Verifica superata

Struttura 23: T1a_800

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 800
3	ISO	RICEHOUSE - Lolla di riso sfusa
4	LAS	KNAUF-pannelli in gessofibra
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,340	800,0	0,250	1100,0	7,0	272,0	1,36	2,38	0,284
3	0,100	125,0	0,050	1480,0	3,5	12,5	2,00	0,35	0,270
4	0,015	110,0	0,030	1100,0	21,0	1,7	0,50	0,32	0,248
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,515 m
Massa superficiale	354,2 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	286,2 kg/m ²
Resistenza	4,41 m ² K/W
Trasmittanza U	0,23 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,00 W/m ² K	0,00 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,02	0,02
Sfasamento	21h 40'	21h 44'
Capacità interna	49,4 kJ/m ² K	49,9 kJ/m ² K
Capacità esterna	28,6 kJ/m ² K	26,9 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,60 W/m ² K	3,63 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,08 W/m ² K	1,96 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,227 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

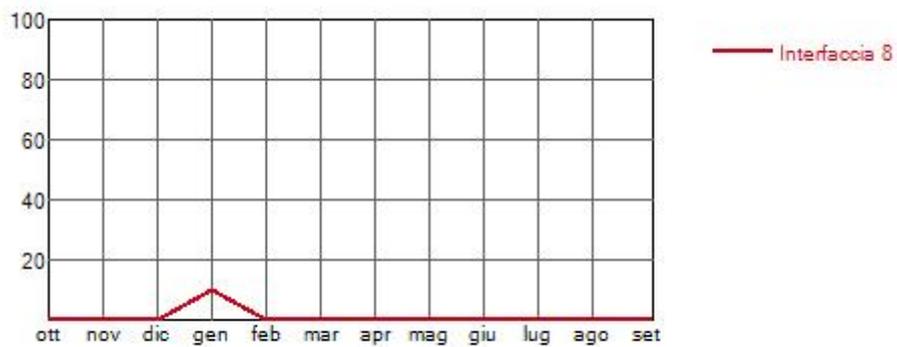
Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	4,41 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



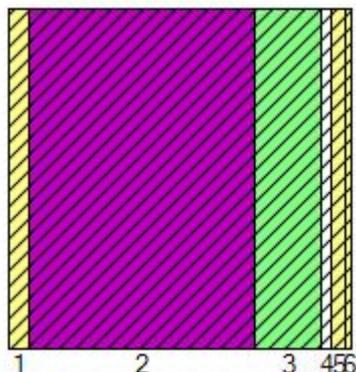
Mese	Interfaccia 8	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	9,7	9,7
febbraio	-46,5	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 24: T1a_1200

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 1200
3	ISO	RICEHOUSE - Lolla di riso sfusa
4	LAS	KNAUF-pannelli in gessofibra
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,340	1200,0	0,470	1050,0	7,0	408,0	0,72	2,38	0,373
3	0,100	125,0	0,050	1480,0	3,5	12,5	2,00	0,35	0,270
4	0,015	110,0	0,030	1100,0	21,0	1,7	0,50	0,32	0,248
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,515 m
Massa superficiale	490,2 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	422,2 kg/m ²
Resistenza	3,78 m ² K/W
Trasmittanza U	0,26 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,00 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,02	0,02
Sfasamento	20h 3'	20h 6'
Capacità interna	49,3 kJ/m ² K	49,8 kJ/m ² K
Capacità esterna	30,7 kJ/m ² K	28,6 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,59 W/m ² K	3,63 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,23 W/m ² K	2,09 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,265 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

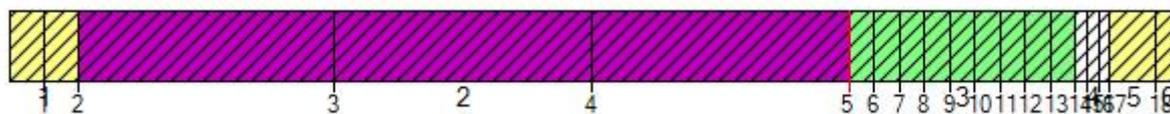
Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	3,78 m ² K/W	

Verifica superata

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



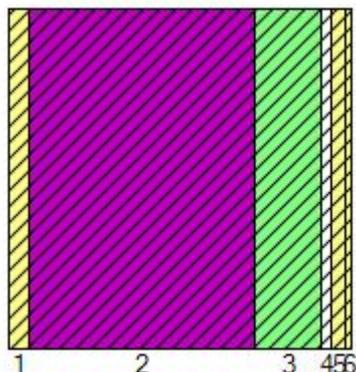
Mese	Interfaccia 5	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	45,4	45,4
dicembre	100,8	146,2
gennaio	114,4	260,6
febbraio	45,2	305,8
marzo	-78,8	227,0
aprile	-299,3	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 25: T1b_800

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 800
3	ISO	ISOCELL- fibra di cellulosa (sfusa)
4	LAS	KNAUF-pannelli in gessofibra
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,340	800,0	0,250	1100,0	7,0	272,0	1,36	2,38	0,284
3	0,100	51,5	0,035	2100,0	3,0	5,2	2,88	0,30	0,321
4	0,015	110,0	0,030	1100,0	21,0	1,7	0,50	0,32	0,248
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,515 m
Massa superficiale	346,8 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	278,8 kg/m ²
Resistenza	5,29 m ² K/W
Trasmittanza U	0,19 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,00 W/m ² K	0,00 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,02	0,02
Sfasamento	21h 10'	21h 14'
Capacità interna	49,5 kJ/m ² K	50,0 kJ/m ² K
Capacità esterna	28,6 kJ/m ² K	26,9 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,60 W/m ² K	3,64 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,08 W/m ² K	1,96 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,189 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

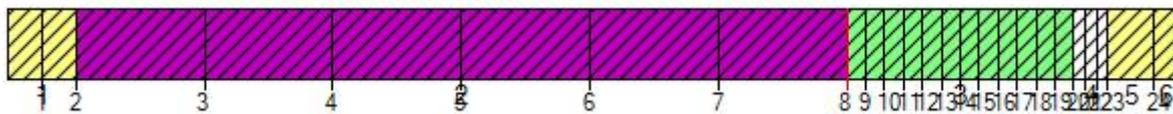
Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	5,29 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



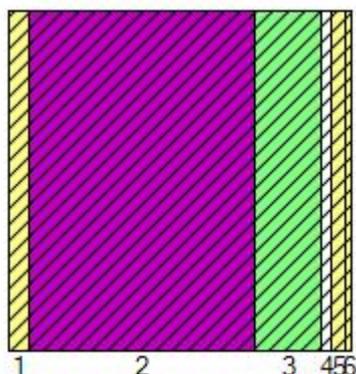
Mese	Interfaccia 8	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	20,6	20,6
dicembre	75,4	96,0
gennaio	89,3	185,3
febbraio	20,3	205,6
marzo	-108,6	97,0
aprile	-333,2	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 26: T1b_1200

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 1200
3	ISO	ISOCELL- fibra di cellulosa (sfusa)
4	LAS	KNAUF-pannelli in gessofibra
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,340	1200,0	0,470	1050,0	7,0	408,0	0,72	2,38	0,373
3	0,100	51,5	0,035	2100,0	3,0	5,2	2,88	0,30	0,321
4	0,015	110,0	0,030	1100,0	21,0	1,7	0,50	0,32	0,248
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,515 m
Massa superficiale	482,8 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	414,8 kg/m ²
Resistenza	4,66 m ² K/W
Trasmittanza U	0,21 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,00 W/m ² K	0,00 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,02	0,02
Sfasamento	19h 34'	19h 37'
Capacità interna	49,4 kJ/m ² K	49,9 kJ/m ² K
Capacità esterna	30,7 kJ/m ² K	28,7 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,60 W/m ² K	3,63 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,23 W/m ² K	2,09 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,215 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)

Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15. **0,26 W/m²K** ✓ (*)

Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15) **0,28 W/m²K** ✓ (*)

(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione **278,1 W/m² < 290 W/m²**

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

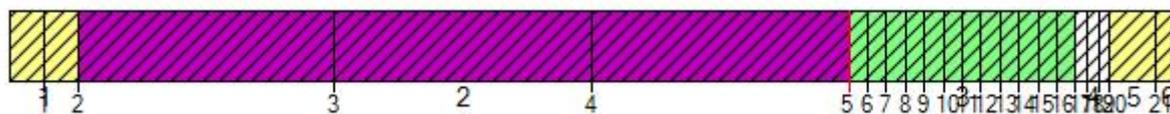
Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	4,66 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



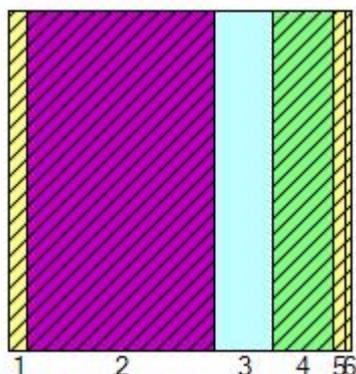
Mese	Interfaccia 5	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	100,2	100,2
dicembre	165,6	265,7
gennaio	181,0	446,7
febbraio	101,2	547,9
marzo	-30,7	517,2
aprile	-272,4	244,9
maggio	-455,8	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa superiore al limite.
Verifica non superata.**

Struttura 27: T1c_800

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 800
3	INA	Camera non ventilata
4	ISO	NORTEX-pannello in canapa intonacabile
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,310	800,0	0,250	1100,0	4,0	248,0	1,24	1,24	0,284
3	0,095	1,0	0,518	1004,2	1,0	0,1	0,18	0,10	0,000
4	0,100	100,0	0,039	1700,0	3,9	10,0	2,56	0,39	0,229
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,565 m
Massa superficiale	326,1 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	258,1 kg/m ²
Resistenza	4,54 m ² K/W
Trasmittanza U	0,22 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Yie	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,03	0,03
Sfasamento	20h 9'	20h 11'
Capacità interna	50,0 kJ/m ² K	50,5 kJ/m ² K
Capacità esterna	28,6 kJ/m ² K	26,9 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,64 W/m ² K	3,68 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,08 W/m ² K	1,96 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,220 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

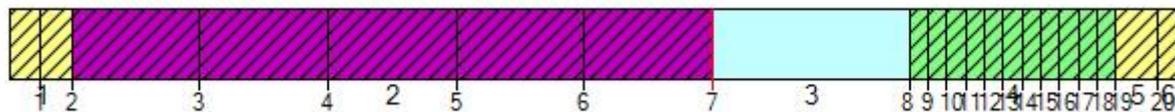
Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

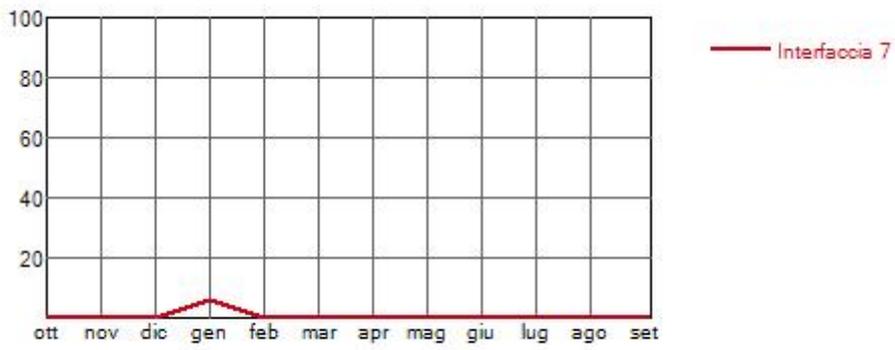
Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	4,54 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



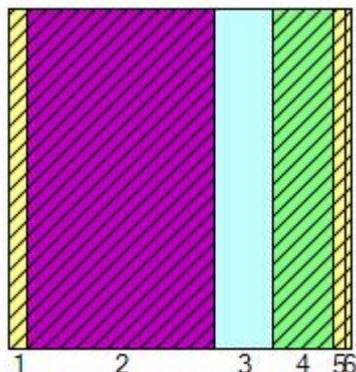
Mese	Interfaccia 7	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	5,8	5,8
febbraio	-68,8	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 28: T1c_1200

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 1200
3	INA	Camera non ventilata
4	ISO	NORTEX-pannello in canapa intonacabile
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,310	1200,0	0,470	1050,0	7,0	372,0	0,66	2,17	0,373
3	0,095	1,0	0,518	1004,2	1,0	0,1	0,18	0,10	0,000
4	0,100	100,0	0,039	1700,0	3,9	10,0	2,56	0,39	0,229
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,565 m
Massa superficiale	450,1 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	382,1 kg/m ²
Resistenza	3,96 m ² K/W
Trasmittanza U	0,25 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01 W/m ² K	0,01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,03	0,03
Sfasamento	18h 43'	18h 44'
Capacità interna	49,9 kJ/m ² K	50,4 kJ/m ² K
Capacità esterna	30,6 kJ/m ² K	28,6 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,64 W/m ² K	3,67 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,23 W/m ² K	2,09 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,252 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	3,96 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



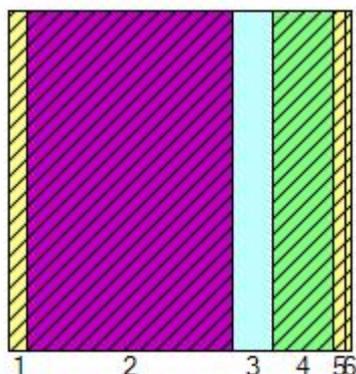
Mese	Interfaccia 5	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	98,4	98,4
dicembre	173,3	271,7
gennaio	191,5	463,3
febbraio	100,5	563,7
marzo	-53,5	510,3
aprile	-330,4	179,9
maggio	-527,1	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa superiore al limite.
Verifica non superata.**

Struttura 29: T1d_800

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 800
3	INA	Camera non ventilata
4	ISO	CORKPAN-pannello in sughero
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,340	800,0	0,250	1100,0	7,0	272,0	1,36	2,38	0,284
3	0,065	1,0	0,355	1004,2	1,0	0,1	0,18	0,07	0,000
4	0,100	110,0	0,039	1900,0	20,0	11,0	2,56	2,00	0,187
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,565 m
Massa superficiale	351,1 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	283,1 kg/m ²
Resistenza	4,66 m ² K/W
Trasmittanza U	0,21 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,00 W/m ² K	0,00 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,02	0,02
Sfasamento	21h 57'	21h 59'
Capacità interna	50,4 kJ/m ² K	50,9 kJ/m ² K
Capacità esterna	28,6 kJ/m ² K	26,9 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,67 W/m ² K	3,71 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,08 W/m ² K	1,96 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,215 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

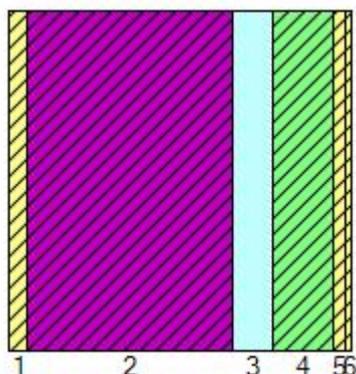
	Rischio condensa	Rischio formazione muffe
Mese critico	gennaio	novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento		4,66 m ² K/W
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Verifica superata

Struttura 30: T1d_1200

Descrizione struttura



1	INT	CALCEPIASCO- termointonaco in calce
2	VAR	TERRAPAGLIA 1200
3	INA	Camera non ventilata
4	ISO	CORKPAN-pannello in sughero
5	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
6	INT	GEOSANA-intonaco fine in argilla

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,030	400,0	0,085	1500,0	5,3	12,0	0,35	0,16	0,142
2	0,340	1200,0	0,470	1050,0	7,0	408,0	0,72	2,38	0,373
3	0,065	1,0	0,355	1004,2	1,0	0,1	0,18	0,07	0,000
4	0,100	110,0	0,039	1900,0	20,0	11,0	2,56	2,00	0,187
5	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
6	0,010	2000,0	1,100	1000,0	7,5	20,0	0,01	0,08	0,550
							0,13		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,565 m
Massa superficiale	487,1 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	419,1 kg/m ²
Resistenza	4,03 m ² K/W
Trasmittanza U	0,25 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,00 W/m ² K	0,00 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,02	0,02
Sfasamento	20h 21'	20h 22'
Capacità interna	50,3 kJ/m ² K	50,9 kJ/m ² K
Capacità esterna	30,7 kJ/m ² K	28,6 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,67 W/m ² K	3,70 W/m ² K
Ammettenza esterna	2,23 W/m ² K	2,09 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,248 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,26 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,28 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	12,0	1152	82,1	20,0	1535	65,7
novembre	6,5	901	93,1	20,0	1480	63,3
dicembre	2,4	637	88,0	20,0	1363	58,3
gennaio	0,9	543	83,5	20,0	1322	56,6
febbraio	2,8	601	80,7	20,0	1313	56,2
marzo	8,0	866	80,8	20,0	1392	59,6
aprile	11,7	911	66,4	20,0	1307	55,9
maggio	17,7	1324	65,4	18,0	1505	73,0
giugno	21,8	1579	60,3	21,8	1679	64,1
luglio	23,3	1548	54,0	23,3	1648	57,5
agosto	22,3	1958	72,8	22,3	2058	76,6
settembre	18,8	1620	74,5	18,8	1761	81,0

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

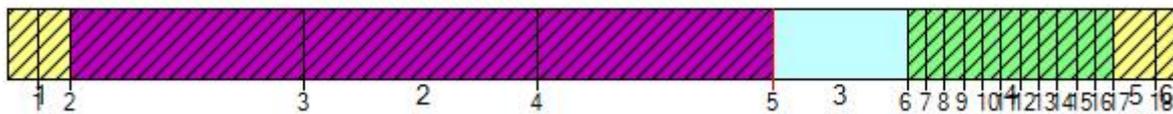
Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	13,4	0,171	16,9	0,606
novembre	12,8	0,469	16,3	0,725
dicembre	11,6	0,522	15,0	0,716
gennaio	11,1	0,535	14,5	0,713
febbraio	11,0	0,478	14,4	0,676
marzo	11,9	0,326	15,3	0,611
aprile	10,9	-0,087	14,3	0,321

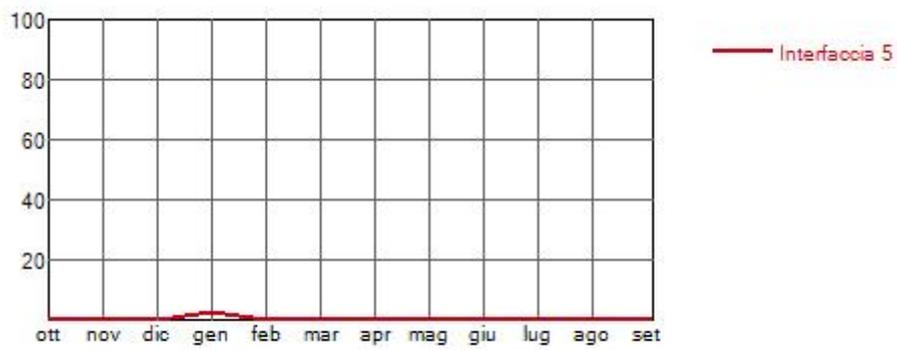
Mese critico	Rischio condensa gennaio	Rischio formazione muffe novembre
Fattore di temperatura	0,535	0,725
Resistenza minima accettabile	0,54 m ² K/W	0,91 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	4,03 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



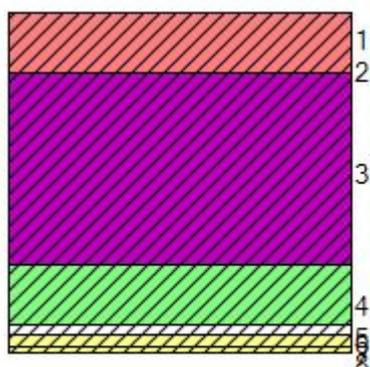
Mese	Interfaccia 5	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0
gennaio	2,6	2,6
febbraio	-24,2	0,0
marzo	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 31: T2a_800

Descrizione struttura



1	ROC	LECA PIU'-argilla espansa a basso assorbimento
2	IMP	Membrana impermeabilizzante bituminosa
3	VAR	TERRAPAGLIA 800
4	ISO	ISOCELL- fibra di cellulosa (sfusa)
5	IMP	DB+ NaturaliaBau - Freno al vapore igrovariabile e barriera all'aria con armatura in cellulosa naturale e riciclata
6	LAS	KNAUF-pannelli in gessofibra
7	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
8	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,100	320,0	0,090	1000,0	2,0	32,0	1,11	0,20	0,281
2	0,001	1200,0	0,170	1000,0	50000,0	1,2	0,01	50,00	0,142
3	0,315	800,0	0,250	1100,0	7,0	252,0	1,26	2,21	0,284
4	0,100	51,5	0,035	2100,0	3,0	5,2	2,88	0,30	0,321
5	0,002	950,0	0,130	2100,0	10000,0	2,2	0,02	23,00	0,065
6	0,015	110,0	0,030	1100,0	21,0	1,7	0,50	0,32	0,248
7	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
8	0,010	1800,0	0,900	1000,0	7,5	18,0	0,01	0,08	0,500
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduttività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,563 m
Massa superficiale	348,2 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	294,2 kg/m ²
Resistenza	5,95 m ² K/W
Trasmittanza U	0,17 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,00 W/m ² K	0,00 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,01	0,01
Sfasamento	22h 30'	23h 17'

Capacità interna	52,4 kJ/m ² K	46,1 kJ/m ² K
Capacità esterna	17,9 kJ/m ² K	17,3 kJ/m ² K
Ammetenza interna	3,81 W/m ² K	3,35 W/m ² K
Ammetenza esterna	1,31 W/m ² K	1,26 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,168 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,22 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,24 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	10,0	1008	82,1	20,0	1463	62,6
novembre	4,5	784	93,1	20,0	1434	61,4
dicembre	0,4	552	88,0	20,0	1349	57,7
gennaio	-1,1	464	83,5	20,0	1274	54,5
febbraio	0,8	521	80,7	20,0	1304	55,8
marzo	6,0	755	80,8	20,0	1352	57,9
aprile	9,7	797	66,4	20,0	1264	54,1
maggio	15,7	1166	65,4	18,0	1418	68,7
giugno	19,8	1397	60,3	21,8	1502	57,4
luglio	21,3	1371	54,0	23,3	1471	51,3
agosto	20,3	1732	72,8	22,3	1832	68,2
settembre	16,8	1429	74,5	18,8	1641	75,4

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	12,6	0,263	16,1	0,609
novembre	12,3	0,506	15,8	0,728
dicembre	11,4	0,563	14,8	0,737
gennaio	10,6	0,553	14,0	0,714
febbraio	10,9	0,527	14,3	0,704
marzo	11,5	0,390	14,9	0,634
aprile	10,4	0,075	13,8	0,403

Mese critico	Rischio condensa dicembre	Rischio formazione muffe dicembre
Fattore di temperatura	0,563	0,737
Resistenza minima accettabile	0,57 m ² K/W	0,95 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	5,95 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



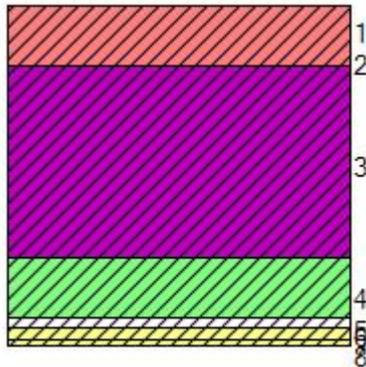
Mese	Interfaccia 6	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	4,9	4,9
dicembre	7,4	12,3
gennaio	7,0	19,4
febbraio	5,1	24,5
marzo	0,7	25,1
aprile	-7,6	17,6
maggio	-14,7	2,9
giugno	-25,6	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 32: T2a_1200

Descrizione struttura



1	ROC	LECA PIU'-argilla espansa a basso assorbimento
2	IMP	Membrana impermeabilizzante bituminosa
3	VAR	TERRAPAGLIA 1200
4	ISO	ISOCELL- fibra di cellulosa (sfusa)
5	IMP	DB+ NaturaliaBau - Freno al vapore igrovariabile e barriera all'aria con armatura in cellulosa naturale e riciclata
6	LAS	KNAUF-pannelli in gessofibra
7	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
8	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,100	320,0	0,090	1000,0	2,0	32,0	1,11	0,20	0,281
2	0,001	1200,0	0,170	1000,0	50000,0	1,2	0,01	50,00	0,142
3	0,315	1200,0	0,470	1050,0	7,0	378,0	0,67	2,21	0,373
4	0,100	51,5	0,035	2100,0	3,0	5,2	2,88	0,30	0,321
5	0,002	950,0	0,130	2100,0	10000,0	2,2	0,02	23,00	0,065
6	0,015	110,0	0,030	1100,0	21,0	1,7	0,50	0,32	0,248
7	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
8	0,010	1800,0	0,900	1000,0	7,5	18,0	0,01	0,08	0,500
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,563 m
Massa superficiale	474,2 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	420,2 kg/m ²
Resistenza	5,36 m ² K/W
Trasmittanza U	0,19 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,00 W/m ² K	0,00 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,01	0,01
Sfasamento	20h 49'	21h 35'

Capacità interna	52,4 kJ/m ² K	46,1 kJ/m ² K
Capacità esterna	17,5 kJ/m ² K	16,9 kJ/m ² K
Ammetenza interna	3,81 W/m ² K	3,35 W/m ² K
Ammetenza esterna	1,28 W/m ² K	1,23 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,187 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,22 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,24 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	10,0	1008	82,1	20,0	1463	62,6
novembre	4,5	784	93,1	20,0	1434	61,4
dicembre	0,4	552	88,0	20,0	1349	57,7
gennaio	-1,1	464	83,5	20,0	1274	54,5
febbraio	0,8	521	80,7	20,0	1304	55,8
marzo	6,0	755	80,8	20,0	1352	57,9
aprile	9,7	797	66,4	20,0	1264	54,1
maggio	15,7	1166	65,4	18,0	1418	68,7
giugno	19,8	1397	60,3	21,8	1502	57,4
luglio	21,3	1371	54,0	23,3	1471	51,3
agosto	20,3	1732	72,8	22,3	1832	68,2
settembre	16,8	1429	74,5	18,8	1641	75,4

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

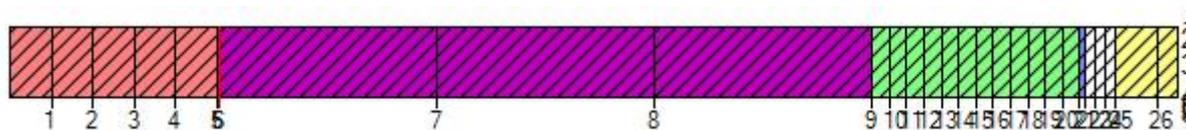
Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	12,6	0,263	16,1	0,609
novembre	12,3	0,506	15,8	0,728
dicembre	11,4	0,563	14,8	0,737
gennaio	10,6	0,553	14,0	0,714
febbraio	10,9	0,527	14,3	0,704
marzo	11,5	0,390	14,9	0,634
aprile	10,4	0,075	13,8	0,403

Mese critico	Rischio condensa dicembre	Rischio formazione muffe dicembre
Fattore di temperatura	0,563	0,737
Resistenza minima accettabile	0,57 m ² K/W	0,95 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	5,36 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



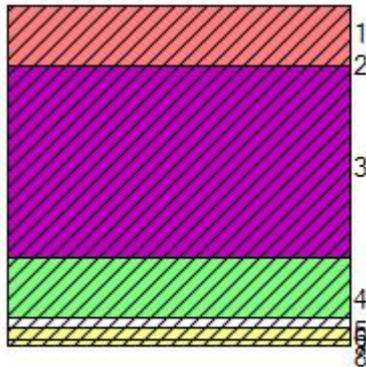
Mese	Interfaccia 6	
	Condensa prodotta nel mese [g/m²]	Condensa accumulata [g/m²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	4,3	4,3
dicembre	6,7	10,9
gennaio	6,3	17,3
febbraio	4,5	21,7
marzo	0,0	21,7
aprile	-8,1	13,6
maggio	-14,9	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 33: T2b_800

Descrizione struttura



1	ROC	LECA PIU'-argilla espansa a basso assorbimento
2	IMP	Membrana impermeabilizzante bituminosa
3	VAR	TERRAPAGLIA 800
4	ISO	Fibra di legno sfusa_Fibertherm zell_Betonwood
5	IMP	DB+ NaturaliaBau - Freno al vapore igrovariabile e barriera all'aria con armatura in cellulosa naturale e riciclata
6	LAS	KNAUF-pannelli in gessofibra
7	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
8	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,100	320,0	0,090	1000,0	2,0	32,0	1,11	0,20	0,281
2	0,001	1200,0	0,170	1000,0	50000,0	1,2	0,01	50,00	0,142
3	0,315	800,0	0,250	1100,0	7,0	252,0	1,26	2,21	0,284
4	0,100	40,0	0,038	2100,0	1,5	4,0	2,63	0,15	0,452
5	0,002	950,0	0,130	2100,0	10000,0	2,2	0,02	23,00	0,065
6	0,015	110,0	0,030	1100,0	21,0	1,7	0,50	0,32	0,248
7	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
8	0,010	1800,0	0,900	1000,0	7,5	18,0	0,01	0,08	0,500
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,563 m
Massa superficiale	347,0 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	293,0 kg/m ²
Resistenza	5,70 m ² K/W
Trasmittanza U	0,18 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,00 W/m ² K	0,00 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,01	0,01
Sfasamento	21h 58'	22h 44'

Capacità interna	52,2 kJ/m ² K	45,9 kJ/m ² K
Capacità esterna	17,9 kJ/m ² K	17,3 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,80 W/m ² K	3,34 W/m ² K
Ammettenza esterna	1,31 W/m ² K	1,26 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,175 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,22 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,24 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	10,0	1008	82,1	20,0	1463	62,6
novembre	4,5	784	93,1	20,0	1434	61,4
dicembre	0,4	552	88,0	20,0	1349	57,7
gennaio	-1,1	464	83,5	20,0	1274	54,5
febbraio	0,8	521	80,7	20,0	1304	55,8
marzo	6,0	755	80,8	20,0	1352	57,9
aprile	9,7	797	66,4	20,0	1264	54,1
maggio	15,7	1166	65,4	18,0	1418	68,7
giugno	19,8	1397	60,3	21,8	1502	57,4
luglio	21,3	1371	54,0	23,3	1471	51,3
agosto	20,3	1732	72,8	22,3	1832	68,2
settembre	16,8	1429	74,5	18,8	1641	75,4

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

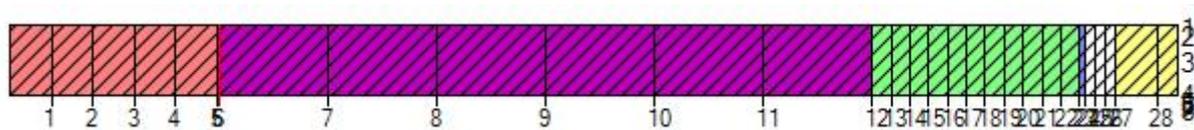
Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	12,6	0,263	16,1	0,609
novembre	12,3	0,506	15,8	0,728
dicembre	11,4	0,563	14,8	0,737
gennaio	10,6	0,553	14,0	0,714
febbraio	10,9	0,527	14,3	0,704
marzo	11,5	0,390	14,9	0,634
aprile	10,4	0,075	13,8	0,403

Mese critico	Rischio condensa dicembre	Rischio formazione muffe dicembre
Fattore di temperatura	0,563	0,737
Resistenza minima accettabile	0,57 m ² K/W	0,95 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	5,70 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



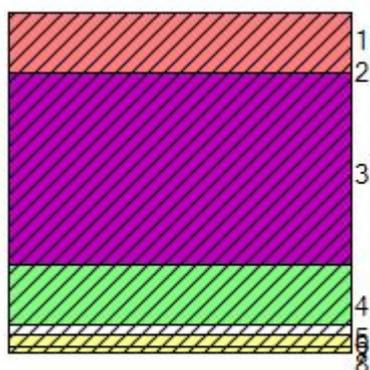
Mese	Interfaccia 6	
	Condensa prodotta nel mese [g/m ²]	Condensa accumulata [g/m ²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	4,7	4,7
dicembre	7,2	11,9
gennaio	6,8	18,7
febbraio	4,9	23,6
marzo	0,4	24,0
aprile	-7,8	16,2
maggio	-14,8	1,4
giugno	-25,8	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Struttura 34: T2b_1200

Descrizione struttura



1	ROC	LECA PIU'-argilla espansa a basso assorbimento
2	IMP	Membrana impermeabilizzante bituminosa
3	VAR	TERRAPAGLIA 1200
4	ISO	Fibra di legno sfusa_Fibertherm zell_Betonwood
5	IMP	DB+ NaturaliaBau - Freno al vapore igrovariabile e barriera all'aria con armatura in cellulosa naturale e riciclata
6	LAS	KNAUF-pannelli in gessofibra
7	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia
8	INT	GEOSANA-intonaco rustico in argilla, terra e fibre di paglia

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0,04		
1	0,100	320,0	0,090	1000,0	2,0	32,0	1,11	0,20	0,281
2	0,001	1200,0	0,170	1000,0	50000,0	1,2	0,01	50,00	0,142
3	0,315	1200,0	0,470	1050,0	7,0	378,0	0,67	2,21	0,373
4	0,100	40,0	0,038	2100,0	1,5	4,0	2,63	0,15	0,452
5	0,002	950,0	0,130	2100,0	10000,0	2,2	0,02	23,00	0,065
6	0,015	110,0	0,030	1100,0	21,0	1,7	0,50	0,32	0,248
7	0,020	1800,0	0,900	1000,0	7,5	36,0	0,02	0,15	0,500
8	0,010	1800,0	0,900	1000,0	7,5	18,0	0,01	0,08	0,500
							0,10		

Elenco simboli

s	Spessore
ρ	Densità
λ	Conduktività
c	Calore specifico
μ	Fattore di resistenza al vapore
M _s	Massa superficiale
R	Resistenza termica
S _D	Spessore equivalente d'aria
a	Diffusività

Parametri stazionari

Spessore totale	0,563 m
Massa superficiale	473,0 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	419,0 kg/m ²
Resistenza	5,11 m ² K/W
Trasmittanza U	0,20 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,00 W/m ² K	0,00 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0,01	0,01
Sfasamento	20h 17'	21h 3'

Capacità interna	52,1 kJ/m ² K	45,9 kJ/m ² K
Capacità esterna	17,5 kJ/m ² K	16,9 kJ/m ² K
Ammettenza interna	3,79 W/m ² K	3,34 W/m ² K
Ammettenza esterna	1,28 W/m ² K	1,23 W/m ² K

Verifica trasmittanza

Provincia TORINO
Comune Grugliasco
Gradi giorno 2717
Zona E

Verifica invernale

Trasmittanza **0,196 W/m²K**

Trasmittanza di riferimento per edifici nuovi, demolizioni e ricostruzioni, ampliamenti di edifici esistenti o ristrutturazioni importanti di 1° liv. (DM 26/06/15)
Valore utile per valutare il singolo pacchetto stratigrafico; è necessaria tuttavia la valutazione delle prestazioni energetiche complessive dell'intervento in relazione all'edificio di riferimento secondo DM 26/06/15.

0,22 W/m²K



Trasmittanza limite per riqualificazioni energetiche o ristrutturazioni importanti di 2° liv. (DM 26/06/15)

0,24 W/m²K



(*) La verifica deve essere eseguita includendo l'incidenza dei ponti termici sulla stratigrafia.

Verifica estiva

Irradianza media del mese di massima insolazione 278,1 W/m² < 290 W/m²

Verifica inerziale non richiesta

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Umidità relativa esterna [%]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]
ottobre	10,0	1008	82,1	20,0	1463	62,6
novembre	4,5	784	93,1	20,0	1434	61,4
dicembre	0,4	552	88,0	20,0	1349	57,7
gennaio	-1,1	464	83,5	20,0	1274	54,5
febbraio	0,8	521	80,7	20,0	1304	55,8
marzo	6,0	755	80,8	20,0	1352	57,9
aprile	9,7	797	66,4	20,0	1264	54,1
maggio	15,7	1166	65,4	18,0	1418	68,7
giugno	19,8	1397	60,3	21,8	1502	57,4
luglio	21,3	1371	54,0	23,3	1471	51,3
agosto	20,3	1732	72,8	22,3	1832	68,2
settembre	16,8	1429	74,5	18,8	1641	75,4

Verifica del rischio di formazione di muffe superficiali

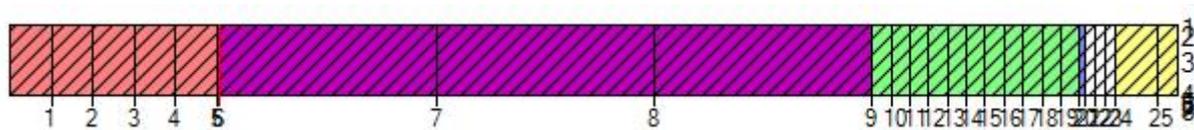
Fattore di temperatura

Mese	Rischio condensa		Rischio formazione muffe	
	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	12,6	0,263	16,1	0,609
novembre	12,3	0,506	15,8	0,728
dicembre	11,4	0,563	14,8	0,737
gennaio	10,6	0,553	14,0	0,714
febbraio	10,9	0,527	14,3	0,704
marzo	11,5	0,390	14,9	0,634
aprile	10,4	0,075	13,8	0,403

Mese critico	Rischio condensa dicembre	Rischio formazione muffe dicembre
Fattore di temperatura	0,563	0,737
Resistenza minima accettabile	0,57 m ² K/W	0,95 m ² K/W
Resistenza dell'elemento	5,11 m ² K/W	
Verifica superata		

Verifica della condensa interstiziale

Condensa accumulata



Mese	Interfaccia 6	
	Condensa prodotta nel mese [g/m²]	Condensa accumulata [g/m²]
ottobre	0,0	0,0
novembre	4,0	4,0
dicembre	6,4	10,3
gennaio	6,0	16,3
febbraio	4,2	20,5
marzo	-0,3	20,2
aprile	-8,4	11,8
maggio	-15,0	0,0
giugno	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0



**Condensa presente ma entro i limiti.
Verifica superata (secondo FAQ ministeriale 3.11 di dicembre 2018).**

Note legali

Limiti di responsabilità

L'uso del presente Software e dei relativi risultati ottenuti sono di esclusiva competenza e responsabilità dell'Utente.

ROCKWOOL si impegna a mantenere accurati i dati inseriti nel Software, e, le informazioni fornite possono presentare inaccurately tecniche o errori tipografici. essendo i dati e le informazioni soggetti a modifiche e aggiornamenti periodici, essi sono forniti senza alcuna garanzia, implicita o esplicita, di qualsiasi tipo.