



CAPITOLO V - PROGETTAZIONE DEGLI ELEMENTI TECNOLOGICI

1. INTRODUZIONE

Uno dei vantaggi principali del metodo costruttivo cosiddetto Struttura/Rivestimento è insito nella possibilità di realizzare le soluzioni tecnologiche come solai, pareti e coperture, mediante una successione ordinata e logica di strati di materiali prefabbricati ai quali sono assegnati dei requisiti connotanti e ciascuno dei quali assolve un compito predefinito. E' quindi possibile definire la successione di tali strati di materiali e sottoporli ad un dimensionamento al fine di verificare, per ciascun requisito che la soluzione tecnologica deve soddisfare, un livello prefissato di prestazione.

2. METAPROGETTAZIONE DELLE SOLUZIONI TECNOLOGICHE

A. ANALISI DI ESIGENZE, REQUISITI E PRESTAZIONI AMBIENTALI

ESIGENZA AMBIENTALE	REQUISITO AMBIENTALE	PRESTAZIONE AMBIENTALE
Benessere acustico	Controllo rumorosità ambientale	Controllo del livello sonoro
		Controllo del tempo di riverberazione
Benessere igrotermico invernale	Controllo igrometria ambientale invernale	Controllo ricambi d'aria
		Controllo volano idrometrico
	Controllo stati termici ambientali stazionari	Controllo temperatura operante
		Controllo determinazione asimmetrica radiativa
		Controllo determinazione conduttiva
Controllo velocità di raffreddamento e riscaldamento degli ambienti	Controllo temperatura aria	
Benessere igrotermico estivo	Controllo surriscaldamento organismo edilizio	Controllo fattore d'inerzia
		Controllo fattore solare globale
	Controllo igrometria ambientale estiva	Controllo asimmetria radiativa
		Controllo umidità relativa dell'aria
		Controllo temperatura dell'aria
		Controllo velocità dell'aria
		Controllo ricambi d'aria
Benessere luminoso	Controllo luminosità ambientale	Controllo fattore di luce diurna (illuminamento planare)
		Controllo illuminamento scalare
		Controllo illuminamento vettoriale
		Controllo rapporto ill. vettoriale/ ill. scalare
		Controllo rapporto ill. vettoriale/ ill. scalare
Mantenimento dell'aspetto voluto e delle prestazioni nel tempo	Controllo apporti di umidità verso strati sensibili	Controllo indice di abbagliamento
		Controllo della condensazione interstiziale
		Controllo della condensazione superficiale



	Controllo apporti di acqua verso strati sensibili	Controllo della tenuta all'acqua
		Controllo della tenuta all'acqua
		Controllo della risalita capillare di acqua dal terreno
		Controllo resistenza all'acqua d'uso
Igiene igrometrica	Controllo apporti di umidità verso strati sensibili	Controllo della condensazione interstiziale
		Controllo della condensazione superficiale
		Controllo della tenuta all'acqua

Tabella 1. Analisi di esigenze, requisiti e prestazioni ambientali

B. DALLE PRESTAZIONI AMBIENTALI A QUELLE TECNOLOGICHE

I. BENESSERE ACUSTICO

PRESTAZIONE AMBIENTALE	SUBSISTEMI TECNOLOGICI COINVOLTI	PRESTAZIONE TECNOLOGICA
Controllo del livello sonoro	Chiusure verticali Partizioni interne verticali	Controllo potere fonoisolante
		Controllo isolamento acustico ai rumori aerei
Controllo del tempo di riverberazione	Partizioni interne orizzontali	Controllo isolamento acustico ai rumori d'urto

Tabella 2. Prestazioni tecnologiche per il benessere acustico

II. BENESSERE IGROTERMICO INVERNALE

PRESTAZIONE AMBIENTALE	SUBSISTEMI TECNOLOGICI COINVOLTI	PRESTAZIONE TECNOLOGICA
Controllo ricambi d'aria	Chiusure	Controllo portata d'aria
Controllo volano igrometrico	Chiusure Partizioni	Controllo accumulo e cessione igrometrica (aria e materiale)
Controllo temperatura operante	Chiusure Partizioni	Controllo temperatura superficiale
Controllo determinazione asimmetrica radiativa	Chiusure Partizioni	Controllo temperatura superficiale
Controllo determinazione conduttiva	Chiusure Partizioni	Controllo temperatura superficiale
		Controllo diffusività termica
Controllo temperatura aria	Chiusure Partizioni	Controllo massa efficace di accumulo e cessione termica
Controllo fattore d'inerzia	Chiusure Partizioni	Controllo massa efficace di accumulo e cessione termica

Tabella 3. Prestazioni tecnologiche per il benessere igrotermico invernale

III. BENESSERE IGROTERMICO ESTIVO

PRESTAZIONE AMBIENTALE	SUBSISTEMI TECNOLOGICI COINVOLTI	PRESTAZIONE TECNOLOGICA
Controllo fattore d'inerzia	Chiusure Partizioni	Controllo massa efficace di accumulo e cessione termica
Controllo fattore solare globale	Chiusure Partizioni	Controllo fattore solare infissi Controllo inerzia termica estiva (sfasamento, fattore di riduzione)



Controllo asimmetria radiativa	Chiusure Partizioni	Controllo inerzia termica estiva (sfasamento, fattore di riduzione)
Controllo umidità relativa dell'aria		
Controllo temperatura dell'aria		
Controllo velocità dell'aria		
Controllo ricambi d'aria		

Tabella 4. Prestazioni tecnologiche per il benessere igrotermico estivo

IV. BENESSERE LUMINOSO

PRESTAZIONE AMBIENTALE	SUBSISTEMI TECNOLOGICI COINVOLTI	PRESTAZIONE TECNOLOGICA
Controllo fattore di luce diurna (illuminamento planare)	Chiusure Partizioni	Controllo della luminanza
Controllo illuminamento scalare Controllo illuminamento vettoriale Controllo rapporto ill. vettoriale/ ill. scalare Controllo indice di abbagliamento	Infissi esterni verticali	Controllo fattore di trasparenza Controllo della regolabilità del flusso luminoso

Tabella 5. Prestazioni tecnologiche per il benessere luminoso

V. MANTENIMENTO DELL'ASPETTO VOLUTO E DELLE PRESTAZIONI NEL TEMPO

PRESTAZIONE AMBIENTALE	SUBSISTEMI TECNOLOGICI COINVOLTI	PRESTAZIONE TECNOLOGICA
Controllo apporti di umidità verso strati sensibili	Chiusure	Controllo della condensazione interstiziale Controllo della condensazione superficiale Controllo della tenuta all'acqua
Controllo apporti di acqua verso strati sensibili	Chiusure	Controllo della tenuta all'acqua Controllo della risalita capillare di acqua dal terreno
	Partizioni	Controllo della risalita capillare di acqua dal terreno Controllo resistenza all'acqua d'uso

Tabella 6. Prestazioni tecnologiche per il mantenimento dell'aspetto voluto e delle prestazioni nel tempo

VI. IGIENE IGROTERMICA

PRESTAZIONE AMBIENTALE	SUBSISTEMI TECNOLOGICI COINVOLTI	PRESTAZIONE TECNOLOGICA
Controllo apporti di umidità verso strati sensibili	Chiusure	Controllo della condensazione interstiziale Controllo della condensazione superficiale Controllo della tenuta all'acqua

Tabella 7. Prestazioni tecnologiche per l'igiene igrotermica



C. INDIVIDUAZIONE DEI REQUISITI DELLE UNITA' TECNOLOGICHE

REQUISITI CONNOTANTI	Chiusure verticali	Chiusure orizzontali	Solaio a terra	Solai interpiano	Partizioni verticali	Infissi esterni verticali	Strutture portanti
Affidabilità	•	•	•	•	•	•	•
Asetticità					•		
Assenza di emissione di sostanze nocive	•	•	•	•	•	•	•
Assorbimento acustico	•						
Assorbimento luminoso	•				•		
Attitudine all'integrazione impiantistica	•	•	•		•		
Attrezzabilità	•	•			•		
Contenimento della tossicità dei fumi	•	•	•	•	•		
Controllo del fattore solare	•	•				•	
Controllo del flusso luminoso	•	•				•	
Controllo dell'inerzia termica	•	•	•				•
Controllo della condensazione interstiziale	•	•	•				•
Controllo della condensazione superficiale	•	•	•				•
Controllo delle dispersioni di calore per trasmissione	•	•	•	•		•	
Controllo regolarità geometrica	•	•	•	•	•	•	•
Efficienza	•	•	•				•
Impermeabilità ai liquidi	•	•	•			•	•
Isolamento acustico ai rumori aerei	•	•			•		
Isolamento acustico ai rumori impattivi		•		•			
Isolamento elettrico	•				•		
Isolamento termico	•	•	•	•	•		
Reazione al fuoco	•	•	•	•	•	•	•
Regolarità finiture	•	•	•	•	•	•	•
Resistenza a temperatura e sbalzi di temperatura	•	•				•	
Resistenza agli agenti aggressivi	•	•	•	•	•	•	•
Resistenza agli attacchi	•	•	•	•	•	•	•



biologici							
Resistenza ai carichi sospesi	•			•	•		•
Resistenza al fuoco	•	•	•	•	•	•	•
Resistenza al gelo	•	•	•			•	•
Resistenza al punzonamento			•	•	•		
Resistenza al vento	•	•				•	
Resistenza all'acqua	•	•	•			•	
Resistenza all'irraggiamento	•	•				•	
Resistenza alle intrusioni e manomissioni	•	•				•	
Resistenza meccanica	•	•	•	•	•	•	•
Resistenza meccanica agli urti	•	•	•	•	•	•	•
Resistenza meccanica ai carichi dinamici	•	•	•	•	•		•
Resistenza meccanica ai carichi statici	•	•	•	•	•	•	•
Resistenza meccanica alle deformazioni	•	•	•	•	•	•	•
Stabilità morfologica	•	•	•	•		•	
Sostituibilità	•	•			•		
Tenuta all'acqua	•	•	•			•	•
Tenuta all'aria	•	•				•	•

Tabella 8. Individuazione dei requisiti delle unità tecnologiche

D. METAPROGETTAZIONE DELLE CHIUSURE VERTICALI OPACHE

Le finiture esterne o, rivestimenti di finitura del subsistema delle chiusure verticali esterne concorrono anch'esse determinarne il comportamento complessivo in vista del soddisfacimento delle seguenti esigenze, dal tempo zero al termine di una utile durabilità:

- esigenze di sicurezza
- esigenze di benessere igrotermico
- esigenza di purezza dell'aria
- esigenze acustiche
- esigenze di aspetto
- esigenze tattili
- esigenze di economia di energia
- esigenze di attrezzabilità
- esigenze di sicurezza per le fasi di messa in opera
- esigenze di durabilità
- esigenze di realizzazione e ripristino.

Per comprendere meglio il grado di riferimento normativo inerente all'individuazione di tali livelli di funzionalità si richiamano brevemente le notazioni di requisito e di prestazione. Si definiscono requisiti le richieste rivolte ad un particolare elemento tecnico o ad insieme di elementi, ad esempio i sistemi di finitura, di possedere caratteristiche di funzionamento tali da soddisfare determinate esigenze dell'utenza, quali sicurezza, benessere, ecc.

Queste caratteristiche sono funzionali e quindi indipendenti dai materiali con cui l'elemento tecnico è realizzato. Si definiscono invece prestazioni i comportamenti degli elementi tecnici all'atto del loro impiego che devono rispondere ai requisiti richiesti nel caso specifico.



I rivestimenti di finitura esterna partecipano direttamente alla definizione di gran parte delle prestazioni corrispondenti ai requisiti delle pareti perimetrali in particolar modo per gli aspetti legati al ruolo di protezione dagli agenti esterni del manufatto di chiusura da cui discendono l'insieme delle prestazioni. Una elencazione completa dei requisiti delle pareti perimetrali verticali è contenuta nella norma UNI 7959 di recente sostituita con il progetto di norma EDL 160.

Da un punto di vista tecnologico i rivestimenti devono rispondere a prestazioni specifiche che si riconnettono ai seguenti requisiti.

1. Stabilità

I rivestimenti di finitura esterna devono sopportare le sollecitazioni derivanti dal carico dovuto al peso proprio, a dilatazioni termiche, igrometriche, ad interazioni con il supporto, senza deformazioni tali da pregiudicare la stabilità, la sicurezza, la funzionalità nel tempo del manufatto. Il requisito si riconnette principalmente alla funzionalità dei dispositivi o degli strati di collegamento al supporto presenti nel sistema di rivestimento e quindi alla compatibilità meccanica del rivestimento con il supporto. Eventuali cedimenti e deformazioni dovranno venire compensati dai sistemi di giunzione e connessione al supporto.

I rivestimenti integratamente al supporto devono inoltre sopportare le sollecitazioni derivanti dalla pressione e/o depressione d'aria dovuta al vento, senza che si producano sfondamenti o deformazioni permanenti degli strati costituenti i rivestimenti stessi.

2. Resistenza agli urti

I rivestimenti devono sopportare le sollecitazioni derivanti da urti che possono prodursi nel corso dell'uso.

A seconda della localizzazione dei manufatti nell'edificio, ed in relazione quindi alla maggiore o minore propensione al verificarsi di urti accidentali, può essere richiesta l'integrazione di strati aggiuntivi di ripartizione dei carichi o un addensamento dei dispositivi di vincolo.

3. Resistenza al fuoco

I rivestimenti non devono agire come elementi di propagazione di un incendio, per esempio da un piano all'altro. Particolare attenzione va data alla progettazione dei sistemi ad intercapedine ventilata, per la possibilità di propagazione del fuoco incontrollato, favorita dall'effetto camino presente nello strato di ventilazione prevedendo apposite barriere di intercettazione.

4. Reazione al fuoco

Insieme delle proprietà dei materiali costituenti i rivestimenti, viste in relazione alla nascita ed allo sviluppo di un incendio.

5. Azione dei fumi sull'organismo umano

Prevedere eventuali azioni dei prodotti di combustione dei materiali costituenti i rivestimenti sul sistema respiratorio, gli occhi e la pelle.

6. Sicurezza alle intrusioni

I rivestimenti possono contribuire alla resistenza ai tentativi di intrusione dall'esterno. Risultano interessanti in particolare la conformazione e dimensione dei giunti e l'accessibilità ad organi di fissaggio di elementi o strati del rivestimento.

7. Sicurezza ai fenomeni elettrici

Capacità o attitudine dei rivestimenti di controllare gli effetti di fenomeni elettrici ed elettromagnetici sulle pareti verticali esterne di un edificio. In particolare gli elementi di collegamento metallici devono essere concepiti e posti in opera in modo da:

a) consentire la scarica diretta, il passaggio di corrente e la sua dispersione nel terreno senza che si producano danni.



b) impedire per quanto possibile durante il passaggio della corrente e la sua dispersione nel terreno, il verificarsi di scariche laterali, suscettibili di provocare incendi e/o proiezioni di materiali.

Tali capacità, dovranno essere mantenute nel tempo per una durata non inferiore a quella del rivestimento.

8. Permeabilità all'aria

I rivestimenti in taluni casi devono contribuire ad impedire un dispersione di calore eccessiva dovuta al flusso d'aria che complessivamente attraversa la parte perimetrale verticale, permettendo al contempo una certa ventilazione. Risultano particolarmente interessati al requisito gli strati di tenuta all'aria ove presenti, gli strati di barriera al vapore, gli strati di finitura esterna quando di tipo continuo.

9. Tenuta all'acqua

Assenza di penetrazioni d'acqua attraverso il rivestimento di facciata che producono alterazioni nel comportamento e nella funzionalità di altre stratificazioni componenti il supporto, in relazione alle prestazioni fornite per tutti gli altri requisiti. Risultano particolarmente interessati, oltre al supporto e agli strati di tenuta veri e propri, gli strati di protezione e finitura esterna.

10. Isolamento termico

I rivestimenti devono contribuire all'isolamento termico di una parete assieme alle altre stratificazioni costituenti la parete stessa, resistendo al passaggio del calore e, limitando le dispersioni di energia di riscaldamento.

11. Controllo della condensazione interstiziale

Tale requisito è espresso dal comportamento complessivo della chiusura nei confronti delle condensazioni di vapore d'acqua. Il requisito tende di fatto ad interessare la sommatoria di tutti gli strati e quindi anche il rivestimento esterno. In particolare deve venire verificata la continuità dello strato di barriera al vapore e la situazione di tensione di vapore soprattutto in corrispondenza del salto termico nello spessore dello strato di isolamento termico riferendosi alle temperature di esercizio più sfavorevoli. Nelle pareti in cui non è presente uno strato di tenuta al vapore, occorre porre l'attenzione progettuale sui dispositivi di ancoraggio e sospensione del rivestimento specie se questi risultano passanti attraverso lo strato di isolamento termico, affinché non vengano interessati da fenomeni di condensazione locali.

12. Controllo dell'emissione di odori da parte dei materiali

Attitudine dei materiali componenti un rivestimento a non emettere odori sgradevoli o dannosi. Il requisito interessa prevalentemente gli strati di finitura collocati a diretto contatto o prossimi all'ambiente atmosferico interno.

13. Non emissione di gas, polveri, radiazioni nocive

Attitudine dei materiali componenti il rivestimento a non emettere gas, polveri e radiazioni nocive. Il requisito tende di fatto ad interessare gli strati costituenti una parete di chiusura.

14. Isolamento dai rumori aerei esterni

Capacità dei rivestimenti, di isolare acusticamente gli ambienti interni dai rumori prodotti all'esterno. Il requisito interessa anche tutti gli altri strati di una parete di chiusura.

15. Isolamento laterale o verticale dai rumori interni

Capacità dei rivestimenti o dei componenti che li costituiscono di attenuare la propagazione, attraverso la facciata stessa, dei rumori prodotti da un locale a quello contiguo.

16. Comportamento acustico nei confronti della pioggia e della grandine

Capacità dei rivestimenti di prevenire verso l'interno i rumori generati dalla pioggia o dalla grandine sugli strati stessi che li compongono. Il fenomeno dipende dallo smorzamento



interno del materiale ed interessa soprattutto i sistemi costituiti da elementi o strati leggeri esterni aventi collegamenti rigidi con elementi appartenenti a strati interni. Risultano inoltre interessati quegli elementi degli strati di rivestimento e protezione esterni fuoriuscenti rispetto al piano della parete perimetrale verticale.

17. Comportamento acustico nei confronti del vento, delle variazioni di temperatura e dell'umidità

Capacità e attitudine dei rivestimenti e degli strati o elementi che li costituiscono di prevenire verso l'interno i rumori diversi generati dal vento (sibili, vibrazioni, ecc.), dalla temperatura e dall'umidità (scricchiolii ecc.) sulla facciata stessa. Il fenomeno interessa soprattutto i sistemi costituiti da elementi o strati leggeri ovvero strati di tenuta e protezione esterni appesi costituiti da elementi prefabbricati. Per quanto attiene l'azione del vento sono inoltre particolarmente interessati gli strati di ventilazione in comunicazione diretta con l'esterno ed in generale tutti quei componenti di strati di protezione esterni che impediscano uno scorrimento regolare del flusso dell'aria lungo la parete perimetrale verticale.

18. Planarità

Rilevanza dei difetti di planarità di insieme e locale sulla faccia esterna del rivestimento. Sono interessati oltre le finiture esterne anche gli strati di supporto a cui questi risultano collegati.

19. Assenza di difetti superficiali

Rilevanza dei difetti superficiali visibili (macchie, gobbe, crateri, fessure, distacchi, ecc.) degli elementi o strati del rivestimento.

20. Omogeneità del colore

Limitazione delle differenze di colore tra due zone della superficie visibile dello stesso rivestimento o fra elementi componenti il rivestimento stesso.

21. Omogeneità di brillantezza

Limitazione delle differenze di brillantezza dovuta alla riflessione della radiazione solare tra due zone della superficie visibile dello stesso rivestimento o fra elementi componenti il rivestimento stesso.

22. Omogeneità di insudiciamento

Capacità e attitudine del rivestimento di limitare la localizzazione di macchiature dovute alla polluzione in corrispondenza di punti particolari della superficie esterna. Risulta particolarmente rilevante ai fini del soddisfacimento del requisito la geometria degli strati di rivestimento e la protezione dall'acqua meteorica.

23. Attrezzabilità

Il rivestimento deve essere conformato in modo da rendere semplice la collocazione, successiva alla sua posa in opera, di attrezzature impiantistiche prevedibili (tende, insegne, ecc.) senza interventi di demolizione locale, ma con semplici operazioni di montaggio.

24. Requisito di mantenimento delle prestazioni sotto l'effetto degli urti

Capacità o attitudine dei rivestimenti o di componenti che li costituiscono, di sopportare le sollecitazioni derivanti da urti che possono prodursi nel corso dell'uso, senza che intervengano perdite prestazionali sotto il profilo della planarità, del degrado delle superfici, della tenuta all'acqua, all'aria e comportamento acustico.

25. Requisito di mantenimento delle prestazioni sotto l'effetto della temperatura, dell'irraggiamento solare, dell'acqua piovana, del gelo e del disgelo

Capacità o attitudine dei rivestimenti o dei componenti che li costituiscono, di sopportare le sollecitazioni che possono prodursi sotto l'effetto della temperatura, dell'irraggiamento solare, dell'acqua piovana, del gelo e del disgelo, senza che intervengano perdite prestazionali sotto il profilo della planarità, del degrado delle superfici, della tenuta all'acqua e all'aria.



26. Requisito di mantenimento delle prestazioni sotto l'effetto delle nebbie, delle atmosfere industriali, dei venti di sabbia e polvere.

Capacità e attitudine dei rivestimenti o di componenti che le costituiscono di sopportare eventuali degradi derivanti dalla corrosione per effetto della nebbia o delle atmosfere industriali o dall'usura per effetto dei venti recanti sabbie o polvere, senza che intervengano perdite prestazionali sotto il profilo della tenuta all'aria e all'acqua.

27. Requisiti di accessibilità, ispezionabilità, riparabilità

Il sistema di chiusura e gli elementi integrati ad esso compresi i rivestimenti, devono essere strutturati in modo tale da rendere facile la loro realizzazione (costruzione, collocazione) la loro ispezione e gli interventi connessi con la loro manutenzione o sostituzione.

I. SCELTE PROGETTUALI

Chiusura verticale opaca 01 (CVO 01)

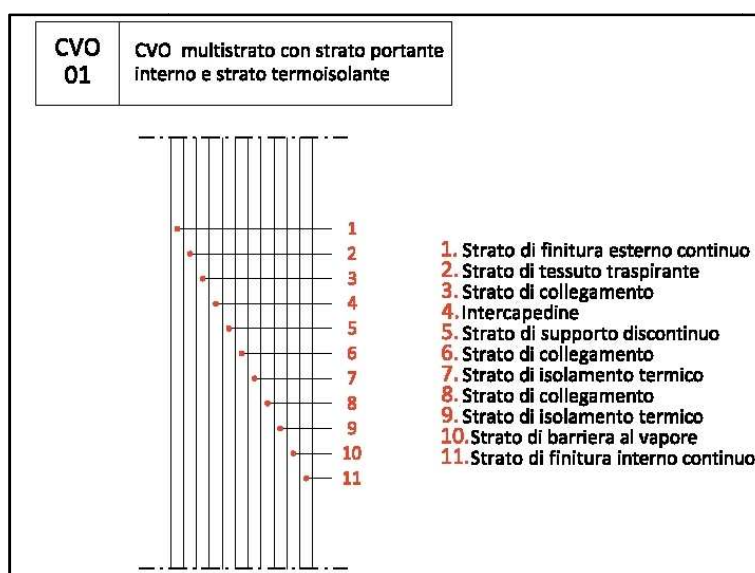


Figura 1. Soluzione adottata per la chiusura verticale opaca 01



Chiusura verticale opaca 02 (CVO 02)

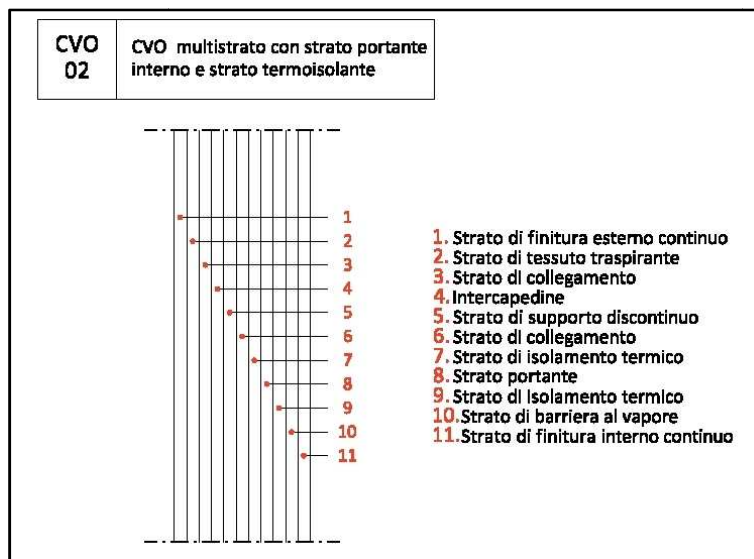


Figura 2. Soluzione adottata per la chiusura verticale opaca 02

Chiusura verticale opaca 03 (CVO 03)

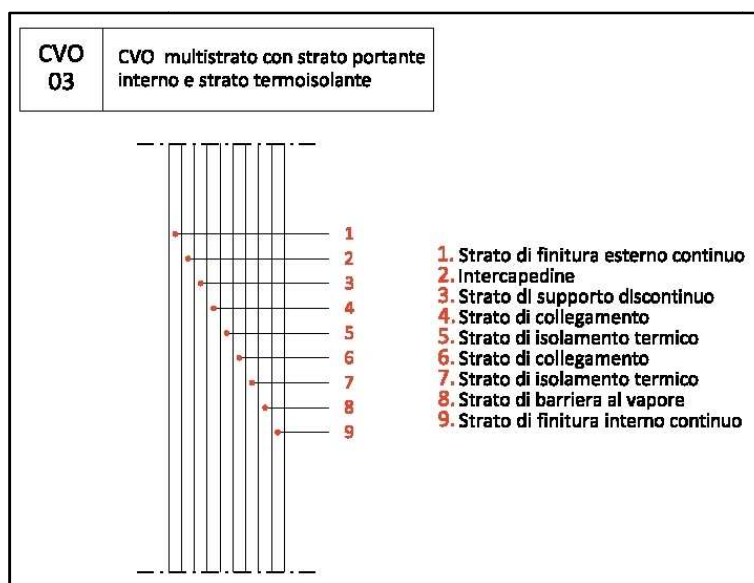


Figura 3. Soluzione adottata per la chiusura verticale opaca 03



Chiusura verticale opaca 04 (CVO 04)

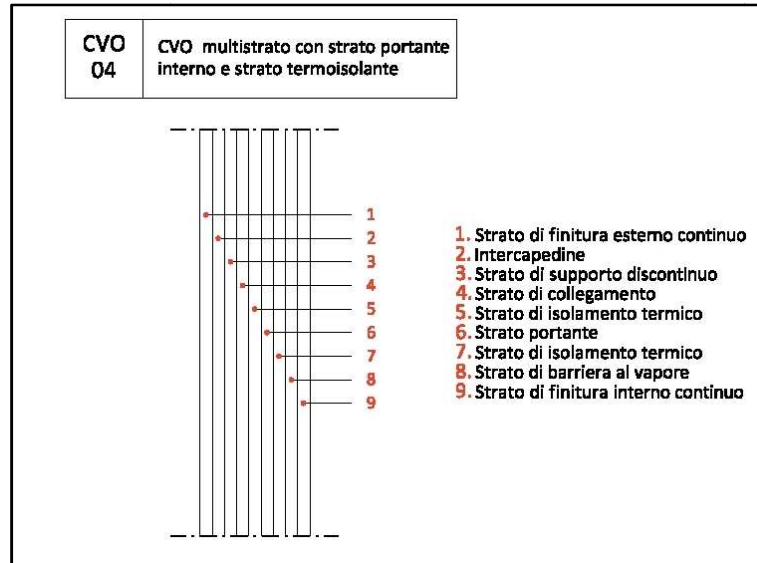


Figura 4. Soluzione adottata per la chiusura verticale opaca 04



II. ANALISI DEI REQUISITI

REQUISITI CONNOTANTI	PARAMETRO DI VALUTAZIONE	METODO DI CONTROLLO	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
Affidabilità		Valutazione della capacità di mantenere sensibilmente invariata nel tempo la qualità del subsistema	
Assenza di emissione di sostanze nocive		Valutazione dell'attitudine a non produrre o rimettere sostanze tossiche	ASHRAE 62-1981 CEE 477 del 19/9/1983 D.P.R. 215 del 24/5/1988 C.M. Sanità 57 del 22/6/1983 C.M. Sanità 45 del 10/7/1986 NFX 10702 DIN 50055
Assorbimento acustico	Coefficiente di assorbimento acustico		D.M. 18/12/1975 Legge 447 UNI EN ISO 140-7 UNI EN ISO 140-5 UNI 8438 UNI EN ISO 717-1 UNI EN ISO 140-3,1,4 UNI 8270 Lombardia NTR ER EN 20717 EN 12354 EN 20140 EN 3022 DPCM 14.11.97 DPCM 5.12.97 Circolare 3150 del Ministero LL.PP.1967
Attitudine all'integrazione impiantistica		Valutazione della possibilità di inserimenti impiantistici accostati, fissati o incorporati	
Attrezzabilità	Resistenza	Calcolo della capacità di sopportare carichi sospesi, fissaggio e appoggio di attrezzature	UNI 8326 D.M. 27/07/1985
Contenimento della tossicità dei fumi	Classe di contenimento della tossicità	Valutazione della capacità di limitare la produzione o l'effetto dei prodotti di combustione dei materiali	D.M. 26/06/1984 D.M. 1/02/1986
Controllo dell'inerzia termica	Massa efficace Me	Verifica del valore (indicativo) della massa	UNI 7357 Legge 373/76



		efficace Me	CER 1983 CER 1984
Controllo della condensazione interstiziale	Pressione parziale di vapore	Modello di diffusione del vapore di Glaser	UNI 10350 Legge 373/76 D.P.R. 1052 del 28/6/1977 UNI 7357 UNI FA 83 UNI FA 101 UNI FA 264 UNI 8202/23 UNI 9233 EN 13788 DIN 4108 t.5
Controllo della condensazione superficiale	Temperatura superficiale interna	Verifica del valore della temperatura superficiale interna (>15°C)	D.M. 18/12/1975 UNI 7357 Legge 373/76
Controllo delle dispersioni di calore per trasmissione			
Controllo regolarità geometrica		Analisi della conformazione geometrica	UNI 8202/22 UNI 8273 UNI 7072 UNI 8298/5 UNI 8307 UNI 8743 UNI 8754 UNI 8898/2 UNI 8898/3 UNI EN 87 UNI EN 99 UNI EN 121 UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1 UNI EN 186/2 UNI EN 187/1 UNI EN 187/2 UNI EN 188 UNI FA 174 UNI ISO 175
Isolamento acustico ai rumori aerei	Potere fonoisolante		D.M. 18/12/1975 UNI 8270 EN 20717 EN 12354 EN 20140
Isolamento termico	Misura della termotrasmissione U	Valore medio della trasmittanza dell'intera	D.M. 18/12/1975 Legge 818/84



		parete nelle condizioni quanto più possibile prossime a quelle di impiego	UNI 7357 UNI 7891 UNI 7745 UNI 8804 UNI 9252 UNI FA 83 UNI FA 101 UNI FA 264 UNI FA 112 UNI FA 113 D.M. 30/7/1986 D.M. 10/3/1977 ASTM C 236 D.P.R. 1052 del 28/6/1977 Legge 373 del 30/4/1976
Reazione al fuoco	Classe di reazione al fuoco (0- 5)	Valutazione della reazione al fuoco dei materiali costituenti	D.M. 26/06/1984 D.M. 30/11/1983 D.M. 14/01/1985 D.M. 26/8/92 D.P.R. 30/6/95 D.M. 4/5/98 UNI 8456 UNI 8457 UNI 9174 UNI 9177 UNI ISO 1182
Regolarità finiture		Controllo della regolarità geometrica dei materiali di finitura superficiale	UNI 2623 UNI 2624 UNI 2625 UNI 2626 UNI 4373 UNI 4374 UNI 7071 UNI 7072 UNI 7823 UNI 8272/1 UNI 8272/2 UNI 8273 UNI 8754 UNI 8813 UNI 8941/1 UNI 8941/2 UNI 8941/3 UNI EN 98 UNI EN 121 UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1 UNI EN 186/2



			UNI EN 187/1 UNI EN 187/2 UNI EN 188 UNI FA 174
Resistenza a temperatura e sbalzi di temperatura		Controllo della capacità di mantenere inalterate le proprie dimensioni e caratteristiche nel tempo	UNI 3948 UNI 7074 UNI 8202/15,/16,/17,/18,/19,/20,/26,/27 UNI 8629/2,/3,/4,/5 UNI 9168/1 UNI EN 103 UNI EN 104 UNI EN 121 UNIE EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1,/2 UNI EN 187/1,/2 UNI EN 188
Resistenza agli agenti aggressivi chimici	Classe di resistenza (classificazione UPEC)	Analisi chimico-fisica del subsistema (Analisi dell'attitudine a non subire dissoluzioni, disgregazioni o riduzioni di prestazioni a causa dell'azione di agenti chimici)	UNI 7071 UNI 8202/28 UNI 8754 UNI 8298/4 UNI 8898/2 UNI 8898/3 UNI 8903 UNI EN 106 UNI EN 121 UNI EN 122 UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1 UNI EN 186/2 UNI EN 187/2 UNI EN 188 UNI ISO 175 ICITE UEAtc
Resistenza agli attacchi biologici	Classe di resistenza (classificazione UPEC)	Analisi chimico-fisica del subsistema	UNI 8754 UNI 8789 UNI 8795 UNI 8859 UNI 8898/2 UNI 8898/3 UNI 8940 UNI 8976 UNI 9090 UNI 9092/2 UNI EN 20



			UNI EN 21 UNI EN 22 UNI EN 47 UNI EN 48 UNI EN 49 UNI EN 73 UNI EN 84 UNI EN 113 UNI EN 117 UNI EN 118 UNI EN 212 UNI FA 214 UNI FA 267 UNI HD 1001
Resistenza ai carichi sospesi			UNI 8326
Resistenza al fuoco	Classe REI	Valutazione della resistenza al fuoco dei materiali costituenti	Circ. 91 del 14/09/1961 D.M. 30/11/1983 UNI 1363/1 UNI 1363/2 UNI 7678
Resistenza al gelo		Valutazione della resistenza al gelo tramite prove in laboratorio che sottopongono il materiale a cicli di gelo e disgelo	UNI 3949 UNI 8626 UNI 8635/11,/12 UNI 8754 UNI EN 202
Resistenza al vento	Classe di resistenza al vento	Valutazione della capacità di mantenere inalterate le caratteristiche nel tempo	D.M. 12/02/1982 C.M.LL.PP. 25/5/82 n° 22631 CNR B.U. 117
Resistenza all'acqua	Classe di resistenza all'acqua	Valutazione della capacità di non subire alterazioni chimico-fisiche e meccaniche	UNI 8202/22 UNI 8307 UNI 8629/2,/3,/4,/5 UNI 8635/9 UNI 8743 UNI 8754 UNI 9307/1 UNI 9308/1 UNI EN 99 UNI EN 121 UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1,/2 UNI EN 187/1,/2 UNI EN 188 UNI ISO 175
Resistenza		Valutazione	UNI 4529



all'irraggiamento		dell'attitudine a non subire mutamenti dovuti all'esposizione all'energia radiante	UNI 6063 UNI 7074 UNI 8202/29 UNI 8272 UNI 8941/1,2,3 UNI 9307/1 UNI 9308/2 UNI ISO 4582
Resistenza meccanica	Massimo sovraccarico ammissibile per appoggio semplice		D.M. LL.PP. 186/07/75 D.M. 16/1/1996 D.M. 9/1/1996 C.M.LL.PP. 15/10/1996 n° 252AA.GG./STC Legge n° 1086/1971 D.M. 14/2/1992 D.M. 9/1/1996 Legge n° 64 del 2/2/1974 D.M. 12/2/1982 Legge n° 64/1974 Legge regionale 35/1984 Legge regionale 40/1995 C.M.LL.PP. n° 22631 del 24/5/1982 C.M.LL.PP. n° 27690 del 19/7/1986 CNR B.U. 84 CNR B.U. 89 CNR B.U. 107 CNR B.U. 117 CNR B.U. 118 CNR B.U. 10011
Resistenza meccanica agli urti	Energia massima d'urto sopportabile E	Analisi dell'attitudine a contrastare gli urti (gli urti non devono compromettere le esigenze di sicurezza, stabilità del subsistema)	UNI 8201 UNI 10879 UNI 10880 UNI ISO 7892
Sostituibilità		Analisi delle conformazioni fisico - geometriche della struttura.	
Tenuta all'acqua	Classe di tenuta all'acqua (I-V)		CSTB, DTU n° 20.1 UNI 8202/22 UNI 8273 UNI 7072 UNI 8298/5 UNI 8307 UNI 8743 UNI 8754 UNI 8898/2 UNI 8898/3



			UNI EN 87 UNI EN 99 UNI EN 121 UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1 UNI EN 186/2 UNI EN 187/1 UNI EN 187/2 UNI EN 188 UNI FA 174 UNI ISO 175 ICITE UEAtc
Tenuta all'aria		Analisi della conformazione fisico- geometrica (valutazione dell'attitudine ad impedire l'ingresso di aria)	

Tabella 9. Analisi dei requisiti delle chiusure verticali opache



E. METAPROGETTAZIONE DELLE CHIUSURE ORIZZONTALI OPACHE

Le funzioni proprie di una copertura possono essere riassunte in:

- riparo e protezione dagli agenti atmosferici
- protezione dall'irraggiamento solare diretto
- protezione da intrusioni umane o animali
- contributo al benessere igrotermico
- contributo al benessere acustico
- sicurezza statica
- sicurezza al fuoco
- contributo all'estetica della costruzione e alla sua caratterizzazione architettonica
- specifiche funzioni d'uso (captazione energia)

Data la varietà di soluzioni tecnologiche e costruttive è evidente la difficoltà di stabilire un metodo comune di valutazione che dia risultati confrontabili in merito al grado in cui queste funzioni sono svolte dagli elementi funzionali che costituiscono le coperture stesse.

Si presenta di seguito un elenco dei principali requisiti riferiti alle coperture con i riferimenti normativi più importanti.

1. Sicurezza statica

Il subsistema copertura sotto l'azione dei carichi agenti (statici e dinamici, distribuiti e concentrati) derivati da ipotesi di uso previste nel progetto deve assicurare la stabilità e la capacità di non subire danni al fine dell'incolumità degli utenti.

Per gli elementi della copertura ai quali è prevalentemente affidato il compito di assicurare la sicurezza statica (struttura della copertura) le ipotesi per la definizione dei carichi, i criteri per il dimensionamento e la verifica, soprattutto in zona sismica, il controllo delle deformazioni permanenti, i criteri di collaudo sono regolati dalle stesse leggi vigenti per le strutture portanti in generale.

2. Resistenza alle intrusioni

Il subsistema copertura deve essere concepito e realizzato in modo da offrire una valida resistenza ai tentativi di intrusione a scopo di effrazione (sfondamento, smontaggio di parti, ecc.). Deve altresì impedire l'ingresso e l'annidamento di animali fastidiosi o dannosi.

3. Stabilità al vento

Il subsistema copertura e gli elementi che lo compongono devono resistere alle azioni di pressione e depressione del vento senza subire danni per spostamenti o asportazioni di parti o distacco di strati degli elementi strutturali

4. Resistenza agli urti e alla grandine

Il subsistema copertura, ed in particolare gli elementi formanti l'estradosso, devono resistere agli urti causati da persone (utenti nel caso di coperture praticabili, addetti a manutenzione negli altri casi). Inoltre devono resistere all'azione della grandine di prestabilita entità (sono esclusi gli eventi eccezionali).

5. Resistenza al fuoco

Il subsistema copertura deve resistere all'azione del fuoco, mantenendo condizioni di sicurezza statica (crolli, distacchi di parti di ecc.) per il tempo prestabilito necessario affinché gli utenti si possano mettere in salvo. Se richiesto, gli strati di estradosso non devono propagare l'incendio lungo la falda, anche in relazione ad incendi provenienti dall'esterno.

6. Isolamento termico

Il subsistema copertura deve essere caratterizzato da valori di trasmittanza



termica U tali da assicurare il necessario contributo, con altri subsistemi edilizi ed impiantistici, al raggiungimento e al mantenimento di condizioni di benessere igrotermico, oltre che al risparmio energetico.

7. Sfasamento e smorzamento dell'onda termica

Il subsistema copertura dovrà essere in grado di garantire adeguati livelli di smorzamento e di sfasamento dell'onda termica estiva, per assicurare nell'ambiente sottostante il necessario benessere termico.

8. Controllo della condensazione superficiale

Il subsistema copertura dovrà essere concepito e realizzato in modo tale da controllare la possibilità di formazione di condensa sulla superficie dell'intradosso, soprattutto in coincidenza o in prossimità di eventuali ponti termici ed in relazione alle condizioni igrotermiche specifiche.

9. Controllo della condensazione interstiziale

Il subsistema copertura dovrà essere concepito e realizzata in modo tale da eliminare o ridurre a limiti accettabili la possibilità di formazione di condensa all'interno degli strati costituenti la copertura stessa. Il requisito potrà essere soddisfatto anche ricorrendo, in relazione ai particolari materiali utilizzati, ad appositi strati di barriera al vapore.

10. Isolamento acustico e controllo del rumore prodotto

Il subsistema copertura deve essere concepito e realizzato in modo tale da controllare e ridurre la trasmissione dei rumori aerei e da ridurre eventuali rumori impattivi dovuti al transito di persone o alla grandine, alla pioggia e al vento.

11. Tenuta all'acqua

Il subsistema copertura deve assicurare una completa tenuta al passaggio di acqua meteorica o presente per altre cause, assicurandone inoltre un rapido e completo smaltimento senza causare danni ad altri sottosistemi.

12. Tenuta all'aria

La copertura deve presentare una prefissata tenuta all'aria qualora ciò non sia demandato ad altri subsistemi (partizioni orizzontali).

13. Assenza di emissioni sgradevoli o nocive

La copertura deve essere costituita da materiali che non emettano sostanze aeriformi di odore sgradevole, o tantomeno nocive per la salute degli utenti.

14. Uniformità di superficie

I prodotti costituenti l'elemento di tenuta all'estradosso della copertura, devono presentare caratteristiche estetiche (finitura, tessitura della superficie, colorazione, ecc.) uniformi e adeguate alle previsioni di progetto.

15. Assenza di caduta di blocchi di neve pericolosi

La copertura, quando richiesto, deve essere realizzata in modo tale che dalla stessa, soggetta all'innevamento, non possano cadere blocchi di neve di dimensioni tali da causare danni alle persone o cose.

16. Attitudine all'integrazione impiantistica

Gli strati e gli elementi costituenti la copertura, qualora ciò sia previsto nelle ipotesi di progetto, devono consentire il passaggio, l'alloggiamento ed il fissaggio di elementi di impianti (canalizzazioni e/o terminali) senza che l'integrazione di questi comporti lavorazioni aggiuntive di rottura e ripristino.



17. Sicurezza elettrica

Gli elementi e strati costituenti la copertura devono presentare caratteristiche tali da escludere conseguenze dannose agli utenti per effetto di dispersioni accidentali di corrente elettrica e per effetto di fulmini.

18. Resistenza al gelo

Gli elementi e gli strati costituenti la copertura, compresi gli accessori, devono resistere alle azioni di degrado provocate dal gelo.

19. Resistenza allo shock termico

Gli elementi e gli strati della copertura non devono subire effetti di degrado per l'azione termica a seguito di bruschi salti di temperatura causati da particolari condizioni meteorologiche (ad esempio azione di rapido raffreddamento dovuto a vento e pioggia successivi ad un intenso irraggiamento solare).

20. Resistenza all'irraggiamento solare

Gli elementi e gli strati costituenti la copertura, ed in particolare i più esterni esposti direttamente all'irraggiamento solare, devono resistere all'azione di degrado derivante da agenti ad esso connessi (ad esempio raggi ultravioletti, infrarossi).

21. Stabilità morfologica

Gli elementi e gli strati costituenti la copertura, ed in particolare quelli di tenuta, devono possedere una adeguata stabilità morfologica di fronte a dilatazioni e contrazioni dovute a cause termiche, ad assorbimento dell'acqua (igroscopicità, capillarità, diffusione del vapore), ecc.

22. Resistenza agli agenti biologici

La copertura e gli elementi che la costituiscono non devono essere aggredibili da agenti biologici di degrado, siano essi di origine animale (roditori, insetti, ecc.) che di origine vegetale (muffe) in modo da non riportare danni di aspetto, funzionali, ecc.

23. Resistenza ad agenti aggressivi

La copertura e gli elementi che la costituiscono non devono subire danni di aspetto o funzionali sotto le diverse azioni causate da agenti di degrado di origine naturale o artificiale. In particolare:

- acqua ed umidità
- acidi ed anidridi presenti nell'atmosfera e nella pioggia
- fumi e polveri atmosferiche.

24. Stabilità chimico-reattiva ed elettrochimica

Gli elementi costituenti la copertura, compresi gli accessori, devono possedere resistenza all'aggressione atmosferica generica e, soprattutto in presenza di acqua, evitare fenomeni di corrosione per cause elettrochimiche.

25. Manutenibilità, riparabilità e sostituibilità degli elementi

La copertura deve essere realizzata in modo da permettere la riparazione o la sostituzione di eventuali elementi danneggiati. In particolare i prodotti dell'elemento di tenuta debbono poter essere sostituiti con analoghi di conformazione e dimensioni congruenti.



I. SCELTE PROGETTUALI

Chiusura orizzontale opaca 01 (COO 01)

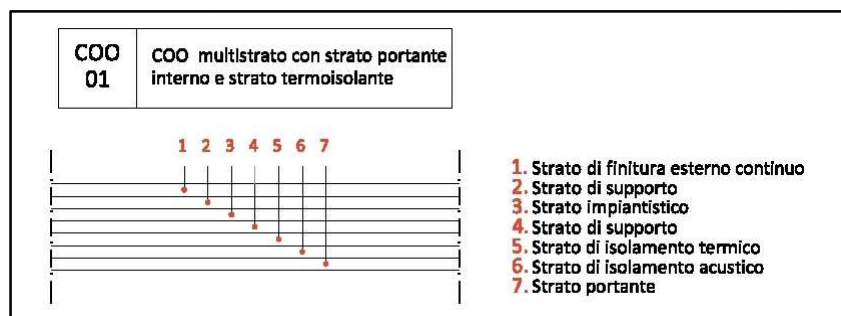


Figura 5. Soluzione adottata per la chiusura orizzontale opaca 01

Chiusura orizzontale opaca 02 (COO 02)

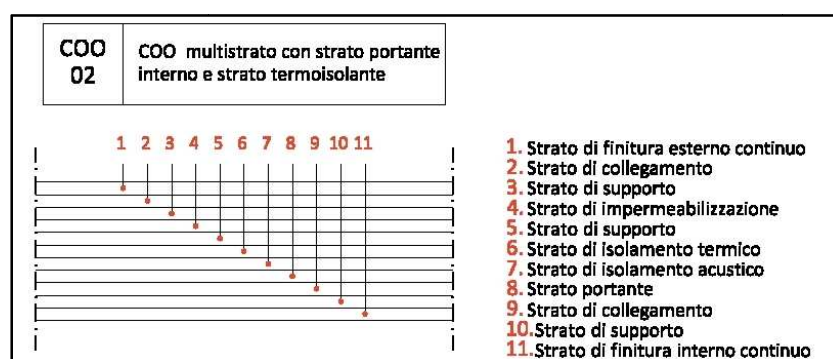


Figura 6. Soluzione adottata per la chiusura orizzontale opaca 02

Chiusura orizzontale opaca 03 (COO 03)

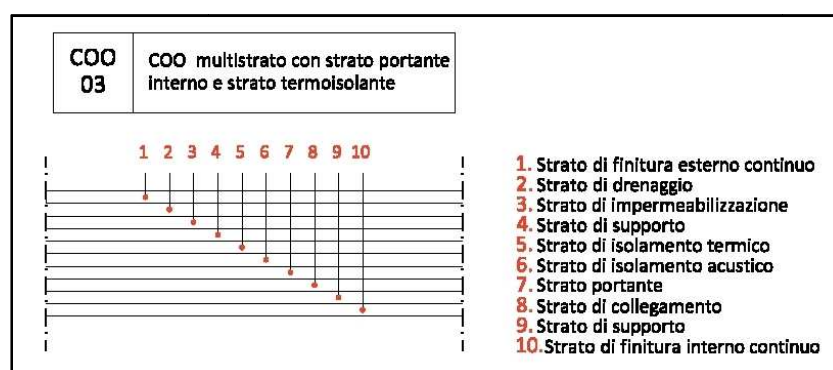


Figura 7. Soluzione adottata per la chiusura orizzontale opaca 03



Chiusura orizzontale opaca 04 (COO 04)

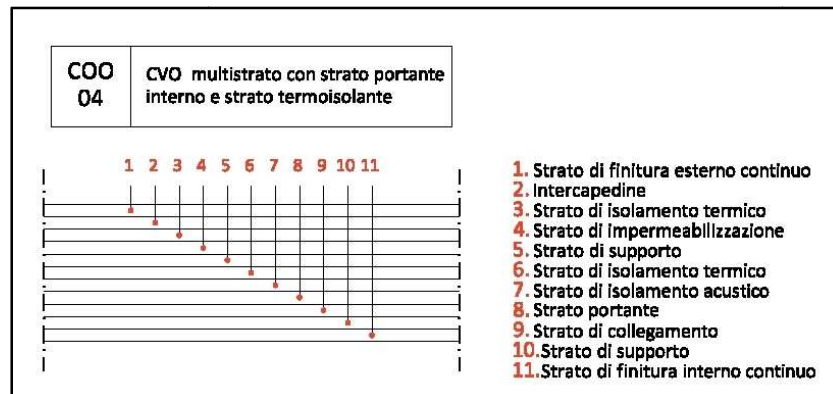


Figura 8. Soluzione adottata per la chiusura orizzontale opaca 04

Chiusura orizzontale opaca 05 (COO 05)

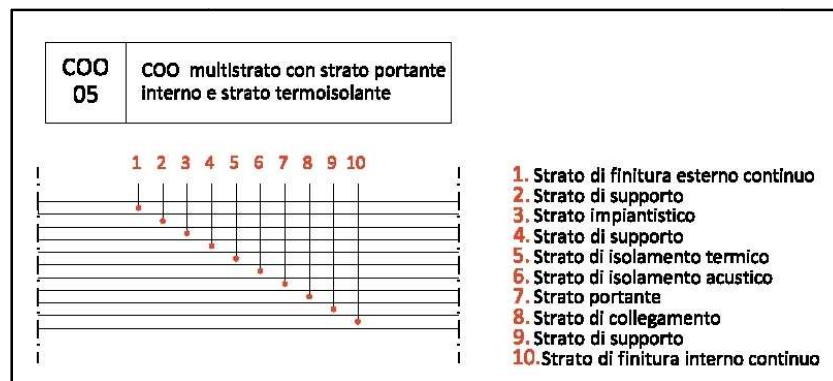


Figura 9. Soluzione adottata per la chiusura orizzontale opaca 05



II. ANALISI DEI REQUISITI

REQUISITI CONNOTANTI	PARAMETRO DI VALUTAZIONE	METODO DI CONTROLLO	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
Affidabilità		Valutazione della capacità di mantenere sensibilmente invariata nel tempo la qualità del subsistema	
Assenza di emissione di sostanze nocive		Valutazione dell'attitudine a non produrre o rimettere sostanze tossiche	
Attitudine all'integrazione impiantistica		Valutazione della possibilità di inserimenti impiantistici accostati, fissati o incorporati	
Attrezzabilità	Resistenza	Calcolo della capacità di sopportare carichi sospesi, fissaggio e appoggio di attrezzature	UNI 8326 D.M. 27/07/1985
Contenimento della tossicità dei fumi	Classe di contenimento della tossicità	Valutazione della capacità di limitare la produzione o l'effetto dei prodotti di combustione dei materiali	D.M. 26/06/1984 D.M. 1/02/1986
Controllo dell'inerzia termica	Massa efficace Me	Verifica del valore (indicativo) della massa efficace Me	UNI 7357 Legge 373/76
Controllo della condensazione interstiziale	Pressione parziale di vapore	Modello di diffusione del vapore di Glaser	UNI 10350
Controllo della condensazione superficiale	Temperatura superficiale interna	Verifica del valore della temperatura superficiale interna (>15°C)	D.M. 18/12/1975
Controllo delle dispersioni di calore per trasmissione			
Controllo regolarità geometrica		Analisi della conformazione geometrica	UNI 8202/22 UNI 8273 UNI 7072 UNI 8298/5 UNI 8307 UNI 8743 UNI 8754 UNI 8898/2 UNI 8898/3 UNI EN 87 UNI EN 99 UNI EN 121



			UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1 UNI EN 186/2 UNI EN 187/1 UNI EN 187/2 UNI EN 188 UNI FA 174 UNI ISO 175
Isolamento acustico ai rumori aerei	Potere fonoisolante		D.M. 18/12/1975 UNI 8270
Isolamento termico	Misura della termotrasmissione U	Valore medio della trasmittanza dell'intera parete nelle condizioni quanto più possibile prossime a quelle di impiego	D.M. 18/12/1975 Legge 818/84 UNI 7357 UNI 7891 UNI 7745 UNI 8804 UNI 9252 UNI FA 83 UNI FA 101 UNI FA 264 UNI FA 112 UNI FA 113 D.M. 30/7/1986 D.M. 10/3/1977 ASTM C 236 D.P.R. 1052 del 28/6/1977 Legge 373 del 30/4/1976
Reazione al fuoco	Classe di reazione al fuoco (0- 5)	Valutazione della reazione al fuoco dei materiali costituenti	D.M. 26/06/1984 D.M. 30/11/1983 D.M. 14/01/1985 D.M. 26/8/92 D.P.R. 30/6/95 D.M. 4/5/98 UNI 8456 UNI 8457 UNI 9174 UNI 9177 UNI ISO 1182
Regolarità finiture		Controllo della regolarità geometrica dei materiali di finitura superficiale	UNI 2623 UNI 2624 UNI 2625 UNI 2626 UNI 4373 UNI 4374 UNI 7071 UNI 7072 UNI 7823 UNI 8272/1



			UNI 8272/2 UNI 8273 UNI 8754 UNI 8813 UNI 8941/1 UNI 8941/2 UNI 8941/3 UNI EN 98 UNI EN 121 UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1 UNI EN 186/2 UNI EN 187/1 UNI EN 187/2 UNI EN 188 UNI FA 174
Resistenza a temperatura e sbalzi di temperatura		Controllo della capacità di mantenere inalterate le proprie dimensioni e caratteristiche nel tempo	UNI 3948 UNI 7074 UNI 8202/15,/16,/17,/18,/19,/20,/26,/27 UNI 8629/2,/3,/4,/5 UNI 9168/1 UNI EN 103 UNI EN 104 UNI EN 121 UNIE EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1,/2 UNI EN 187/1,/2 UNI EN 188
Resistenza agli agenti aggressivi chimici	Classe di resistenza (classificazione UPEC)	Analisi chimico-fisica del subsistema (Analisi dell'attitudine a non subire dissoluzioni, disgregazioni o riduzioni di prestazioni a causa dell'azione di agenti chimici)	UNI 7071 UNI 8202/28 UNI 8754 UNI 8298/4 UNI 8898/2 UNI 8898/3 UNI 8903 UNI EN 106 UNI EN 121 UNI EN 122 UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1



			UNI EN 186/2 UNI EN 187/2 UNI EN 188 UNI ISO 175 ICITE UEAtc
Resistenza agli attacchi biologici	Classe di resistenza (classificazione UPEC)	Analisi chimico-fisica del subsistema	UNI 8754 UNI 8789 UNI 8795 UNI 8859 UNI 8898/2 UNI 8898/3 UNI 8940 UNI 8976 UNI 9090 UNI 9092/2 UNI EN 20 UNI EN 21 UNI EN 22 UNI EN 47 UNI EN 48 UNI EN 49 UNI EN 73 UNI EN 84 UNI EN 113 UNI EN 117 UNI EN 118 UNI EN 212 UNI FA 214
Resistenza al fuoco	Classe REI	Valutazione della resistenza al fuoco dei materiali costituenti	Circ. 91 del 14/09/1961 D.M. 30/11/1983 UNI 1363/1 UNI 1363/2 UNI 7678
Resistenza al gelo			UNI 3949 UNI 8626 UNI 8635/11,/12 UNI 8754
Resistenza al vento	Classe di resistenza al vento	Valutazione della capacità di mantenere inalterate le caratteristiche nel tempo	D.M. 12/02/1982 C.M.LL.PP. 25/5/82 n° 22631 CNR B.U. 117
Resistenza all'acqua	Classe di resistenza all'acqua	Valutazione della capacità di non subire alterazioni chimico-fisiche e meccaniche	UNI 8202/22 UNI 8307 UNI 8629/2,/3,/4,/5 UNI 8635/9 UNI 8743 UNI 8754 UNI 9307/1 UNI 9308/1 UNI EN 99 UNI EN 121 UNI EN 159



			UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1,/2 UNI EN 187/1,/2 UNI EN 188 UNI ISO 175
Resistenza all'irraggiamento solare		Valutazione dell'attitudine a non subire mutamenti dovuti all'esposizione all'energia radiante	UNI 4529 UNI 6063 UNI 7074 UNI 8202/29 UNI 8272 UNI 8941/1,/2,/3 UNI 9307/1 UNI 9308/2 UNI ISO 4582
Resistenza meccanica	Massimo sovraccarico ammissibile per appoggio semplice		D.M. LL.PP. 186/07/75 D.M. 16/1/1996 D.M. 9/1/1996 C.M.LL.PP. 15/10/1996 n° 252AA.GG./STC Legge n° 1086/1971 D.M. 14/2/1992 D.M. 9/1/1996 Legge n° 64 del 2/2/1974 D.M. 12/2/1982 Legge n° 64/1974 Legge regionale 35/1984 Legge regionale 40/1995 C.M.LL.PP. n° 22631 del 24/5/1982 C.M.LL.PP. n° 27690 del 19/7/1986 CNR B.U. 84 CNR B.U. 89 CNR B.U. 107 CNR B.U. 117 CNR B.U. 118 CNR B.U. 10011
Resistenza meccanica agli urti	Energia massima d'urto sopportabile E	Analisi dell'attitudine a contrastare gli urti (gli urti non devono compromettere le esigenze di sicurezza, stabilità del subsistema)	UNI 8201 UNI 10879 UNI 10880 UNI ISO 7892
Sostituibilità		Analisi delle conformazioni fisico - geometriche della struttura.	
Tenuta all'acqua	Classe di tenuta		CSTB, DTU n° 20.1



	all'acqua (I-V)		UNI 8202/22 UNI 8273 UNI 7072 UNI 8298/5 UNI 8307 UNI 8743 UNI 8754 UNI 8898/2 UNI 8898/3 UNI EN 87 UNI EN 99 UNI EN 121 UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1 UNI EN 186/2 UNI EN 187/1 UNI EN 187/2 UNI EN 188 UNI FA 174 UNI ISO 175 ICITE UEAtc
Tenuta all'aria		Analisi della conformazione fisico-geometrica (valutazione dell'attitudine ad impedire l'ingresso di aria)	

Tabella 10. Analisi dei requisiti delle chiusure orizzontali opache



F. METAPROGETTAZIONE DELLE PARTIZIONI INTERNE VERTICALI

Le finiture esterne o, rivestimenti di finitura del subsistema delle partizioni interne verticali interne concorrono anch'esse determinarne il comportamento complessivo in vista del soddisfacimento delle seguenti esigenze, dal tempo zero al termine di una utile durabilità:

- esigenze di sicurezza
- esigenza di purezza dell'aria
- esigenze acustiche
- esigenze di aspetto
- esigenze tattili
- esigenze di attrezzabilità
- esigenze di sicurezza per le fasi di messa in opera
- esigenze di durabilità
- esigenze di realizzazione e ripristino.

I rivestimenti di finitura interna partecipano direttamente alla definizione di gran parte delle prestazioni corrispondenti ai requisiti delle pareti divisorie.

Da un punto di vista tecnologico i rivestimenti devono rispondere a prestazioni specifiche che si riconnettono ai seguenti requisiti.

1. Stabilità

I rivestimenti di finitura interna devono sopportare le sollecitazioni derivanti dal carico dovuto al peso proprio, a dilatazioni termiche, igrometriche, ad interazioni con il supporto, senza deformazioni tali da pregiudicare la stabilità, la sicurezza, la funzionalità nel tempo del manufatto. Il requisito si riconnette principalmente alla funzionalità dei dispositivi o degli strati di collegamento al supporto presenti nel sistema di rivestimento e quindi alla compatibilità meccanica del rivestimento con il supporto. Eventuali cedimenti e deformazioni dovranno venire compensati dai sistemi di giunzione e connessione al supporto.

2. Resistenza agli urti

I rivestimenti devono sopportare le sollecitazioni derivanti da urti che possono prodursi nel corso dell'uso.

A seconda della localizzazione dei manufatti nell'edificio, ed in relazione quindi alla maggiore o minore propensione al verificarsi di urti accidentali, può essere richiesta l'integrazione di strati aggiuntivi di ripartizione dei carichi o un addensamento dei dispositivi di vincolo.

3. Resistenza al fuoco

I rivestimenti non devono agire come elementi di propagazione di un incendio, per esempio da un locale all'altro.

4. Reazione al fuoco

Insieme delle proprietà dei materiali costituenti i rivestimenti, viste in relazione alla nascita ed allo sviluppo di un incendio.

5. Azione dei fumi sull'organismo umano

Prevedere eventuali azioni dei prodotti di combustione dei materiali costituenti i rivestimenti sul sistema respiratorio, gli occhi e la pelle.

Risultano interessati in particolare la conformazione e dimensione dei giunti e l'accessibilità ad organi di fissaggio di elementi o strati del rivestimento.

6. Sicurezza ai fenomeni elettrici

Capacità o attitudine dei rivestimenti di controllare gli effetti di fenomeni elettrici ed elettromagnetici sulle pareti verticali divisorie di un edificio. In particolare gli elementi di collegamento metallici devono essere concepiti e posti in opera in modo da:



a) consentire la scarica diretta, il passaggio di corrente e la sua dispersione nel terreno senza che si producano danni.

b) impedire per quanto possibile durante il passaggio della corrente e la sua dispersione nel terreno, il verificarsi di scariche laterali, suscettibili di provocare incendi e/o proiezioni di materiali.

Tali capacità, dovranno essere mantenute nel tempo per una durata non inferiore a quella del rivestimento.

7. Tenuta all'acqua

Assenza di penetrazioni d'acqua attraverso il rivestimento che producono alterazioni nel comportamento e nella funzionalità di altre stratificazioni componenti il supporto, in relazione alle prestazioni fornite per tutti gli altri requisiti. Risultano particolarmente interessati, oltre al supporto e agli strati di tenuta veri e propri, gli strati di protezione e finitura esterna.

8. Controllo della condensazione interstiziale

Tale requisito è espresso dal comportamento complessivo del divisorio nei confronti delle condensazioni di vapore d'acqua. Il requisito tende di fatto ad interessare la sommatoria di tutti gli strati e quindi anche il rivestimento esterno. In particolare deve venire verificata la continuità dello strato di barriera al vapore e la situazione di tensione di vapore soprattutto in corrispondenza del salto termico nello spessore dello strato di isolamento termico riferendosi alle temperature di esercizio più sfavorevoli. Nelle pareti in cui non è presente uno strato di tenuta al vapore, occorre porre l'attenzione progettuale sui dispositivi di ancoraggio e sospensione del rivestimento specie se questi risultano passanti attraverso lo strato di isolamento termico, affinché non vengano interessati da fenomeni di condensazione locali.

9. Controllo dell'emissione di odori da parte dei materiali

Attitudine dei materiali componenti un rivestimento a non emettere odori sgradevoli o dannosi. Il requisito interessa prevalentemente gli strati di finitura collocati a diretto contatto o prossimi all'ambiente atmosferico interno.

10. Non emissione di gas, polveri, radiazioni nocive

Attitudine dei materiali componenti il rivestimento a non emettere gas, polveri e radiazioni nocive. Il requisito tende di fatto ad interessare gli strati costituenti una parete di divisorio.

11. Isolamento dai rumori aerei esterni

Capacità dei rivestimenti, di isolare acusticamente gli ambienti interni dai rumori prodotti in altri locali. Il requisito interessa anche tutti gli altri strati di una parete divisoria.

12. Isolamento laterale o verticale dai rumori interni

Capacità dei rivestimenti o dei componenti che li costituiscono di attenuare la propagazione, attraverso la facciata stessa, dei rumori prodotti da un locale a quello contiguo.

13. Planarità

Rilevanza dei difetti di planarità di insieme e locale sulla faccia esterna del rivestimento. Sono interessati oltre le finiture esterne anche gli strati di supporto a cui questi risultano collegati.

14. Assenza di difetti superficiali

Rilevanza dei difetti superficiali visibili (macchie, gobbe, crateri, fessure, distacchi, ecc.) degli elementi o strati del rivestimento.

15. Omogeneità del colore

Limitazione delle differenze di colore tra due zone della superficie visibile dello stesso rivestimento o fra elementi componenti il rivestimento stesso.



16. Omogeneità di brillantezza

Limitazione delle differenze di brillantezza dovuta alla riflessione della radiazione solare tra due zone della superficie visibile dello stesso rivestimento o fra elementi componenti il rivestimento stesso.

17. Omogeneità di insudiciamento

Capacità e attitudine del rivestimento di limitare la localizzazione di macchiature dovute alla polluzione in corrispondenza di punti particolari della superficie. Risulta particolarmente rilevante ai fini del soddisfacimento del requisito la geometria degli strati di rivestimento.

18. Attrezzabilità

Il rivestimento deve essere conformato in modo da rendere semplice la collocazione, successiva alla sua posa in opera, di attrezzature impiantistiche prevedibili (tende, insegne, ecc.) senza interventi di demolizione locale, ma con semplici operazioni di montaggio.

19. Requisito di mantenimento delle prestazioni sotto l'effetto degli urti

Capacità o attitudine dei rivestimenti o di componenti che li costituiscono, di sopportare le sollecitazioni derivanti da urti che possono prodursi nel corso dell'uso, senza che intervengano perdite prestazionali sotto il profilo della planarità, del degrado delle superfici, della tenuta all'acqua, all'aria e comportamento acustico.

20. Requisiti di accessibilità, ispezionabilità, riparabilità

Il sistema di chiusura e gli elementi integrati ad esso compresi i rivestimenti, devono essere strutturati in modo tale da rendere facile la loro realizzazione (costruzione, collocazione) la loro ispezione e gli interventi connessi con la loro manutenzione o sostituzione.

I. SCELTE PROGETTUALI

Partizione interna verticale opaca 01 (PVO 01)

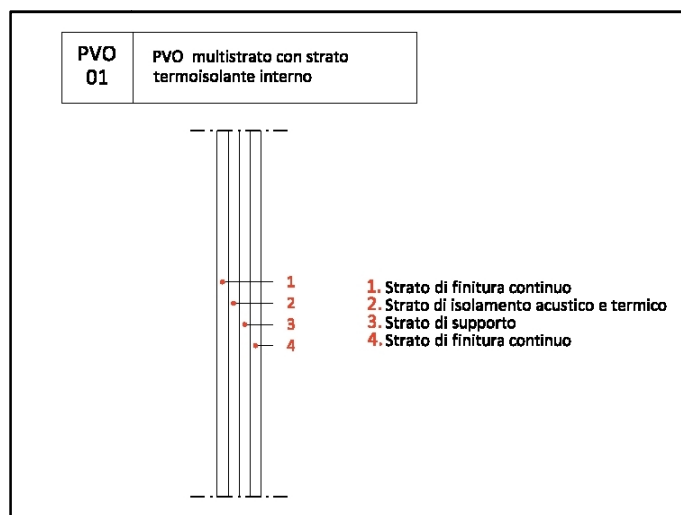


Figura 10. Soluzione adottata per la partizione interna verticale opaca 01



Partizione interna verticale opaca 02 (PVO 02)

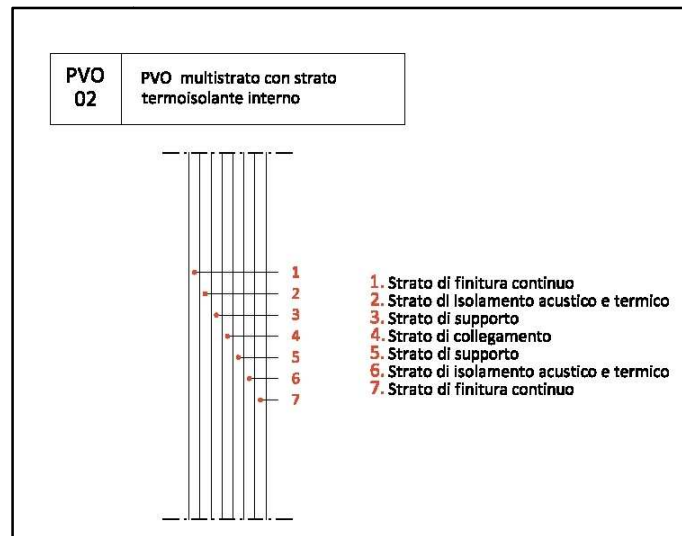


Figura 11. Soluzione adottata per la partizione interna verticale opaca 02



II. ANALISI DEI REQUISITI

REQUISITI CONNOTANTI	PARAMETRO DI VALUTAZIONE	METODO DI CONTROLLO	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
Affidabilità		Valutazione della capacità di mantenere sensibilmente invariata nel tempo la qualità del subsistema	
Assenza di emissione di sostanze nocive		Valutazione dell'attitudine a non produrre o rimettere sostanze tossiche	
Assorbimento luminoso	Coefficiente di assorbimento acustico		D.M. 18/12/1975
Attitudine all'integrazione impiantistica		Valutazione della possibilità di inserimenti impiantistici accostati, fissati o incorporati	
Attrezzabilità	Resistenza	Calcolo della capacità di sopportare carichi sospesi, fissaggio e appoggio di attrezzature	UNI 8326 D.M. 27/07/1985
Contenimento della tossicità dei fumi	Classe di contenimento della tossicità	Valutazione della capacità di limitare la produzione o l'effetto dei prodotti di combustione dei materiali	D.M. 26/06/1984 D.M. 1/02/1986
Controllo regolarità geometrica		Analisi della conformazione geometrica	UNI 8202/22 UNI 8273 UNI 7072 UNI 8298/5 UNI 8307 UNI 8743 UNI 8754 UNI 8898/2 UNI 8898/3 UNI EN 87 UNI EN 99 UNI EN 121 UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1 UNI EN 186/2 UNI EN 187/1 UNI EN 187/2 UNI EN 188 UNI FA 174



			UNI ISO 175
Isolamento acustico ai rumori aerei	Potere fonoisolante (R)		D.M. 18/12/1975 UNI 8270
Isolamento termico	Misura della termotrasmittanza U	Valore medio della trasmittanza dell'intera parete nelle condizioni quanto più possibile prossime a quelle di impiego	D.M. 18/12/1975 Legge 818/84 UNI 7357 UNI 7891 UNI 7745 UNI 8804 UNI 9252 UNI FA 83 UNI FA 101 UNI FA 264 UNI FA 112 UNI FA 113 D.M. 30/7/1986 D.M. 10/3/1977 ASTM C 236 D.P.R. 1052 del 28/6/1977 Legge 373 del 30/4/1976
Reazione al fuoco	Classe di reazione al fuoco (0- 5)	Valutazione della reazione al fuoco dei materiali costituenti	D.M. 26/06/1984 D.M. 30/11/1983 D.M. 14/01/1985 D.M. 26/8/92 D.P.R. 30/6/95 D.M. 4/5/98 UNI 8456 UNI 8457 UNI 9174 UNI 9177 UNI ISO 1182
Regolarità finiture		Controllo della regolarità geometrica dei materiali di finitura superficiale	UNI 2623 UNI 2624 UNI 2625 UNI 2626 UNI 4373 UNI 4374 UNI 7071 UNI 7072 UNI 7823 UNI 8272/1 UNI 8272/2 UNI 8273 UNI 8754 UNI 8813 UNI 8941/1 UNI 8941/2 UNI 8941/3 UNI EN 98 UNI EN 121 UNI EN 159 UNI EN 163



			UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1 UNI EN 186/2 UNI EN 187/1 UNI EN 187/2 UNI EN 188 UNI FA 174
Resistenza a temperatura e sbalzi di temperatura		Controllo della capacità di mantenere inalterate le proprie dimensioni e caratteristiche nel tempo	UNI 3948 UNI 7074 UNI 8202/15,/16,/17,/18,/19,/20,/26,/27 UNI 8629/2,/3,/4,/5 UNI 9168/1 UNI EN 103 UNI EN 104 UNI EN 121 UNIE EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1,/2 UNI EN 187/1,/2 UNI EN 188
Resistenza agli agenti aggressivi chimici	Classe di resistenza (classificazione UPEC)	Analisi chimico-fisica del subsistema (Analisi dell'attitudine a non subire dissoluzioni, disgregazioni o riduzioni di prestazioni a causa dell'azione di agenti chimici)	UNI 7071 UNI 8202/28 UNI 8754 UNI 8298/4 UNI 8898/2 UNI 8898/3 UNI 8903 UNI EN 106 UNI EN 121 UNI EN 122 UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1 UNI EN 186/2 UNI EN 187/2 UNI EN 188 UNI ISO 175 ICITE UEAtc
Resistenza agli attacchi biologici	Classe di resistenza (classificazione UPEC)	Analisi chimico-fisica del subsistema	UNI 8754 UNI 8789 UNI 8795 UNI 8859 UNI 8898/2 UNI 8898/3



			UNI 8940 UNI 8976 UNI 9090 UNI 9092/2 UNI EN 20 UNI EN 21 UNI EN 22 UNI EN 47 UNI EN 48 UNI EN 49 UNI EN 73 UNI EN 84 UNI EN 113 UNI EN 117 UNI EN 118 UNI EN 212 UNI FA 214
Resistenza ai carichi sospesi			UNI 8326
Resistenza al fuoco	Classe REI	Valutazione della resistenza al fuoco dei materiali costituenti	Circ. 91 del 14/09/1961 D.M. 30/11/1983 UNI 1363/1 UNI 1363/2 UNI 7678
Resistenza meccanica	Massimo sovraccarico ammissibile per appoggio semplice		D.M. LL.PP. 186/07/75 D.M. 16/1/1996 D.M. 9/1/1996 C.M.LL.PP. 15/10/1996 n° 252AA.GG./STC Legge n° 1086/1971 D.M. 14/2/1992 D.M. 9/1/1996 Legge n° 64 del 2/2/1974 D.M. 12/2/1982 Legge n° 64/1974 Legge regionale 35/1984 Legge regionale 40/1995 C.M.LL.PP. n° 22631 del 24/5/1982 C.M.LL.PP. n° 27690 del 19/7/1986 CNR B.U. 84 CNR B.U. 89 CNR B.U. 107 CNR B.U. 117 CNR B.U. 118 CNR B.U. 10011
Resistenza meccanica agli urti	Energia massima d'urto sopportabile E	Analisi dell'attitudine a contrastare gli urti (gli urti non devono)	UNI 8201 UNI 10879 UNI 10880



		compromettere le esigenze di sicurezza, stabilità del subsistema)	UNI ISO 7892
Resistenza meccanica	Periodo di sovraccarico massimo ammissibile		D.M. 16/01/1996
Sostituibilità		Analisi delle conformazioni fisico - geometriche della struttura	

Tabella 11. Analisi dei requisiti delle partizioni verticali opache



G. METAPROGETTAZIONE DELLE PARTIZIONI ORIZZONTALI

Le funzioni richieste da una pavimentazione possono essere riassunte in:

- sicurezza al fuoco
- sicurezza d'uso
- tenuta all'acqua
- contribuire al benessere igrotermico
- contribuire al benessere uditivo
- contribuire al benessere tattile
- specifiche funzioni d'uso

Si tratta di funzioni che nel loro insieme riguardano non solo le stratificazioni inerenti alla pavimentazione vera e propria, quanto l'intera partizione orizzontale, nella quale è bene ricordarlo, sono presenti l'elemento strutturale portante e gli strati di completamento inferiori (rivestimenti, controsoffittature, ecc.). Data la varietà di soluzioni tecnologiche e costruttive, anche restringendo l'analisi alle soluzioni conformi di sistemi di pavimentazione, è evidente la difficoltà di stabilire un metodo comune di valutazione, che dia risultati confrontabili in ordine al grado con cui queste funzioni sono svolte dagli elementi funzionali che costituiscono la partizione orizzontale stessa.

Per quanto attiene i sistemi di pavimentazione le diverse categorie di requisito possono diversificarsi in funzione della presenza o meno all'interno del sistema delle parti costituenti l'elemento strutturale e gli elementi di completamento e finitura ad esso inferiori. In ogni caso circoscrivendo un possibile elenco di requisiti alle sole stratificazioni essenziali per la pavimentazione e tralasciando dunque una analoga trattazione per tutto il subsistema partizione orizzontale emerge in modo evidente la sostanziale carenza di normative di riferimento. La stessa norma UNI 7999 non può essere di aiuto in proposito trattandosi più che di un elenco di caratteristiche di funzionamento, di una indicazione ordinata e sistematica delle funzioni che una pavimentazione è chiamata a svolgere in rapporto alle diverse azioni cui è soggetta.

1. Stabilità e resistenza strutturale

Il subsistema partizione orizzontale, sotto l'azione dei carichi agenti statici e dinamici derivati da ipotesi di uso previste nel progetto, deve assicurare la stabilità e la capacità di non subire danni, al fine dell'incolumità degli utenti. Per le parti componenti il subsistema alle quali è prevalentemente affidato il compito di assicurare la sicurezza statica, ossia l'impalcato strutturale, le ipotesi per la definizione dei carichi, i criteri per il dimensionamento e la verifica, soprattutto in zona sismica, il controllo delle deformazioni permanenti, i criteri di collaudo, sono regolati dalle stesse leggi vigenti per il subsistema delle strutture.

2. Resistenza agli urti

Il subsistema partizione orizzontale e in particolare gli strati del sistema di pavimentazione devono resistere agli urti da corpi solidi che possono prodursi nel corso dell'uso.

3. Reazione al fuoco

Insieme delle proprietà dei materiali costituenti il sub sistema partizione orizzontale, viste in relazione alla nascita e allo sviluppo di un incendio.

4. Resistenza al fuoco

Il subsistema partizione orizzontale deve resistere all'azione del fuoco, sia impedendo la propagazione di un incendio da un locale ad un altro, sia mantenendo condizioni di sicurezza statica (crolli, distacchi di parti, ecc.) per il tempo necessario affinché gli utenti si possano mettere in salvo.



5. Tenuta all'acqua

Il subsistema partizione orizzontale deve assicurare, se richiesto, una completa tenuta al passaggio dell'acqua evitando ristagni ed assicurandone un rapido e completo smaltimento senza che si producano danni od alterazioni al subsistema o ad altri contigui.

6. Isolamento termico

Il subsistema partizione orizzontale deve garantire, se richiesto, un adeguato valore di resistenza al passaggio del calore, in vista di assicurare il comfort termico globale e di limitare i dispersioni energetici del calore fornito dall'impianto di riscaldamento.

7. Emissione di odore da parte dei materiali

Il subsistema partizione orizzontale deve essere caratterizzato da un ridotto livello di emissione di odori dovuti alle sostanze aeriformi emesse dai materiali costituenti.

8. Isolamento acustico

Il sub sistema partizione orizzontale deve essere concepito e realizzato in modo tale da controllare e ridurre le trasmissioni dei rumori aerei fra i locali, e da ridurre eventuali rumori impattivi dovuti al transito di persone.

9. Planarità superficiale

Importanza dei difetti visibili di planarità di insieme e di planarità locale del sistema di pavimentazione.

10. Uniformità di superficie

Importanza dei difetti di superficie visibili come rigonfiamenti, bolle, fessurazioni, sfogliamenti, del sistema di pavimentazione.

11. Uniformità di colore

Limitazione della differenza di colore della superficie visibile di una stessa finitura del sistema di pavimentazione.

12. Comfort termico al tatto

Il subsistema partizione orizzontale deve garantire adeguati livelli di comfort termico del piede sulla superficie della pavimentazione.

13. Attitudine all'integrazione impiantistica

Il subsistema partizione orizzontale e gli strati costituenti qualora ciò sia previsto nelle ipotesi di progetto devono consentire il passaggio, l'alloggiamento, l'accostamento, il fissaggio di elementi tecnici di subsistemi impiantistici senza che l'integrazione comporti alterazioni del comportamento del sistema.

14. Attitudine a ridurre le scariche di elettricità statica

Il sistema di pavimentazione deve consentire la scarica di elettricità statica di una persona a contatto con una superficie conduttrice.

15. Assenza di emissioni sgradevoli o nocive

Il subsistema partizione orizzontale, deve essere costituito da materiali che non emettano sostanze aeriformi nocive e insalubri per la salute degli utenti.

16. Resistenza agli urti della pavimentazione

Il sistema di pavimentazione della partizione orizzontale deve resistere agli urti di piccolo e grande corpo che possono prodursi nel corso dell'uso.



17. Resistenza all'abrasione

Il sistema di pavimentazione della partizione orizzontale deve presentare una adeguata resistenza al consumo dello strato più superficiale causato dalla attività (per rotolamento e trascinamento) o dal passaggio di persone in presenza di polvere, sabbia e sostanze abrasive.

18. Resistenza della pavimentazione al punzonamento

Il sistema di pavimentazione della partizione orizzontale deve resistere agli sforzi di punzonamento statico e dinamico dovuti ai piedi dei mobili pesanti e carichi su ruote.

19. Resistenza della pavimentazione ad agenti chimici

Il sistema di pavimentazione della partizione orizzontale e gli elementi che costituiscono lo strato di rivestimento non devono subire danni di aspetto o funzionali in relazione sia alla presenza di particolari agenti di degrado naturale o artificiale sia all'impiego da parte degli utilizzatori di particolari prodotti aggressivi.

20. Resistenza della pavimentazione alla sigaretta

Il sistema di pavimentazione della partizione orizzontale e gli elementi che costituiscono lo strato di rivestimento non devono subire danni di aspetto rilevante o funzionali in relazione agli effetti provocati da una sigaretta accesa sulla superficie del rivestimento.

21. Resistenza agli agenti biologici

Il sistema di pavimentazione della partizione orizzontale e gli elementi che costituiscono lo strato di rivestimento non devono essere aggredibili da agenti biologici di degrado, siano essi di origine animale che di origine vegetale in modo da non riportare danni di aspetto o funzionali o influenze sull'igiene.

22. Resistenza agli agenti climatici

Il sistema di pavimentazione della partizione orizzontale e gli elementi che costituiscono lo strato di rivestimento devono resistere alle azioni di degrado dovute alle variazioni di temperatura e di umidità ed all'irraggiamento solare.

23. Pulibilità

Il sistema di pavimentazione della partizione orizzontale e gli elementi che costituiscono lo strato di rivestimento devono avere una sufficiente capacità di resistere allo sporco e sopportare interventi di pulizia.

I. SCELTE PROGETTUALI

Partizione orizzontale opaca 01 (POO 01)

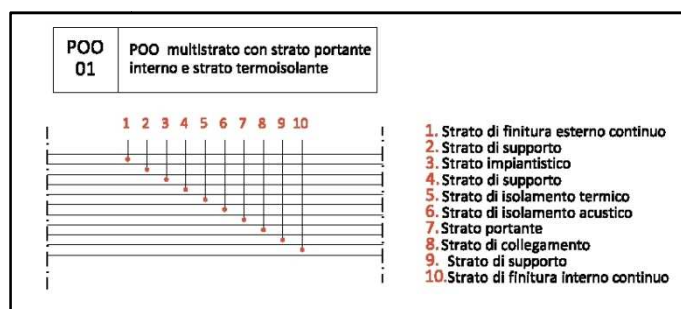


Figura 12. Soluzione adottata per la partizione orizzontale opaca 01



II. ANALISI DEI REQUISITI

REQUISITI CONNOTANTI	PARAMETRO DI VALUTAZIONE	METODO DI CONTROLLO	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
Affidabilità		Valutazione della capacità di mantenere sensibilmente invariata nel tempo la qualità del subsistema	
Assenza di emissione di sostanze nocive		Valutazione dell'attitudine a non produrre o rimettere sostanze tossiche	
Contenimento della tossicità dei fumi	Classe di contenimento della tossicità	Valutazione della capacità di limitare la produzione o l'effetto dei prodotti di combustione dei materiali	D.M. 26/06/1984 D.M. 1/02/1986
Controllo delle dispersioni di calore per trasmissione			
Controllo regolarità geometrica		Analisi della conformazione geometrica	UNI 8202/22 UNI 8273 UNI 7072 UNI 8298/5 UNI 8307 UNI 8743 UNI 8754 UNI 8898/2 UNI 8898/3 UNI EN 87 UNI EN 99 UNI EN 121 UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1 UNI EN 186/2 UNI EN 187/1 UNI EN 187/2 UNI EN 188 UNI FA 174 UNI ISO 175
Isolamento acustico ai rumori impattivi			
Isolamento termico	Misura della termotrasmissione U	Valore medio della trasmittanza dell'intera parete nelle condizioni quanto più possibile prossime a quelle di impiego	D.M. 18/12/1975 Legge 818/84 UNI 7357 UNI 7891 UNI 7745 UNI 8804



			UNI 9252 UNI FA 83 UNI FA 101 UNI FA 264 UNI FA 112 UNI FA 113 D.M. 30/7/1986 D.M. 10/3/1977 ASTM C 236 D.P.R. 1052 del 28/6/1977 Legge 373 del 30/4/1976
Reazione al fuoco	Classe di reazione al fuoco (0- 5)	Valutazione della reazione al fuoco dei materiali costituenti	D.M. 26/06/1984
Regolarità finiture		Controllo della regolarità geometrica dei materiali di finitura superficiale	UNI 2623 UNI 2624 UNI 2625 UNI 2626 UNI 4373 UNI 4374 UNI 7071 UNI 7072 UNI 7823 UNI 8272/1 UNI 8272/2 UNI 8273 UNI 8754 UNI 8813 UNI 8941/1 UNI 8941/2 UNI 8941/3 UNI EN 98 UNI EN 121 UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1 UNI EN 186/2 UNI EN 187/1 UNI EN 187/2 UNI EN 188 UNI FA 174
Resistenza agli agenti aggressivi chimici	Classe di resistenza (classificazione UPEC)	Analisi chimico-fisica del subsistema (Analisi dell'attitudine a non subire dissoluzioni, disgregazioni o riduzioni di prestazioni a causa dell'azione di agenti chimici)	UNI 7071 UNI 8202/28 UNI 8754 UNI 8298/4 UNI 8898/2 UNI 8898/3 UNI 8903 UNI EN 106



			UNI EN 121 UNI EN 122 UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1 UNI EN 186/2 UNI EN 187/2 UNI EN 188 UNI ISO 175 ICITE UEAtc
Resistenza agli attacchi biologici	Classe di resistenza (classificazione UPEC)	Analisi chimico-fisica del subsistema	UNI 8754 UNI 8789 UNI 8795 UNI 8859 UNI 8898/2 UNI 8898/3 UNI 8940 UNI 8976 UNI 9090 UNI 9092/2 UNI EN 20 UNI EN 21 UNI EN 22 UNI EN 47 UNI EN 48 UNI EN 49 UNI EN 73 UNI EN 84 UNI EN 113 UNI EN 117 UNI EN 118 UNI EN 212 UNI FA 214
Resistenza ai carichi sospesi			UNI 8326
Resistenza al fuoco	Classe REI	Valutazione della resistenza al fuoco dei materiali costituenti	Circ. 91 del 14/09/1961 D.M. 30/11/1983 UNI 1363/1 UNI 1363/2 UNI 7678
Resistenza al gelo			UNI 3949 UNI 8626 UNI 8635/11,/12 UNI 8754 UNI EN 202
Sostituibilità		Analisi delle conformazioni fisico - geometriche della	



		struttura.	
Resistenza al vento	Classe di resistenza al vento	Valutazione della capacità di mantenere inalterate le caratteristiche nel tempo	D.M. 12/02/1982 C.M.LL.PP. 25/5/82 n° 22631 CNR B.U. 117
Resistenza all'acqua	Classe di resistenza all'acqua	Valutazione della capacità di non subire alterazioni chimico-fisiche e meccaniche	UNI 8202/22 UNI 8307 UNI 8629/2,/3,/4,/5 UNI 8635/9 UNI 8743 UNI 8754 UNI 9307/1 UNI 9308/1 UNI EN 99 UNI EN 121 UNI EN 159 UNI EN 163 UNI EN 176 UNI EN 177 UNI EN 178 UNI EN 186/1,/2 UNI EN 187/1,/2 UNI EN 188 UNI ISO 175
Resistenza all'irraggiamento		Valutazione dell'attitudine a non subire mutamenti dovuti all'esposizione all'energia radiante	UNI 4529 UNI 6063 UNI 7074 UNI 8202/29 UNI 8272 UNI 8941/1,/2,/3 UNI 9307/1 UNI 9308/2 UNI ISO 4582
Resistenza meccanica	Massimo sovraccarico ammissibile per appoggio semplice		D.M. LL.PP. 186/07/75 D.M. 16/1/1996 D.M. 9/1/1996 C.M.LL.PP. 15/10/1996 n° 252AA.GG./STC Legge n° 1086/1971 D.M. 14/2/1992 D.M. 9/1/1996 Legge n° 64 del 2/2/1974 D.M. 12/2/1982 Legge n° 64/1974 Legge regionale 35/1984 Legge regionale 40/1995 C.M.LL.PP. n° 22631 del 24/5/1982 C.M.LL.PP. n° 27690 del



			19/7/1986 CNR B.U. 84 CNR B.U. 89 CNR B.U. 107 CNR B.U. 117 CNR B.U. 118 CNR B.U. 10011
Resistenza meccanica agli urti	Energia massima d'urto sopportabile E	Analisi dell'attitudine a contrastare gli urti (gli urti non devono compromettere le esigenze di sicurezza, stabilità del subsistema)	UNI 8201 UNI 10879 UNI 10880 UNI ISO 7892
Resistenza meccanica	Periodo di sovraccarico massimo ammissibile		D.M. 16/01/1996

Tabella 12. Analisi dei requisiti della partizione orizzontale opaca



3. CALCOLO DELLE PRESTAZIONI DELLE SOLUZIONI TECNOLOGICHE

A. CHIUSURA VERTICALE OPACA 01

I. DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE DELLO STRATO DI ISOLAMENTO TERMICO

I livelli prestazionali di isolamento termico che ci si pone come obiettivo per le varie soluzioni tecnologiche rientrano in un'ottica di sostenibilità ambientale e sensibilità energetica che mira ad ottenere una valutazione di classe energetica A dell'involucro. Vengono considerati come parametri standard per l'isolamento termico delle soluzioni tecnologiche, i valori indicati dall'agenzia CasaClima relativi ad una casa plurifamiliare con classificazione energetica A.

Casa plurifamiliare	CasaClima A Casa da 3 litri	CasaClima B Casa da 5 litri	Standard minimo Classe C
Pareti	0,15 - 0,25	0,2 - 0,3	0,3 - 0,45
Tetto	0,1 - 0,2	0,15 - 0,25	0,25 - 0,4
Solaio verso la cantina o aderente al suolo	0,25 - 0,35	0,3 - 0,5	0,5 - 0,7
Vetrata Ug	< 1,0	< 1,2	< 1,4
Finestra Uw	< 1,3	< 1,5	< 1,6
Ventilazione controllata con recupero del calore dall'aria di scarico	normalmente necessaria	non necessaria	non necessaria

Tabella 13. Valori U standard di CasaClima

E' importante sottolineare come lo standard CasaClima non dipenda solo dalla scelta di materiali adatti, ma sono rilevanti anche parametri quali la compattezza e l'orientamento dell'edificio.

Per determinare lo spessore dello strato di isolante termico necessario alla singola soluzione tecnologica, al fine di raggiungere il livello prestazionale stabilito dall'agenzia CasaClima per una casa plurifamiliare di classe energetica A, si conduce un calcolo preliminare della trasmittanza U' della stessa soluzione tecnologica priva di isolamento termico. Per trasmittanza di una soluzione tecnologica si intende la capacità di questa di trasmettere calore da un ambiente ad un altro. Il suo valore dipende dalla conduttività termica λ e dallo spessore s di ciascuno strato di materiale che la compone; ogni soluzione tecnologica ammetterà quindi una trasmittanza U propria come valore caratteristico. La formula mediante la quale è possibile ricavare tale valore è:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\sum s}{\lambda} + \frac{1}{C} + \frac{1}{\alpha_e}}$$

dove:

U è la trasmittanza della soluzione tecnologica

α_i e α_e sono i coefficienti liminari interno ed esterno, rispettivamente pari a 8 e 23

s è lo spessore dello strato di materiale considerato

λ è la conduttività termica dello strato di materiale considerato

C è la conduttività termica caratteristica dell'aria ferma.

Al fine di determinare lo spessore dello strato di isolante termico da inserire nella soluzione tecnologica, si procede calcolando prima uno spessore teorico necessario al raggiungimento della prestazione prefissata considerando un isolante preso come riferimento: nel caso specifico delle chiusure opache verticali si considera un isolante di origine minerale in lana di



roccia con $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ e $d = 40\text{-}175 \text{ Kg/m}^3$ in quanto permette di ottenere uno sfasamento dell'onda termica contenuto poiché possiede un valore di calore specifico limitato, pari a $0,84 \text{ kJ/kgK}$. Per le chiusure opache orizzontali la scelta è ricaduta su un isolante di origine sintetica in poliuretano espanso con $\lambda = 0,024 \text{ W/m}^2\text{K}$ e $d = 40 \text{ Kg/m}^3$, poiché se si fosse utilizzato anche in questo caso la lana di roccia, si sarebbero ottenuti valori di sfasamento dell'onda termica eccessivi; si procede poi a scegliere da catalogo un adeguato spessore dei pannelli in modo tale da superare o come minimo pareggiare la quantità teorica dello spessore di isolante calcolato. Infine si procede alla determinazione della trasmittanza reale della chiusura, considerando lo spessore dell'isolante termico adottato e si verifica che tale valore sia inferiore alla specifica di prestazione assunta in precedenza.

Strato	s	λ
	[m]	[W/mK]
Coefficiente liminare interno		8
Doppia lastra in gesso rivestito con barriera al vapore in alluminio (<i>tipo KNAUF</i>)	0,025	0,21
Lastra in gesso rivestito (<i>tipo KNAUF</i>)	0,0125	0,21
Lastra in cemento Portland (<i>tipo ACQUAPANEL Cement Board Outdoor</i>)	0,0125	0,32
Intercapedine d'aria ventilata	0,05	0,5
Assito in legno di abete sp. 10 mm	0,01	0,12
Rivestimento esterno in rame (<i>tipo TECU PATINA</i>)	0,0007	380
Coefficiente liminare esterno		23
U' [W/m ² K]		1,756
λ dell'isolante (<i>tipo CELENIT LR</i>) [W/mK]		0,035
Spessore dell'isolante (<i>tipo CELENIT LR</i>) da adottare [m]		0,213
Spessore realmente considerato (<i>tipo CELENIT FL/250 d = 250 Kg/m³</i>) [m]	0,100	0,049
Spessore realmente considerato (<i>tipo CELENIT LR/100 d = 100 Kg/m³</i>) [m]	0,060	0,033
Spessore realmente considerato (<i>tipo CELENIT LR/40 d = 40 Kg/m³</i>) [m]	0,080	0,035

Tabella 14. Calcolo e scelta dello strato di isolamento termico

Verifica			
Requisito connotante	Specifica prestazione	Trasmittanza di progetto	Esito verifica
Isolamento termico	0,15	0,149	Positivo

Tabella 15. Verifica dello spessore dello strato di isolamento termico inserito

II. DEFINIZIONE DELLA COMPOSIZIONE DELLA SOLUZIONE TECNOLOGICA

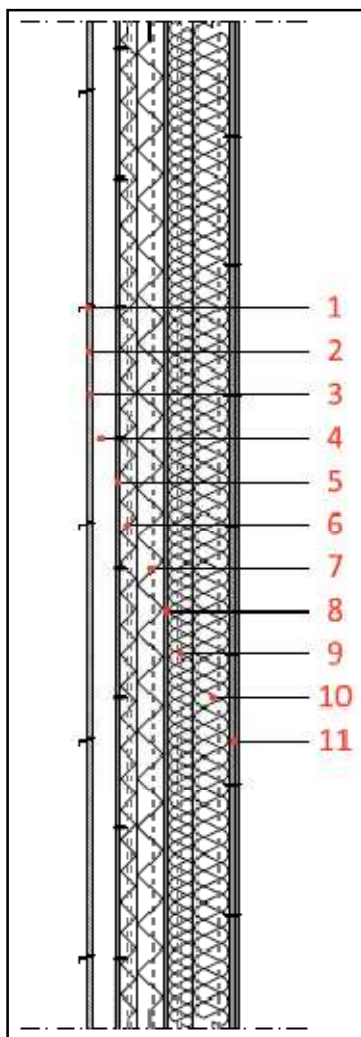


Figura 13. Particolare della soluzione tecnologica, scala 1:20

1. Doga in rame patinata a mano TECU PATINA, sp. 7/10 mm
2. Guaina traspirante termo riflettente TYVEK WOOD PRIMO
3. Assito in legno di abete monostrato NORDPAN, sp. 10 mm
4. Intercapedine d'aria ventilata, sp. 50 mm
5. Lastra in fibrocemento rinforzato AQUAPANEL OUTDOOR KNAUF, sp. 12,5 mm
6. Strato di isolante termico in fibra di legno CELENIT FL d= 250 kg/m³, $\lambda=0,049$ W/m²K, sp. 40 mm
7. Strato di isolante termico in fibra di legno CELENIT FL d= 250 kg/m³, $\lambda=0,049$ W/m²K, sp. 60 mm
8. Lastra in gesso rivestito KNAUF, sp. 12,5 mm
9. Strato di isolante termico in lana di roccia CELENIT LR d= 100 kg/m³, $\lambda=0,033$ W/m²K, sp. 60 mm
10. Strato di isolante termico in lana di roccia CELENIT LR d= 40 kg/m³, $\lambda=0,035$ W/m²K, sp. 80 mm
11. Doppia lastra in gesso rivestito KNAUF con interposta barriera al vapore in alluminio, sp. 25 mm



B. CHIUSURA VERTICALE OPACA 02

I. DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE DELLO STRATO DI ISOLAMENTO TERMICO

Strato	s	λ
	[m]	[W/mK]
Coefficiente liminare interno		8
Doppia lastra in gesso rivestito con barriera al vapore in alluminio (<i>tipo KNAUF</i>)	0,025	0,21
Calcestruzzo armato di sabbia e ghiaia $d = 2200 \text{ Kg/m}^3$	0,20	2,30
Lastra in cemento Portland (<i>tipo ACQUAPANEL Cement Board Outdoor</i>)	0,0125	0,32
Intercapedine d'aria ventilata	0,05	0,5
Assito in legno di abete sp. 10 mm	0,01	0,12
Rivestimento esterno in rame (<i>tipo TECU PATINA</i>)	0,0007	380
Coefficiente liminare esterno		23
U' [W/m ² K]		1,916
λ dell'isolante (<i>tipo CELENIT LR</i>) [W/mK]		0,035
Spessore dell'isolante (<i>tipo CELENIT LR</i>) da adottare [m]		0,217
Spessore realmente considerato (<i>tipo CELENIT LR/40 d = 40 Kg/m³</i>) [m]	0,240	0,035

Tabella 16. Calcolo e scelta dello strato di isolamento termico

Verifica			
Requisito connotante	Specifica prestazione	Trasmittanza di progetto	Esito verifica
Isolamento termico	0,15	0,136	Positivo

Tabella 17. Verifica dello spessore dello strato di isolamento termico inserito

II. DEFINIZIONE DELLA COMPOSIZIONE DELLA SOLUZIONE TECNOLOGICA

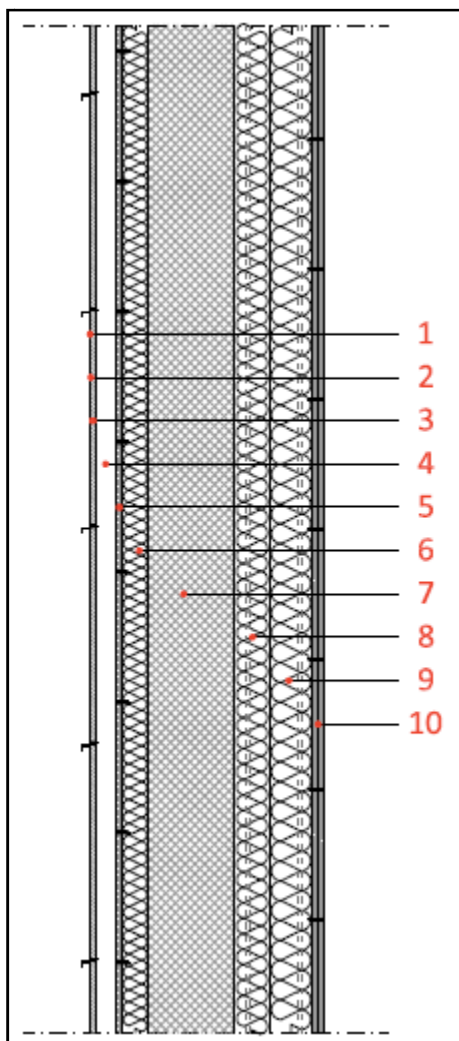


Figura 14. Particolare della soluzione tecnologica, scala 1:20

1. Doga in rame patinata a mano TECU PATINA, sp. 7/10 mm
2. Guaina traspirante termo riflettente TYVEK WOOD PRIMO
3. Assito in legno di abete monostrato NORDPAN, sp. 10 mm
4. Intercapedine d'aria ventilata, sp. 50 mm
5. Lastra in fibrocemento rinforzato AQUAPANEL OUTDOOR KNAUF, sp. 12,5 mm
6. Strato di isolante termico in lana di roccia CELENIT LR $d=40\text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,035\text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 60 mm
7. Setto in calcestruzzo C30 gettato in opera $d=2200\text{ kg/m}^3$, $R_{ck}30\text{ N/mm}^2$, sp. 200 mm
8. Strato di isolante termico in lana di roccia CELENIT LR $d=40\text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,035\text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 80 mm
9. Strato di isolante termico in lana di roccia CELENIT LR $d=40\text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,035\text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 100 mm
10. Doppia lastra in gesso rivestito KNAUF con interposta barriera al vapore in alluminio, sp. 25 mm



C. CHIUSURA VERTICALE OPACA 03

I. DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE DELLO STRATO DI ISOLAMENTO TERMICO

Strato	s	λ
	[m]	[W/mK]
Coefficiente liminare interno		8
Doppia lastra in gesso rivestito con barriera al vapore in alluminio (<i>tipo KNAUF</i>)	0,025	0,21
Lastra in gesso rivestito (<i>tipo KNAUF</i>)	0,0125	0,21
Lastra in cemento Portland (<i>tipo ACQUAPANEL Cement Board Outdoor</i>)	0,0125	0,32
Intercapedine d'aria ventilata	0,05	0,5
Assito in legno di abete sp. 10 mm	0,01	0,12
Rivestimento esterno in legno (<i>tipo NORDPAN</i>)	0,02	0,13
Coefficiente liminare esterno		23
U' [W/m ² K]		1,383
λ dell'isolante (<i>tipo CELENIT LR</i>) [W/mK]		0,035
Spessore dell'isolante (<i>tipo CELENIT LR</i>) da adottare [m]		0,208
Spessore realmente considerato (<i>tipo CELENIT FL/250 d = 250 Kg/m³</i>) [m]	0,100	0,049
Spessore realmente considerato (<i>tipo CELENIT LR/100 d = 100 Kg/m³</i>) [m]	0,060	0,033
Spessore realmente considerato (<i>tipo CELENIT LR/40 d = 40 Kg/m³</i>) [m]	0,080	0,035

Tabella 18. Calcolo e scelta dello strato di isolamento termico

Verifica			
Requisito connotante	Specifica prestazione	Trasmittanza di progetto	Esito verifica
Isolamento termico	0,15	0,146	Positivo

Tabella 19. Verifica dello spessore dello strato di isolamento termico inserito

II. DEFINIZIONE DELLA COMPOSIZIONE DELLA SOLUZIONE TECNOLOGICA

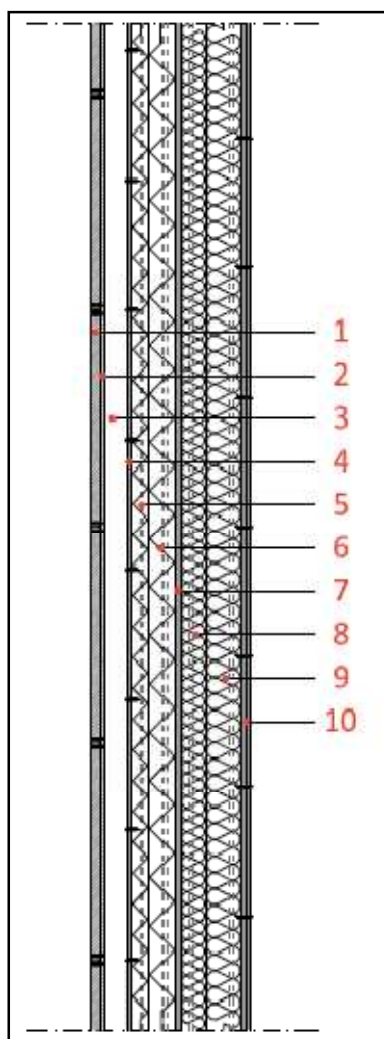


Figura 15. Particolare della soluzione tecnologica, scala 1:20

1. Doga in legno di abete a 3 strati NORDPAN, sp. 19 mm
2. Assito in legno di abete monostrato NORDPAN, sp. 10 mm
3. Intercapedine d'aria ventilata, sp. 50 mm
4. Lastra in fibrocemento rinforzato AQUAPANEL OUTDOOR KNAUF, sp. 12,5 mm
5. Strato di isolante termico in fibra di legno CELENIT FL $d= 250 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,049 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 40 mm
6. Strato di isolante termico in fibra di legno CELENIT FL $d= 250 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,049 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 60 mm
7. Lastra in gesso rivestito KNAUF, sp. 12,5 mm
8. Strato di isolante termico in lana di roccia CELENIT LR $d= 100 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,033 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 80 mm
9. Strato di isolante termico in lana di roccia CELENIT LR $d= 40 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 80 mm
10. Doppia lastra in gesso rivestito KNAUF con interposta barriera al vapore in alluminio, sp. 25 mm



D. CHIUSURA VERTICALE OPACA 04

I. DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE DELLO STRATO DI ISOLAMENTO TERMICO

Strato	s	λ
	[m]	[W/mK]
Coefficiente liminare interno		8
Doppia lastra in gesso rivestito con barriera al vapore in alluminio (<i>tipo KNAUF</i>)	0,025	0,21
Calcestruzzo armato di sabbia e ghiaia $d = 2200 \text{ Kg/m}^3$	0,20	2,30
Lastra in cemento Portland (<i>tipo ACQUAPANEL Cement Board Outdoor</i>)	0,0125	0,32
Intercapedine d'aria ventilata	0,05	0,5
Assito in legno di abete sp. 10 mm	0,01	0,12
Rivestimento esterno in legno (<i>tipo NORDPAN</i>)	0,02	0,13
Coefficiente liminare esterno		23
U' [W/m ² K]		1,332
λ dell'isolante (<i>tipo CELENIT LR</i>) [W/mK]		0,035
Spessore dell'isolante (<i>tipo CELENIT LR</i>) da adottare [m]		0,214
Spessore realmente considerato (<i>tipo CELENIT LR/40</i> $d = 40 \text{ Kg/m}^3$) [m]	0,240	0,035

Tabella 20. Calcolo e scelta dello strato di isolamento termico

Verifica			
Requisito connotante	Specifica prestazione	Trasmittanza di progetto	Esito verifica
Isolamento termico	0,15	0,131	Positivo

Tabella 21. Verifica dello spessore dello strato di isolamento termico inserito

II. DEFINIZIONE DELLA COMPOSIZIONE DELLA SOLUZIONE TECNOLOGICA

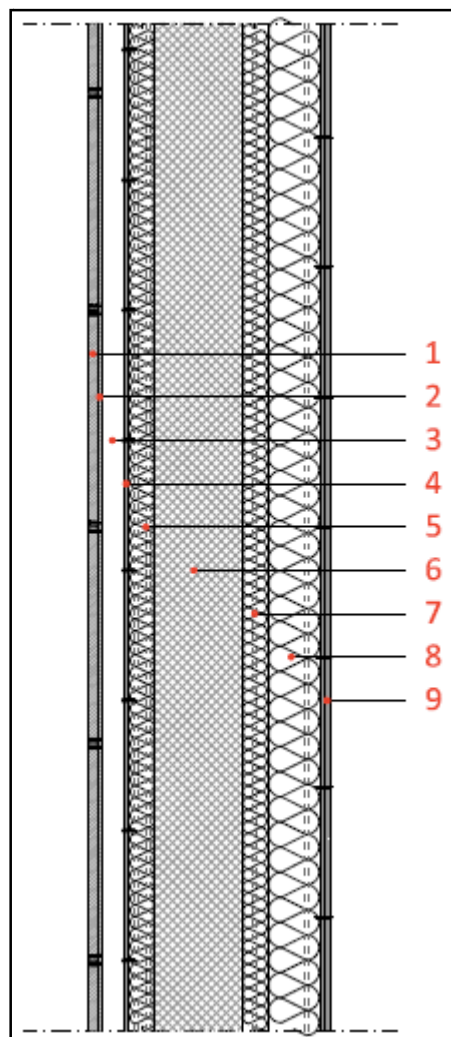


Figura 16. Particolare della soluzione tecnologica, scala 1:20

1. Doga in legno di abete a 3 strati NORDPAN, sp. 19 mm
2. Assito in legno di abete monostrato NORDPAN, sp. 10 mm
3. Intercapedine d'aria ventilata, sp. 50 mm
4. Lastra in fibrocemento rinforzato AQUAPANEL OUTDOOR KNAUF, sp. 12,5 mm
5. Strato di isolante termico in lana di roccia CELENIT LR $d=40\text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,035\text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 60 mm
6. Setto in calcestruzzo C30 gettato in opera $d=2200\text{ kg/m}^3$, $R_{ck}30\text{ N/mm}^2$, sp. 200 mm
7. Strato di isolante termico in lana di roccia CELENIT LR $d=40\text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,035\text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 80 mm
8. Strato di isolante termico in lana di roccia CELENIT LR $d=40\text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,035\text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 100 mm
9. Doppia lastra in gesso rivestito KNAUF con interposta barriera al vapore in alluminio, sp. 25 mm



E. CHIUSURA ORIZZONTALE OPACA 01

I. DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE DELLO STRATO DI ISOLAMENTO TERMICO

Strato	s	λ
	[m]	[W/mK]
Coefficiente liminare interno		8
Pavimentazione in resina epossidica (<i>tipo MAPEI</i>)	0,003	1,10
Doppio strato di pavilastre (<i>tipo KNAUF F145</i>)	0,025	0,21
Pavimento radiante (<i>tipo VELTA SICCUS</i>)	0,027	0,15
Calcestruzzo armato di sabbia e ghiaia $d = 2200 \text{ Kg/m}^3$	0,06	2,30
Solaio predalles	0,3	1,72
Coefficiente liminare esterno		23
U' [W/m ² K]		1,491
λ dell'isolante (<i>tipo ISOLAPARMA RF3</i>) [W/mK]		0,024
Spessore dell'isolante (<i>tipo ISOLAPARMA RF3</i>) da adottare [m]		0,080
Spessore realmente considerato (<i>tipo ISOLAPARMA RF3</i> $d = 36 \text{ Kg/m}^3$) [m]	0,080	0,024

Tabella 22. Calcolo e scelta dello strato di isolamento termico

Verifica			
Requisito connotante	Specifica prestazione	Trasmittanza di progetto	Esito verifica
Isolamento termico	0,25	0,25	Positivo

Tabella 23. Verifica dello spessore dello strato di isolamento termico inserito

II. DEFINIZIONE DELLA COMPOSIZIONE DELLA SOLUZIONE TECNOLOGICA

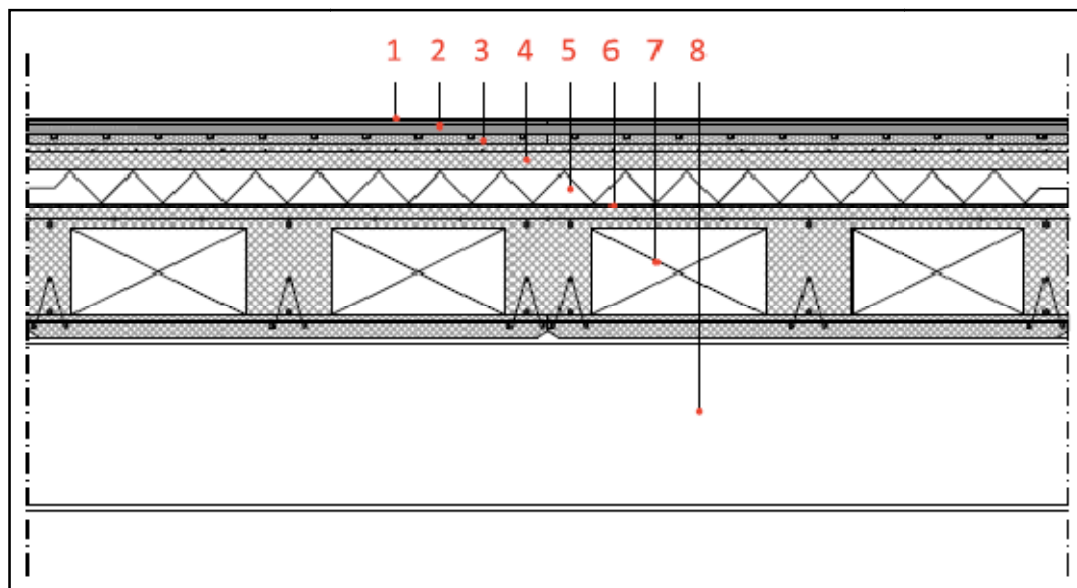


Figura 17. Particolare della soluzione tecnologica, scala 1:20

1. Finitura in resina epossidica MAPEI, sp. 3 mm
2. Doppia lastra in gesso rivestito KNAUF per sottofondi, sp. 25 mm
3. Pannello radiante da pavimento VELTA SICCUS KLIMA, sp. 27 mm
4. Massetto alleggerito in calcestruzzo di sabbia e ghiaia gettato in opera $d= 600 \text{ kg/m}^3$, sp. 50 mm
5. Strato di isolante termico in poliuretano espanso rigido ISOLPARMA RF3 $d= 36 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,024 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 80 mm
6. Strato di isolante acustico in polietilene reticolato ISOLMANT, $d= 30 \text{ kg/m}^3$, sp. 6 mm
7. Solaio in lastre predalle in calcestruzzo C25 $d= 2200 \text{ kg/m}^3$, RCK 25 N/mm^2 , sp. 300 mm
8. Profilo in acciaio laminato a caldo IPE O 400



F. CHIUSURA ORIZZONTALE OPACA 02

I. DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE DELLO STRATO DI ISOLAMENTO TERMICO

Strato	s	λ
	[m]	[W/mK]
Coefficiente liminare interno		8
Controsoffitto di lastra in gesso rivestito (<i>tipo KNAUF</i>)	0,015	0,21
Lamiera grecata	0,0007	60
Calcestruzzo armato di sabbia e ghiaia $d = 2200 \text{ Kg/m}^3$	0,15	2,30
Isolante acustico (<i>tipo ISOLMANT</i>)	0,006	0,0348
Massetto in calcestruzzo di sabbia e ghiaia $d = 600 \text{ Kg/m}^3$	0,05	1,60
Strato di impermeabilizzante (<i>tipo EXTENSA</i>)	0,004	0,30
Coefficiente liminare esterno		23
U' [W/m ² K]		2,462
λ dell'isolante (<i>tipo ISOLAPARMA RF3</i>) [W/mK]		0,024
Spessore dell'isolante (<i>tipo ISOLAPARMA RF3</i>) da adottare [m]		0,150
Spessore realmente considerato (<i>tipo ISOLAPARMA RF3</i> $d = 36 \text{ Kg/m}^3$) [m]	0,150	0,024

Tabella 24. Calcolo e scelta dello strato di isolamento termico

Verifica			
Requisito connotante	Specifica prestazione	Trasmittanza di progetto	Esito verifica
Isolamento termico	0,15	0,149	Positivo

Tabella 25. Verifica dello spessore dello strato di isolamento termico inserito



II. DEFINIZIONE DELLA COMPOSIZIONE DELLA SOLUZIONE TECNOLOGICA

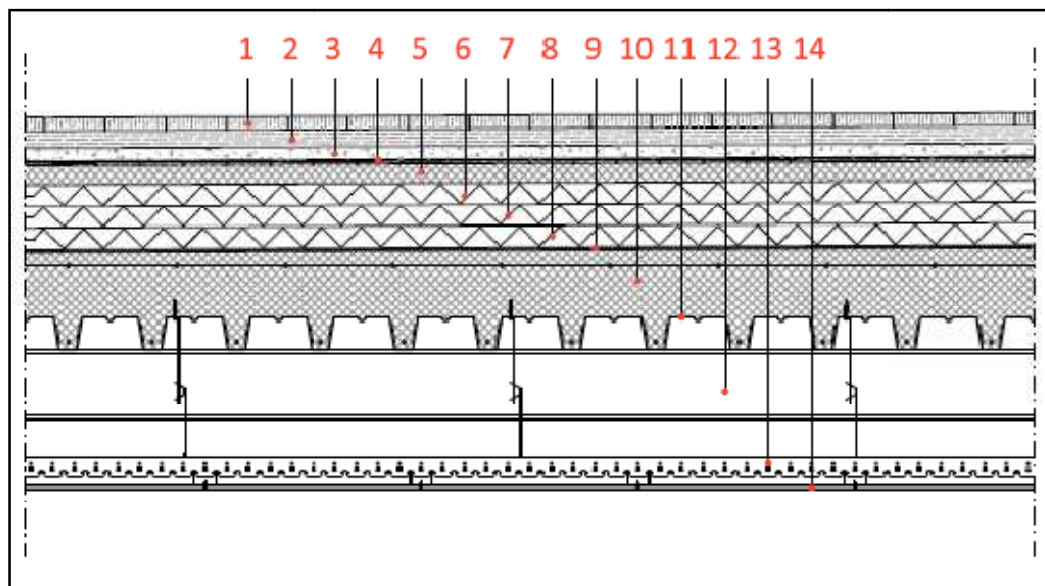


Figura 18. Particolare della soluzione tecnologica, scala 1:20

1. Doga composta di polipropilene e fibre di legno REHAU, sp. 30 mm
2. Sottostruttura composta di polipropilene e fibre di legno REHAU, sp. 40 mm
3. Massetto in calcestruzzo alleggerito di sabbia e ghiaia gettato in opera $d= 600 \text{ kg/m}^3$, sp. 30 mm
4. Strato di impermeabilizzante bituminoso EXTENSA, sp. 4 mm
5. Massetto in calcestruzzo alleggerito di sabbia e ghiaia gettato in opera $d= 600 \text{ kg/m}^3$, sp. 50 mm
6. Strato di isolante termico in poliuretano espanso rigido ISOLPARMA RF3 $d= 36 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,024 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 50 mm
7. Strato di isolante termico in poliuretano espanso rigido ISOLPARMA RF3 $d= 36 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,024 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 50 mm
8. Strato di isolante termico in poliuretano espanso rigido ISOLPARMA RF3 $d= 36 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,024 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 50 mm
9. Strato di isolante acustico in polietilene reticolato ISOLMANT, $d= 30 \text{ kg/m}^3$, sp. 6 mm
10. Soletta in calcestruzzo C25 gettata in opera $d= 2200 \text{ kg/m}^3$, $\text{RCK } 25 \text{ N/mm}^2$, sp. 150 mm
11. Lamiera grecata in acciaio zincato ad aderenza migliorata, sp. 7/10 mm
12. Profilo in acciaio laminato a caldo IPE O 300
13. Orditura metallica di supporto doppia KNAUF in alluminio zincato: profilo U a scatto, 40 x28x0,7 mm, profilo C Plus 50x27x0,6 mm
14. Lastra in gesso rivestito KNAUF, sp. 15mm



G. CHIUSURA ORIZZONTALE OPACA 03

I. DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE DELLO STRATO DI ISOLAMENTO TERMICO

Strato	s	λ
	[m]	[W/mK]
Coefficiente liminare interno		8
Controsoffitto di lastra in gesso rivestito (tipo KNAUF)	0,015	0,21
Lamiera grecata	0,0007	60
Calcestruzzo armato di sabbia e ghiaia $d = 2200 \text{ Kg/m}^3$	0,15	2,30
Isolante acustico (tipo ISOLMANT)	0,006	0,0348
Massetto in calcestruzzo di sabbia e ghiaia $d = 600 \text{ Kg/m}^3$	0,05	1,60
Strato di impermeabilizzante (tipo EXTENSA)	0,004	0,30
Strato di terra vegetale	0,10	0,90
Coefficiente liminare esterno		23
U' [W/m ² K]		1,579
λ dell'isolante (tipo ISOLAPARMA RF3) [W/mK]		0,024
Spessore dell'isolante (tipo ISOLAPARMA RF3) da adottare [m]		0,145
Spessore realmente considerato (tipo ISOLAPARMA RF3 $d = 36 \text{ Kg/m}^3$) [m]	0,150	0,024

Tabella 26. Calcolo e scelta dello strato di isolamento termico

Verifica			
Requisito connotante	Specifica prestazione	Trasmittanza di progetto	Esito verifica
Isolamento termico	0,15	0,145	Positivo

Tabella 27. Verifica dello spessore dello strato di isolamento termico inserito



II. DEFINIZIONE DELLA COMPOSIZIONE DELLA SOLUZIONE TECNOLOGICA

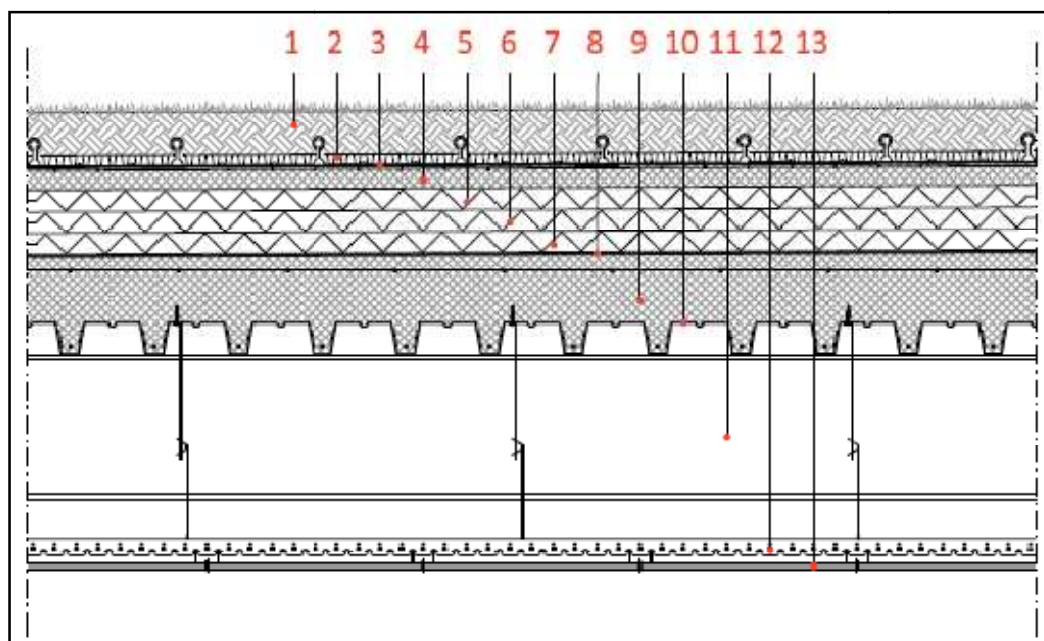


Figura 19. Particolare della soluzione tecnologica, scala 1:20

1. Strato di terreno vegetale, sp. 100 mm
2. Strato drenante in alluminio zincato, sp. 25 mm
3. Strato di impermeabilizzante bituminoso EXTENSA, sp. 4 mm
4. Massetto in calcestruzzo alleggerito di sabbia e ghiaia gettato in opera $d= 600 \text{ kg/m}^3$, sp. 50 mm
5. Strato di isolante termico in poliuretano espanso rigido ISOLPARMA RF3 $d= 36 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,024 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 50 mm
6. Strato di isolante termico in poliuretano espanso rigido ISOLPARMA RF3 $d= 36 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,024 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 50 mm
7. Strato di isolante termico in poliuretano espanso rigido ISOLPARMA RF3 $d= 36 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,024 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 50 mm
8. Strato di isolante acustico in polietilene reticolato ISOLMANT, $d= 30 \text{ kg/m}^3$, sp. 6 mm
9. Soletta in calcestruzzo C25 gettata in opera $d= 2200 \text{ kg/m}^3$, $\text{RCK } 25 \text{ N/mm}^2$, sp. 150 mm
10. Lamiera grecata in acciaio zincato ad aderenza migliorata, sp. 7/10 mm
11. Profilo in acciaio laminato a caldo IPE O 330
12. Orditura metallica di supporto doppia KNAUF in alluminio zincato: profilo U a scatto, 40 x28x0,7 mm, profilo C Plus 50x27x0,6 mm
13. Lastra in gesso rivestito KNAUF, sp. 15mm



H. CHIUSURA ORIZZONTALE OPACA 04

I. DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE DELLO STRATO DI ISOLAMENTO TERMICO

Strato	s	λ
	[m]	[W/mK]
Coefficiente liminare interno		8
Controsoffitto di lastra in gesso rivestito (<i>tipo KNAUF</i>)	0,015	0,21
Lamiera grecata	0,0007	60
Calcestruzzo armato di sabbia e ghiaia $d = 2200 \text{ Kg/m}^3$	0,15	2,30
Isolante acustico (<i>tipo ISOLMANT</i>)	0,006	0,0348
Massetto in calcestruzzo di sabbia e ghiaia $d = 600 \text{ Kg/m}^3$	0,05	1,60
Strato di impermeabilizzante (<i>tipo EXTENSA</i>)	0,004	0,30
Pannello in PSE espanso sinterizzato con rivestimento metallico (<i>tipo LARES</i>)	0,05	0,034
Coefficiente liminare esterno		23
U' [$\text{W/m}^2\text{K}$]		0,502
λ dell'isolante (<i>tipo ISOLAPARMA RF3</i>) [W/mK]		0,024
Spessore dell'isolante (<i>tipo ISOLAPARMA RF3</i>) da adottare [m]		0,112
Spessore realmente considerato (<i>tipo ISOLAPARMA RF3</i> $d = 36 \text{ Kg/m}^3$) [m]	0,120	0,024

Tabella 28. Calcolo e scelta dello strato di isolamento termico

Verifica			
Requisito connotante	Specifica prestazione	Trasmittanza di progetto	Esito verifica
Isolamento termico	0,15	0,143	Positivo

Tabella 29. Verifica dello spessore dello strato di isolamento termico inserito



II. DEFINIZIONE DELLA COMPOSIZIONE DELLA SOLUZIONE TECNOLOGICA

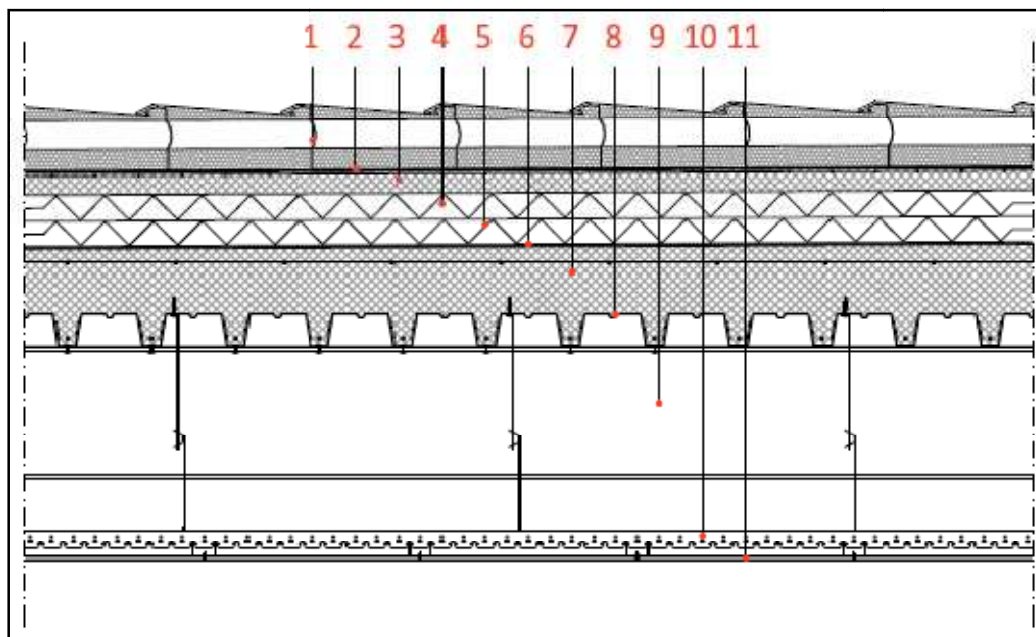


Figura 20. Particolare della soluzione tecnologica, scala 1:20

1. Pannello in PSE espanso sinterizzato con rivestimento metallico LARES PLUS, sp. 150 mm
2. Strato di impermeabilizzante bituminoso EXTENSA, sp. 4 mm
3. Massetto in calcestruzzo alleggerito di sabbia e ghiaia gettato in opera $d= 600 \text{ kg/m}^3$, sp. 50 mm
4. Strato di isolante termico in poliuretano espanso rigido ISOLPARMA RF3 $d= 36 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,024 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 60 mm
5. Strato di isolante termico in poliuretano espanso ISOLPARMA RF3 $d= 36 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,024 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 60 mm
6. Strato di isolante acustico in polietilene reticolato ISOLMANT, $d= 30 \text{ kg/m}^3$, sp. 6 mm
7. Soletta in calcestruzzo C25 gettata in opera $d= 2200 \text{ kg/m}^3$, $\text{RCK } 25 \text{ N/mm}^2$, sp. 150 mm
8. Lamiera grecata in acciaio zincato ad aderenza migliorata, sp. 7/10 mm
9. Profilo in acciaio laminato a caldo IPE O 300
10. Orditura metallica di supporto doppia KNAUF in alluminio zincato: profilo U a scatto, 40x28x0,7 mm, profilo C Plus 50x27x0,6 mm
11. Lastra in gesso rivestito KNAUF, sp. 15mm



I. CHIUSURA ORIZZONTALE OPACA 05

I. DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE DELLO STRATO DI ISOLAMENTO TERMICO

Strato	s	λ
	[m]	[W/mK]
Coefficiente liminare interno		8
Pavimentazione in legno (<i>tipo JOINT</i>)	0,008	0,15
Doppio strato di pavilastre (<i>tipo KNAUF F145</i>)	0,025	0,21
Pavimento radiante (<i>tipo VELTA SICCUS</i>)	0,027	0,15
Massetto in calcestruzzo di sabbia e ghiaia $d = 2200 \text{ Kg/m}^3$	0,05	1,60
Isolante acustico (<i>tipo ISOLMANT</i>)	0,006	0,0348
Calcestruzzo armato di sabbia e ghiaia $d = 600 \text{ Kg/m}^3$	0,15	2,30
Lamiera grecata	0,0007	60
Rivestimento esterno in legno (<i>tipo NORDPAN</i>)	0,02	0,13
Coefficiente liminare esterno		23
U' [W/m ² K]		1,060
λ dell'isolante (<i>tipo ISOLAPARMA RF3</i>) [W/mK]		0,024
Spessore dell'isolante (<i>tipo ISOLAPARMA RF3</i>) da adottare [m]		0,137
Spessore realmente considerato (<i>tipo ISOLAPARMA RF3</i> $d = 36 \text{ Kg/m}^3$) [m]	0,140	0,024

Tabella 30. Calcolo e scelta dello strato di isolamento termico

Verifica			
Requisito connotante	Specifica prestazione	Trasmittanza di progetto	Esito verifica
Isolamento termico	0,15	0,148	Positivo

Tabella 31. Verifica dello spessore dello strato di isolamento termico inserito



II. DEFINIZIONE DELLA COMPOSIZIONE DELLA SOLUZIONE TECNOLOGICA

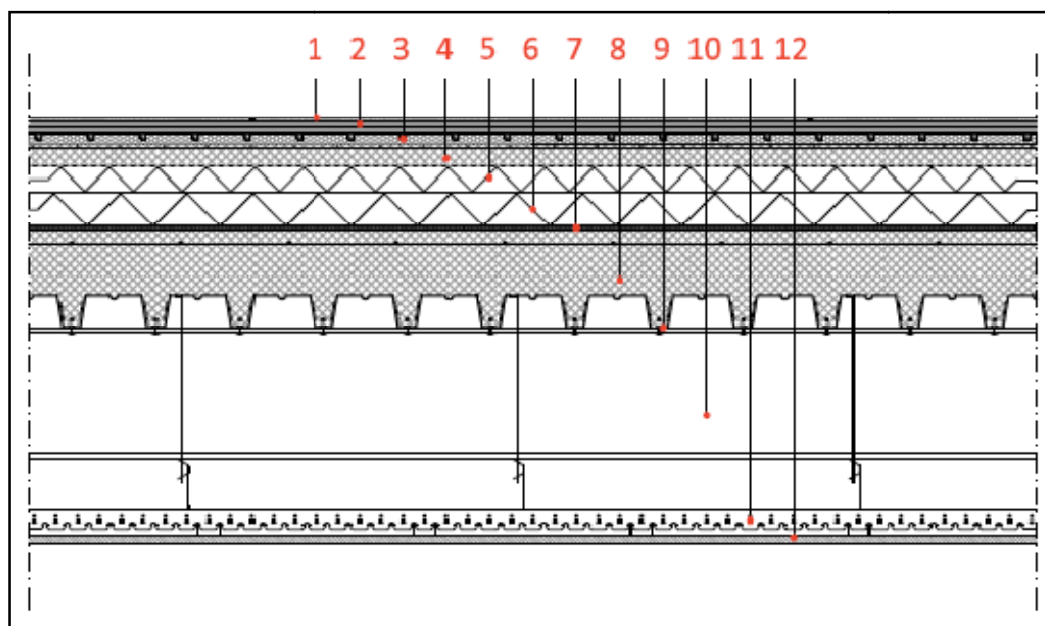


Figura 21. Particolare della soluzione tecnologica, scala 1:20

1. Doga di legno JOINT, sp. 8 mm
2. Doppia lastra in gesso rivestito KNAUF per sottofondi, sp. 25 mm
3. Pannello radiante da pavimento VELTA SICCUS KLIMA, sp. 27 mm
4. Massetto in calcestruzzo alleggerito di sabbia e ghiaia gettato in opera $d= 600 \text{ kg/m}^3$, sp. 50 mm
5. Strato di isolante termico in poliuretano espanso rigido ISOLPARMA RF3 $d= 36 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,024 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 60 mm
6. Strato di isolante termico in poliuretano espanso rigido ISOLPARMA RF3 $d= 36 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,024 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 60 mm
7. Strato di isolante acustico in polietilene reticolato ISOLMANT, $d= 30 \text{ kg/m}^3$, sp. 6 mm
8. Soletta in calcestruzzo C25 gettata in opera $d= 2200 \text{ kg/m}^3$, $\text{RCK } 25 \text{ N/mm}^2$, sp. 150 mm
9. Lamiera grecata in acciaio zincato ad aderenza migliorata, sp. 7/10 mm
10. Profilo in acciaio laminato a caldo IPE O 330
11. Orditura metallica di supporto doppia KNAUF in alluminio zincato: profilo U a scatto, 40 x28x0,7 mm, profilo C Plus 50x27x0,6 mm
12. Doga in legno di abete a 3 strati NORDPAN, sp. 19 mm

J. PARTIZIONE INTERNA VERTICALE OPACA 01

I. DEFINIZIONE DELLA COMPOSIZIONE DELLA SOLUZIONE TECNOLOGICA

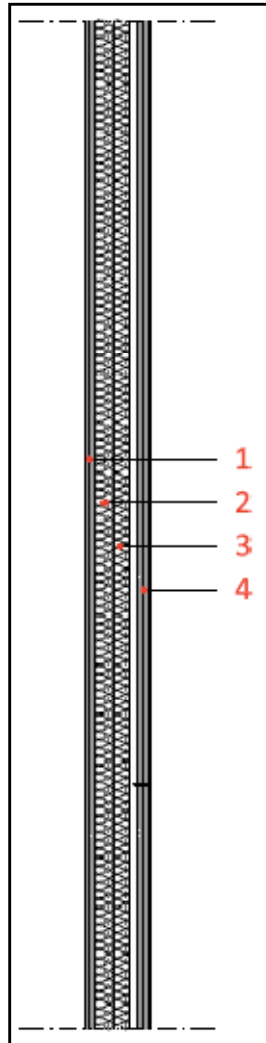


Figura 22. Particolare della soluzione tecnologica, scala 1:20

1. Doppia lastra in gesso rivestito KNAUF con interposta barriera al vapore in alluminio, sp. 25 mm
2. Strato di isolante termico in lana di CELENIT LR $d=40\text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,035\text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 40 mm
3. Strato di isolante termico in lana di roccia CELENIT LR $d=40\text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,035\text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 40 mm
4. Doppia lastra in gesso rivestito KNAUF con interposta barriera al vapore in alluminio, sp. 25 mm

K. PARTIZIONE INTERNA VERTICALE OPACA 02

I. DEFINIZIONE DELLA COMPOSIZIONE DELLA SOLUZIONE TECNOLOGICA

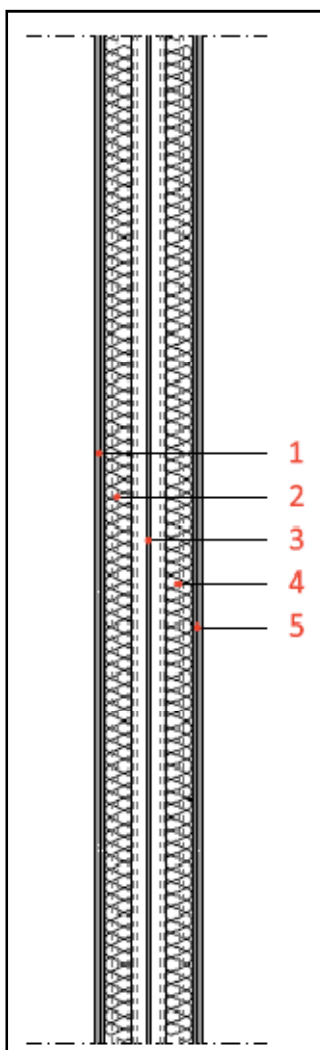


Figura 23. Particolare della soluzione tecnologica, scala 1:20

- 1.** Doppia lastra in gesso rivestito KNAUF con interposta barriera al vapore in alluminio, sp. 25 mm
- 2.** Strato di isolante termico in lana di roccia CELENIT LR $d= 70 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 60 mm
- 3.** Lastra in gesso rivestito KNAUF, sp. 12,5 mm
- 4.** Strato di isolante termico in lana di roccia CELENIT LR $d= 70 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 60 mm
- 5.** Doppia lastra in gesso rivestito KNAUF con interposta barriera al vapore in alluminio, sp. 25 mm

L. PARTIZIONE ORIZZONTALE OPACA 01

I. DEFINIZIONE DELLA COMPOSIZIONE DELLA SOLUZIONE TECNOLOGICA

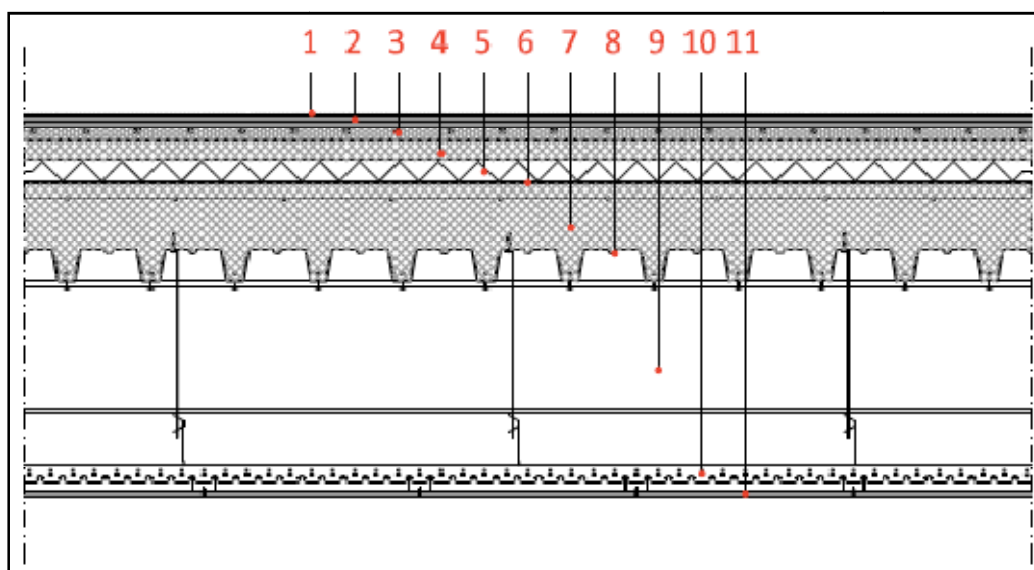


Figura 24. Particolare della soluzione tecnologica, scala 1:20

1. Doga di legno JOINT, sp. 8 mm
2. Doppia lastra in gesso rivestito KNAUF per sottofondi, sp. 25 mm
3. Pannello radiante da pavimento VELTA SICCUS KLIMA, sp. 27 mm
4. Massetto in calcestruzzo alleggerito di sabbia e ghiaia gettato in opera $d= 600 \text{ kg/m}^3$, sp. 50 mm
5. Strato di isolante termico in poliuretano espanso rigido ISOLPARMA RF3 $d= 36 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,024 \text{ W/m}^2\text{K}$, sp. 50 mm
6. Strato di isolante acustico in polietilene reticolato ISOLMANT, $d= 30 \text{ kg/m}^3$, sp. 6 mm
7. Soletta in calcestruzzo C25 gettata in opera $d= 2200 \text{ kg/m}^3$, $\text{RCK } 25 \text{ N/mm}^2$, sp. 150 mm
8. Lamiera grecata in acciaio zincato ad aderenza migliorata, sp. 7/10 mm
9. Profilo in acciaio laminato a caldo IPE O 330
10. Orditura metallica di supporto doppia KNAUF in alluminio zincato: profilo U a scatto, 40 x28x0,7 mm, profilo C Plus 50x27x0,6 mm
11. Lastra in gesso rivestito KNAUF, sp. 15mm



4. VERIFICA DEI REQUISITI DELLE SOLUZIONI TECNOLOGICHE

Di seguito sono riportate le schede di calcolo e verifica dei requisiti di ciascuna soluzione tecnologica; in particolare per le chiusure orizzontali e verticali sono stati oggetto di verifica lo sfasamento e l'attenuazione dell'onda termica, l'assenza di condensa superficiale e interstiziale, e solo per quelle verticali il potere fonoassorbente. Per le partizioni interne, non essendo a contatto con l'ambiente esterno, ci si limita al calcolo e alla verifica delle performance acustiche.



A. CHIUSURA VERTICALE OPACA 01 (CVO 01)

I. SFASAMENTO E ATTENUAZIONE DELL'ONDA TERMICA

Per sfasamento dell'onda termica ci si riferisce alla differenza di tempo fra l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie esterna della struttura e l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie interna della stessa. Questo accade perché un elemento tecnologico (copertura, tetto o parete) esposto all'irraggiamento solare ha la capacità di accumulare una certa quantità di calore per effetto della sua inerzia termica dovuta al calore specifico dei materiali in cui è composto. Il valore ottimale dello sfasamento è di 12-13 ore.

Con tali valori di sfasamento termico infatti, il calore accumulato dall'elemento tecnologico determinerà il raggiungimento della temperatura massima della superficie interna nelle ore notturne durante le quali può essere smaltito con ricambi di aria. Inoltre giungendo negli ambienti interni durante la notte, l'effetto di tale calore non si sommerà a quelli dovuti all'irraggiamento solare e alla trasmissione per cui, per la stagione estiva, si potranno dimensionare gli impianti di raffrescamento in funzione di un carico termico inferiore.

Infine il valore dello sfasamento termico, comunemente sconosciuto e trascurato nella progettazione convenzionale, è di grande influenza al fine di garantire il comfort termico estivo e, se corretto, contribuisce al risparmio energetico.

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
		Superficie esterna		0,0741		
	MET	Rame	0,0007	0,00	8900,00	384,928
	TRA	DuPont™ Tyvek® Wood Primo	0,0002	0,0015	300,00	2098543,75
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,01	0,0833	450,00	2719,5999
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0,05	0,08	1,00	1004,16
	KNF	Aquapanel Knauf Outdoor	0,0125	0,0357	1150,00	740,568
	ALI	CELENIT FL/250C 40	0,04	0,80	250,00	2099,9497
	ALI	CELENIT FL/250C 60	0,06	1,20	250,00	2099,9497
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	900,00	836,80
	LRC	CELENIT LR 100/60	0,06	1,8182	100,00	839,3104
	LRC	CELENIT LR 40/80	0,08	2,2857	40,00	839,3104
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	900,00	836,80
	IMP	Foglio di Alluminio rivestito 0.05 mm	0,00	0,00	2700,00	962,32
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	900,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Tabella 32. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	CVO 01
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Parete
Colore parete esterna	Chiaro
Numero strati	13
Spessore totale	0,351 m
Resistenza termica totale	6,6821 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1497 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,37 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,34 W/(m ² K)
Attenuazione	0,1334
Sfasamento	14 h 57'

Tabella 33. Proprietà della struttura

Disegno della struttura



Figura 25. Disegno della struttura



Andamento delle temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	25,44	0	25,44	33,1926
1	25,04	0	25,04	32,9229
2	24,64	0	24,64	32,5292
3	24,32	0	24,32	32,0536
4	24,00	0	24,00	32,1372
5	24	137	27,0444	32,1909
6	24,16	562	36,6409	32,1924
7	24,56	750	41,2267	32,107
8	25,28	764	42,2573	31,9641
9	26,32	713	42,1644	31,7607
10	27,52	568	40,1422	31,5064
11	28,88	374	37,1911	31,335
12	30,16	150	33,0267	31,2176
13	31,12	141	34,2533	31,1109
14	31,76	133	34,7156	31,0255
15	32	120	34,6667	30,9615
16	31,76	102	34,0267	30,9081
17	31,2	79	32,9556	30,8548
18	30,32	50	31,4311	30,8121
19	29,28	11	29,5244	30,7801
20	28,24	0	28,24	31,1755
21	27,36	0	27,36	32,4568
22	26,56	0	26,56	33,0675
23	25,92	0	25,92	33,2051

Tabella 34. Andamento orario delle temperature

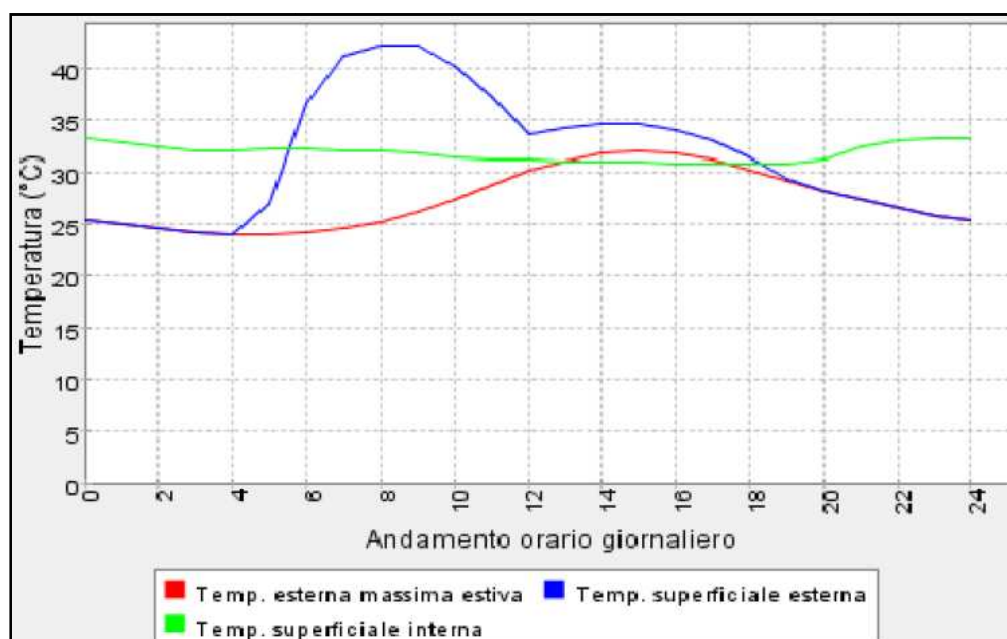


Figura 26. Andamento grafico delle temperature

Per questa soluzione tecnologica, come è possibile osservare in tabella 32, è stato inserito uno strato di isolamento termico in fibra di legno in sostituzione di quello in lana di roccia, poiché se si fosse utilizzata la lana di roccia, la temperatura superficiale interna avrebbe raggiunto i 40°C. Tale conseguenza è dovuta all’attenuazione, grandezza che insieme allo sfasamento governa la trasmissione del calore in regime variabile; in particolare il coefficiente di attenuazione, riportato in tabella 33, è inversamente proporzionale alla capacità termica degli



strati costituenti la soluzione tecnologica, dove per capacità termica è inteso il prodotto del calore specifico c per la densità ρ di ciascuno strato. E' ora facile spiegare come la fibra di legno, possedendo una densità maggiore rispetto alla lana di roccia, conferisce alla soluzione tecnologica una capacità termica più alta e quindi il coefficiente di attenuazione risultando inferiore determina una di temperatura superficiale minore. In conclusione, tramite l'ausilio del grafico riportato in figura 26, si può affermare che sia il valore di sfasamento che il fattore di attenuazione sono tali da determinare un buon esercizio della chiusura.

II. VERIFICA DELLA FORMAZIONE DI CONDENSA

Altra importante verifica che viene condotta è quella relativa alla formazione di condensa superficiale ed interstiziale in un elemento tecnologico. Si dovrà verificare in particolare che sul lato caldo dell'elemento tecnologico sia esclusa la formazione di condensa superficiale al fine di evitare la formazione di muffe oltre che alla manutenzione dello stesso elemento con conseguenti costi aggiuntivi per l'utente. Per la condensazione interstiziale si dovrà invece escludere la possibilità che vi sia una formazione di condensa superiore al limite ammesso dalla normativa, che pone come quantità accettabile una condensa pari a 500g/m^2 . Uno dei principali effetti della condensa interstiziale è la disattivazione parziale o totale dello strato di isolamento termico con conseguente perdita della prestazione di isolamento termico dell'elemento tecnologico stesso.

Composizione della struttura

	<i>Cat.</i>	<i>Descrizione Materiale</i>	<i>Spessore (m)</i>	<i>Res. term. (m²K/W)</i>	<i>Fatt. Res.</i>	<i>Sp. Eq. aria (m)</i>
		Superficie esterna		0,04		
	MET	Rame	0,0007	0,00	200000,00	1400,00
	TRA	DuPont™ Tyvek® Wood Primo	0,0002	0,0015	0,00	0,00
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,01	0,0833	60,00	0,60
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0,05	0,105	1,00	0,05
	KNF	Aquapanel Knauf Outdoor	0,0125	0,0357	0,00	0,00
	ALI	CELENIT FL/250C 40	0,04	0,80	5,00	0,20
	ALI	CELENIT FL/250C 60	0,06	1,20	5,00	0,30
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	8,00	0,10
	LRC	CELENIT LR 100/60	0,06	1,8182	0,00	0,00
	LRC	CELENIT LR 40/80	0,08	2,2857	0,00	0,00
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	8,00	0,10
	IMP	Foglio di Alluminio rivestito 0.05 mm	0,00	0,00	170000,00	85,00
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	8,00	0,10
		Superficie interna		0,13		

Tabella 35. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	CVO 01
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Pareti
Numero strati	13
Spessore totale	0,351 m
Resistenza termica totale	6,678 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1497 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,37 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,34 W/(m ² K)

Tabella 36. Proprietà della struttura



	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	13,70	1245,00	20,00	355,33	1635,87	2044,83	17,86	0,6604
Novembre	8,40	945,00	20,00	628,06	1635,87	2044,83	17,86	0,8156
Dicembre	4,40	713,00	20,00	838,97	1635,87	2044,83	17,86	0,8629
Gennaio	2,90	634,00	20,00	910,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8749
Febbraio	5,00	701,00	20,00	849,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8574
Marzo	8,80	831,00	20,00	731,70	1635,87	2044,83	17,86	0,809
Aprile	12,70	1060,00	20,00	523,51	1635,87	2044,83	17,86	0,7069

Tabella 37. Calcolo dei fattori di temperatura

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8749

Resistenza termica minima accettabile: 1,9983 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 6,6780 m²K/W

Profilo delle pressioni

Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6
Ottobre	1570,58	1570,58	1570,72	1578,44	1588,21	1591,55	1759,05
	1245,00	1570,58	1570,58	1571,04	1571,08	1571,08	1571,08
Novembre	1106,76	1106,76	1106,95	1117,42	1130,73	1135,29	1374,13
	945,00	1106,76	1106,76	1110,46	1110,76	1110,76	1110,76
Dicembre	841,29	841,29	841,49	852,56	866,70	871,55	1134,74
	713,00	841,29	841,29	846,83	847,30	847,30	847,30
Gennaio	757,29	757,29	757,49	768,56	782,71	787,58	1054,93
	634,00	757,29	757,29	763,42	763,93	763,93	763,93
Febbraio	877,12	877,12	877,32	888,36	902,46	907,29	1168,13
	701,00	877,12	877,12	882,42	882,86	882,86	882,86
Marzo	1136,98	1136,98	1137,17	1147,51	1160,67	1165,18	1400,35
	831,00	1136,98	1136,98	1140,46	1140,75	1140,75	1140,75
Aprile	1471,87	1471,88	1472,03	1480,48	1491,18	1494,84	1679,92
	1060,00	1471,88	1471,88	1473,02	1473,12	1473,12	1473,12
Maggio	1902,43	1902,43	1902,51	1907,29	1913,32	1915,38	2016,37
	1361,00	1902,43	1902,43	1900,56	1900,41	1900,41	1900,41
Giugno	2499,92	2499,92	2499,88	2497,86	2495,32	2494,46	2453,29
	1769,00	2499,92	□	□	□	□	□
Luglio	2907,71	2907,71	2907,57	2900,04	2890,57	2887,35	2736,69
	1929,00	2907,71	□	□	□	□	□
Agosto	2821,80	2821,80	2821,68	2815,36	2807,42	2804,72	2677,83
	1928,00	2821,80	□	□	□	□	□
Settembre	2280,04	2280,04	2280,05	2280,73	2281,58	2281,87	2295,86
	1709,00	2280,04	2280,04	2275,54	2275,17	2275,17	2275,17



Mese	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Interf. 10	Interf. 11	Press. Interna
Ottobre	1765,13	1960,07	2304,56	2312,26	2312,26	2319,99
	1571,15	1571,15	1571,15	1571,23	1635,79	1635,87
Novembre	1383,16	1685,39	2277,61	2291,67	2291,67	2305,81
	1111,38	1111,38	1111,38	1111,99	1635,25	1635,87
Dicembre	1145,02	1501,03	2257,45	2276,24	2276,24	2295,15
	848,22	848,22	848,22	849,15	1634,94	1635,87
Gennaio	1065,49	1436,61	2249,94	2270,47	2270,47	2291,17
	764,96	764,96	764,96	765,98	1634,84	1635,87
Febbraio	1178,26	1527,50	2260,47	2278,55	2278,55	2296,75
	883,74	883,74	883,74	884,63	1634,98	1635,87
Marzo	1409,22	1704,87	2279,63	2293,22	2293,22	2306,88
	1141,33	1141,33	1141,33	1141,92	1635,29	1635,87
Aprile	1686,70	1905,43	2299,45	2308,37	2308,37	2317,31
	1473,31	1473,31	1473,31	1473,50	1635,68	1635,87
Maggio	2019,96	2132,32	2319,93	2323,99	2323,99	2328,05
	1900,10	1900,10	1900,10	1899,79	1636,18	1635,87
Giugno	2451,87	2408,88	2342,65	2341,29	2341,29	2339,92
	□	□	□	□	□	□
Luglio	2731,58	2579,58	2355,64	2351,16	2351,16	2346,69
	□	□	□	□	□	□
Agosto	2673,51	2544,62	2353,04	2349,18	2349,18	2345,34
	□	□	□	□	□	□
Settembre	2296,35	2311,27	2334,88	2335,38	2335,38	2335,87
	2274,42	2274,42	2274,42	2273,67	1636,62	1635,87

Tabella 38. Profilo delle pressioni all'interno della struttura

	Press. Saturazione (Pa)
■	Pressione (Pa)
■	Condensazione
■	Evaporazione
■	Condensa residua

Tabella 39. Legenda profilo delle pressioni

Accumulo di condensa interstiziale

Mese	Interf. 1			Interf. 2			Interf.			Interf.		
	Flusso	Conden	Data	Flusso	Conden	Data	Flusso	Conden	Data	Flusso	Conden	Data
Ottobre	0,38	0,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novembre	3,14	3,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dicembre	4,72	8,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gennaio	5,09	13,34	0	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0	0
Febbraio	5,08	18,42	0	-0,57	0	24	0	0	0	0	0	0
Marzo	2,96	21,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aprile	0,96	22,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maggio	-1,61	20,73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Giugno	-42,78	0	16	0	0	0	-7,04	0	0	-4,32	0	0
Luglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 40. Accumulo di condensa all'interno della struttura

■	Condensazione
■	Evaporazione
■	Condensa residua o superiore al limite

Tabella 41. Legenda accumulo di condensa interstiziale

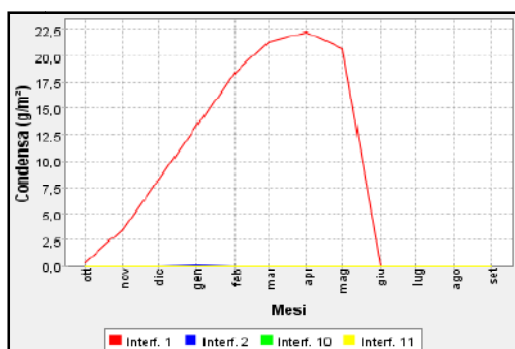


Figura 27. Grafico accumulo di condensa

Condensa presente ma inferiore al valore minimo (500 g/m^2).

III. ANALISI ACUSTICA

Il DPCM 5/12/1997 introduce in edilizia l'obbligo per gli elementi tecnologici di assolvere un requisito acustico passivo, ossia l'edificio, i suoi componenti e gli impianti tecnologici dovranno soddisfare dei valori limite stabiliti dal legislatore al fine di tutelare un comfort acustico agli utenti.

Composizione della struttura

	Cat.	Elemento	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Massa [kg/m²]
	MET	Rame	0.0007	8900.00	6.23
	TRA	DuPont™ Tyvek® Wood Primo	0.0002	300.00	0.06
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0.01	450.00	4.50
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0.05	1.00	0.05
	KNF	Aquapanel Knauf Outdoor	0.0125	1150.00	14.375
	ALI	CELENIT FL/250C 40	0.04	250.00	10.00
	ALI	CELENIT FL/250C 60	0.06	250.00	15.00
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25
	LRC	CELENIT LR 100/60	0.06	100.00	6.00
	LRC	CELENIT LR 40/80	0.08	40.00	3.20
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25
	IMP	Foglio di Alluminio rivestito 0.05 mm	0.00005	2700.00	0.135
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25

Tabella 42. Composizione degli strati della struttura

Proprietà della struttura

Nome struttura	CVO 01
Tipo struttura	Parete
Numero strati	13
Spessore totale	0.35095 m
Massa superficiale	93.30 kg/m²
Formula Rw	Parete singola/doppia (UNI TR)
Rw	37 dB

Tabella 43. Proprietà della struttura



B. CHIUSURA VERTICALE OPACA 02 (CVO 02)

I. SFASAMENTO E ATTENUAZIONE DELL'ONDA TERMICA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
		Superficie esterna		0,0741		
	MET	Rame	0,0007	0,00	8900,00	384,928
	TRA	DuPont™ Tyvek® Wood Primo	0,0002	0,0015	300,00	2098543,75
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,01	0,0833	450,00	2719,5999
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0,05	0,08	1,00	1004,16
	KNF	Aquapanel Knauf Outdoor	0,0125	0,0357	1150,00	740,568
	LRC	CELENIT LR 40/60	0,06	1,7143	40,00	839,3104
	CLS	CLS generico – densità 1900 kg/m ³	0,20	0,1887	1900,00	836,80
	LRC	CELENIT LR 40/80	0,08	2,2857	40,00	839,3104
	LRC	CELENIT LR 40/100	0,10	2,8571	40,00	839,3104
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	900,00	836,80
	IMP	Foglio di Alluminio rivestito 0.05 mm	0,00	0,00	2700,00	962,32
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	900,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Tabella 44. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	CVO 02
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Parete
Colore parete esterna	Chiaro
Numero strati	12
Spessore totale	0,5385 m
Resistenza termica totale	7,5645 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1322 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,37 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,34 W/(m ² K)
Attenuazione	0,018
Sfasamento	14 h 50'

Tabella 45. Proprietà della struttura

Disegno della struttura

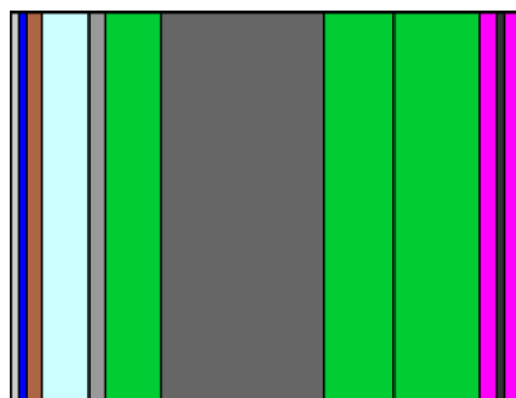


Figura 28. Disegno della struttura



Andamento delle temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	25,44	0	25,44	31,9203
1	25,04	0	25,04	31,9323
2	24,64	0	24,64	31,9216
3	24,32	0	24,32	31,8887
4	24,08	0	24,08	31,8353
5	24	58	25,2889	31,8028
6	24,16	312	31,0933	31,7992
7	24,56	509	35,8711	31,7876
8	25,28	631	39,3022	31,7684
9	26,32	679	41,4089	31,741
10	27,52	655	42,0756	31,7067
11	28,88	567	41,48	31,6836
12	30,16	427	39,6489	31,6678
13	31,12	250	36,6756	31,6534
14	31,76	140	34,8711	31,6419
15	32	120	34,6667	31,6333
16	31,76	102	34,0267	31,6261
17	31,2	79	32,9556	31,6189
18	30,32	50	31,4311	31,6132
19	29,28	11	29,5244	31,6089
20	28,24	0	28,24	31,6306
21	27,36	0	27,36	31,7349
22	26,56	0	26,56	31,8208
23	25,92	0	25,92	31,8825

Tabella 46. Andamento orario delle temperature

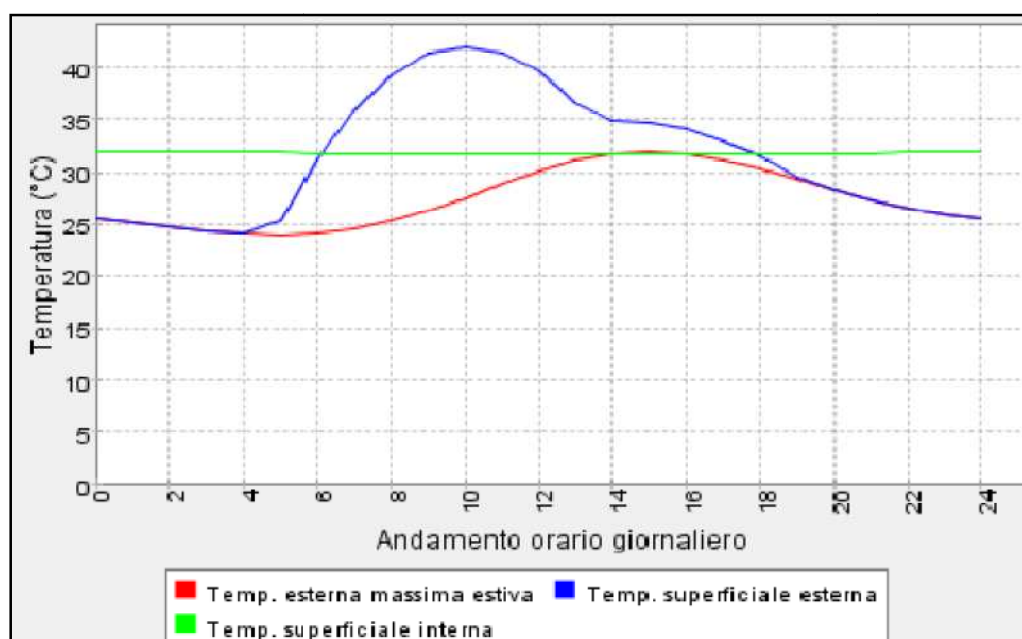


Figura 29. Andamento grafico delle temperature

Per questo elemento tecnologico non è necessario come nel caso precedente operare una sostituzione di isolante termico dato che è presente qui uno strato portante in cemento armato dello spessore di 20 cm che conferisce alla soluzione tecnologica una capacità termica elevata. Nel grafico riportato in figura 29 è facile riconoscere l'effetto del coefficiente di attenuazione descritto in precedenza: essendo in questo caso tale coefficiente molto basso, pari a 0,018, la temperatura interna rimarrà pressoché costante durante l'intero arco della



giornata. In conclusione, tramite l'ausilio del grafico riportato in figura 29, si può affermare che sia il valore di sfasamento che il fattore di attenuazione sono tali da determinare un buon esercizio della chiusura.

II. VERIFICA DELLA FORMAZIONE DI CONDENSA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
	MET	Rame	0,0007	0,00	2000000,00	1400,00
	TRA	DuPont™ Tyvek® Wood Primo	0,0002	0,0015	0,00	0,00
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,01	0,0833	60,00	0,60
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0,05	0,105	1,00	0,05
	KNF	Aquapanel Knauf Outdoor	0,0125	0,0357	0,00	0,00
	LRC	CELENIT LR 40/60	0,06	1,7143	0,00	0,00
	CLS	CLS generico – densità 1900 kg/m ³	0,20	0,1887	95,00	19,00
	LRC	CELENIT LR 40/80	0,08	2,2857	0,00	0,00
	LRC	CELENIT LR 40/100	0,10	2,8571	0,00	0,00
	VAR	Carlongesso in lastre	0,0125	0,0595	8,00	0,10
	IMP	Foglio di Alluminio rivestito 0.05 mm	0,00	0,00	1700000,00	85,00
	VAR	Carlongesso in lastre	0,0125	0,0595	8,00	0,10
		Superficie interna		0,13		

Tabella 47. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	CVO 02
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Pareti
Numero strati	12
Spessore totale	0,5385 m
Resistenza termica totale	7,5604 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1323 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,37 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,34 W/(m ² K)

Tabella 48. Proprietà della struttura

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	13,70	1245,00	20,00	355,33	1635,87	2044,83	17,86	0,6604
Novembre	8,40	945,00	20,00	628,06	1635,87	2044,83	17,86	0,8156
Dicembre	4,40	713,00	20,00	838,97	1635,87	2044,83	17,86	0,8629
Gennaio	2,90	634,00	20,00	910,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8749
Febbraio	5,00	701,00	20,00	849,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8574
Marzo	8,80	831,00	20,00	731,70	1635,87	2044,83	17,86	0,809
Aprile	12,70	1060,00	20,00	523,51	1635,87	2044,83	17,86	0,7069

Tabella 49. Calcolo dei fattori di temperatura

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8749

Resistenza termica minima accettabile: 1,9983 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 7,5604 m²K/W



Profilo delle pressioni

Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6
Ottobre	1570,29	1570,29	1570,42	1577,53	1586,52	1589,59	1743,17
	1245,00	1570,29	1570,29	1570,61	1570,64	1570,64	1570,64
Novembre	1106,37	1106,37	1106,54	1116,18	1128,42	1132,61	1350,67
	945,00	1106,37	1106,37	1108,93	1109,15	1109,15	1109,15
Dicembre	840,87	840,87	841,05	851,24	864,24	868,70	1108,15
	713,00	840,87	840,87	844,72	845,04	845,04	845,04
Gennaio	756,87	756,87	757,06	767,24	780,25	784,72	1027,62
	634,00	756,87	756,87	761,13	761,49	761,49	761,49
Febbraio	876,71	876,71	876,89	887,05	900,01	904,45	1141,89
	701,00	876,71	876,71	880,38	880,69	880,69	880,69
Marzo	1136,59	1136,59	1136,76	1146,29	1158,39	1162,53	1377,31
	831,00	1136,59	1136,59	1139,01	1139,21	1139,21	1139,21
Aprile	1471,56	1471,56	1471,70	1479,48	1489,33	1492,69	1662,26
	1060,00	1471,56	1471,56	1472,35	1472,42	1472,42	1472,42
Maggio	1902,24	1902,25	1902,32	1906,72	1912,28	1914,17	2006,98
	1361,00	1902,25	1902,25	1900,95	1900,85	1900,85	1900,85
Giugno	2500,00	2500,00	2499,96	2498,10	2495,76	2494,97	2457,02
	1769,00	2500,00					
Luglio	2907,99	2907,99	2907,87	2900,93	2892,20	2889,24	2750,13
	1929,00	2907,99					
Agosto	2822,04	2822,04	2821,93	2816,11	2808,79	2806,30	2689,18
	1928,00	2822,04					
Settembre	2280,01	2280,01	2280,02	2280,65	2281,43	2281,70	2294,58
	1709,00	2280,01	2280,01	2276,89	2276,63	2276,63	2276,63

Mese	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Interf. 10	Interf. 11	Press. Interna
Ottobre	1778,67	2007,57	2329,68	2336,85	2336,85	2344,03
	1590,76	1590,76	1590,76	1590,81	1635,81	1635,87
Novembre	1403,35	1762,72	2323,59	2336,76	2336,76	2350,01
	1271,61	1271,61	1271,61	1272,04	1635,44	1635,87
Dicembre	1168,06	1595,67	2318,99	2336,70	2336,70	2354,52
	1088,97	1088,97	1088,97	1089,51	1635,22	1635,87
Gennaio	1089,23	1536,70	2317,27	2336,57	2336,67	2356,22
	1031,18	1031,18	1031,18	1031,89	1635,16	1635,87
Febbraio	1200,98	1619,80	2319,68	2336,71	2336,71	2353,85
	1113,62	1113,62	1113,62	1114,23	1635,25	1635,87
Marzo	1429,02	1780,24	2324,06	2336,77	2336,77	2349,66
	1292,40	1292,40	1292,40	1292,80	1635,46	1635,87
Aprile	1701,78	1959,22	2328,53	2336,83	2336,83	2345,16
	1522,83	1522,83	1522,83	1522,06	1635,73	1635,87
Maggio	2027,93	2158,97	2333,14	2336,90	2336,90	2340,66
	1819,12	1819,12	1819,12	1819,90	1636,00	1635,87
Giugno	2440,73	2399,06	2330,22	2336,97	2336,97	2335,72
Luglio	2720,31	2545,63	2341,11	2337,01	2337,01	2332,91
Agosto	2683,98	2515,70	2340,53	2337,00	2337,00	2333,47
Settembre	2297,42	2314,72	2336,49	2336,94	2336,94	2337,40
	2078,99	2078,99	2078,99	2073,47	1636,39	1635,87

Tabella 50. Profilo delle pressioni all'interno della struttura



Accumulo di condensa interstiziale

Mese	Interf. 1 → Flusso di vapore	Condensa	Data fine	Interf. 6 → Flusso di vapore	Condensa	Data fine
Ottobre	0,26	0,26	0	0	0	0
Novembre	2,18	2,44	0	0	0	0
Dicembre	3,28	5,72	0	0	0	0
Gennaio	3,63	9,35	0	0	0	0
Febbraio	3,13	12,48	0	0	0	0
Marzo	2,05	14,54	0	0	0	0
Aprile	0,66	15,2	0	0	0	0
Maggio	-1,12	14,08	0	0	0	0
Giugno	-18,06	0	7	-3,46	0	0
Luglio	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0	0

Tabella 51. Accumulo di condensa all'interno della struttura

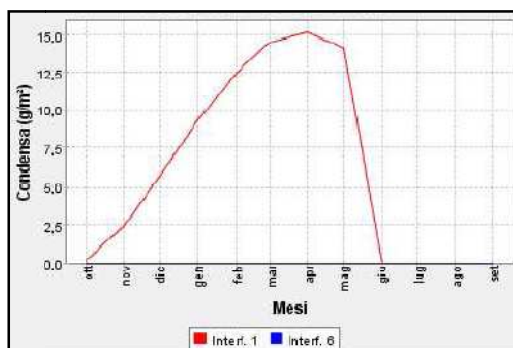


Figura 30. Grafico accumulo condensa interstiziale

Condensa presente ma inferiore al valore minimo (500 g/m^2)

III. ANALISI ACUSTICA

Composizione della struttura

	Cat.	Elemento	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Massa [kg/m²]
	MET	Rame	0.0007	8900.00	6.23
	TRA	DuPont™ Tyvek® Wood Primo	0.0002	300.00	0.06
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0.01	450.00	4.50
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0.05	1.00	0.05
	KNF	Aquapanel Knauf Outdoor	0.0125	1150.00	14.375
	LRC	CELENIT LR 40/60	0.06	40.00	2.40
	CLS	CLS generico – densità 1900 kg/m³	0.20	1900.00	380.00001
	LRC	CELENIT LR 40/80	0.08	40.00	3.20
	LRC	CELENIT LR 40/100	0.10	40.00	4.00
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25
	IMP	Foglio di Alluminio rivestito 0.05 mm	0.00005	2700.00	0.135
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25

Tabella 52. Composizione degli strati della struttura



Proprietà della struttura

Nome struttura	CVO 02
Tipo struttura	Parete
Numero strati	12
Spessore totale	0.53845 m
Massa superficiale	437.45001 kg/m ²
Formula R_w	Parete singola/doppia (UNI TR)
R_w	50 dB

Tabella 53. Proprietà della struttura



C. CHIUSURA VERTICALE OPACA 03 (CVO 03)

I. SFASAMENTO E ATTENUAZIONE DELL'ONDA TERMICA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
		Superficie esterna		0,0741		
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,02	0,1667	450,00	2719,5999
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,01	0,0833	450,00	2719,5999
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0,05	0,08	1,00	1004,16
	KNF	Aquapanel Knauf Outdoor	0,0125	0,0357	1150,00	740,568
	ALI	CELENIT FL/250C 40	0,04	0,80	250,00	2099,9497
	ALI	CELENIT FL/250C 60	0,06	1,20	250,00	2099,9497
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	900,00	836,80
	LRC	CELENIT LR 100/60	0,06	1,8182	100,00	839,3104
	LRC	CELENIT LR 40/80	0,08	2,2857	40,00	839,3104
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	900,00	836,80
	IMP	Foglio di Alluminio rivestito 0.05 mm	0,00	0,00	2700,00	962,32
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	900,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Tabella 54. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	CVO 03
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Parete
Colore parete esterna	Chiaro
Numero strati	12
Spessore totale	0,37 m
Resistenza termica totale	6,8473 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,146 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,37 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,34 W/(m ² K)
Attenuazione	0,129
Sfasamento	14 h 32'

Tabella 55. Proprietà della struttura

Disegno della struttura

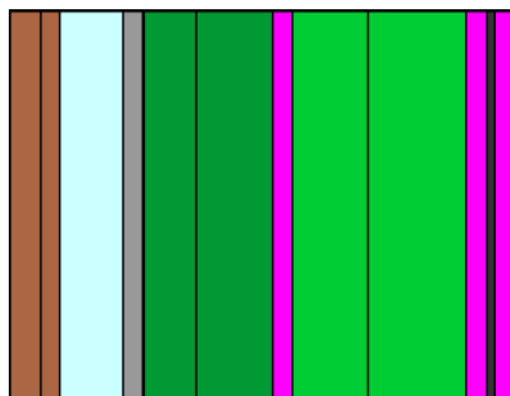


Figura 31. Disegno della struttura



Andamento delle temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	25,44	0	25,44	32,9927
1	25,04	0	25,04	33,0786
2	24,64	0	24,64	33,0018
3	24,32	0	24,32	32,7657
4	24,08	0	24,08	32,3823
5	24	58	25,2889	32,1496
6	24,16	312	31,0933	32,1232
7	24,56	509	35,8711	32,0407
8	25,28	631	39,3022	31,9026
9	26,32	679	41,4089	31,706
10	27,52	655	42,0756	31,4601
11	28,88	567	41,48	31,2945
12	30,16	427	39,6489	31,181
13	31,12	250	36,6756	31,0778
14	31,76	140	34,8711	30,9953
15	32	120	34,6667	30,9334
16	31,76	102	34,0267	30,8818
17	31,2	79	32,9556	30,8302
18	30,32	50	31,4311	30,7889
19	29,28	11	29,5244	30,758
20	28,24	0	28,24	30,9139
21	27,36	0	27,36	31,6624
22	26,56	0	26,56	32,2785
23	25,92	0	25,92	32,721

Tabella 56. Andamento orario delle temperature

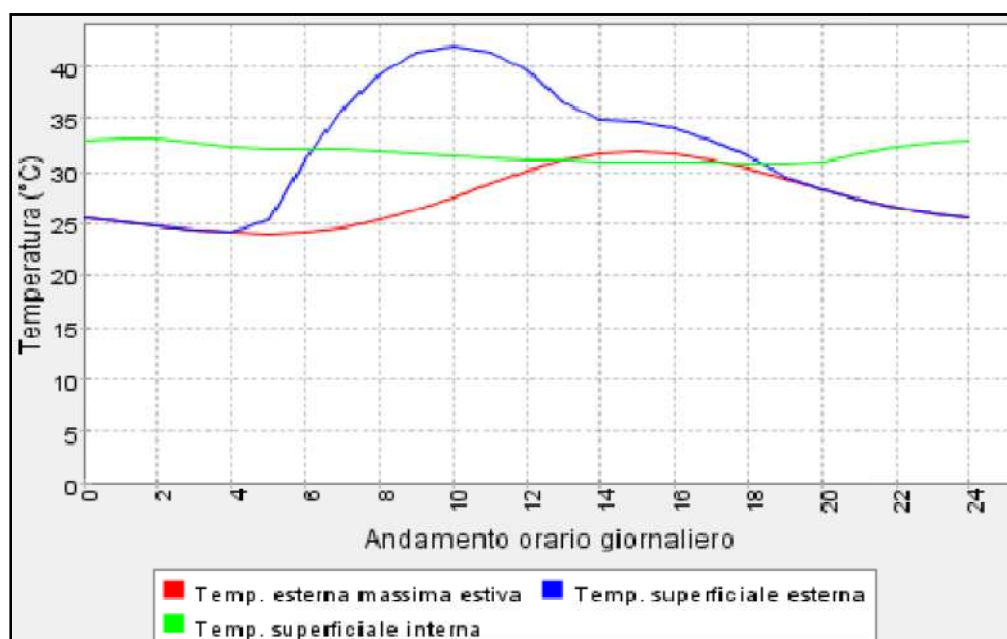


Figura 32. Andamento grafico delle temperature

Essendo questa chiusura uguale alla chiusura CVO 01 ad eccezione della finitura esterna, si opera anche in questo caso la sostituzione dello strato di isolamento termico in lana di roccia con uno in fibra di legno che garantisce una capacità termica maggiore. In conclusione, tramite l'ausilio del grafico riportato in figura 32, si può affermare che sia il valore di sfasamento che il fattore di attenuazione sono tali da determinare un buon esercizio della chiusura.



II. VERIFICA DELLA FORMAZIONE DI CONDENSA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,02	0,1667	60,00	1,20
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,01	0,0833	60,00	0,60
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0,05	0,105	1,00	0,05
	KNF	Aquapanel Knauf Outdoor	0,0125	0,0357	0,00	0,00
	ALI	CELENIT FL/250C 40	0,04	0,80	5,00	0,20
	ALI	CELENIT FL/250C 60	0,06	1,20	5,00	0,30
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	8,00	0,10
	LRC	CELENIT LR 100/60	0,06	1,8182	0,00	0,00
	LRC	CELENIT LR 40/80	0,08	2,2857	0,00	0,00
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	8,00	0,10
	IMP	Foglio di Alluminio rivestito 0.05 mm	0,00	0,00	1700000,00	85,00
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	8,00	0,10
		Superficie interna		0,13		

Tabella 57. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	CVO 03
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Pareti
Numero strati	12
Spessore totale	0,37 m
Resistenza termica totale	6,8432 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1461 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,37 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,34 W/(m ² K)

Tabella 58. Proprietà della struttura

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	13,70	1245,00	20,00	355,33	1635,87	2044,83	17,86	0,6604
Novembre	8,40	945,00	20,00	628,06	1635,87	2044,83	17,86	0,8156
Dicembre	4,40	713,00	20,00	838,97	1635,87	2044,83	17,86	0,8629
Gennaio	2,90	634,00	20,00	910,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8749
Febbraio	5,00	701,00	20,00	849,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8574
Marzo	8,80	831,00	20,00	731,70	1635,87	2044,83	17,86	0,809
Aprile	12,70	1060,00	20,00	523,51	1635,87	2044,83	17,86	0,7069

Tabella 59. Calcolo dei fattori di temperatura

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8749

Resistenza termica minima accettabile: 1,9983 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 6,8432 m²K/W



Profilo delle pressioni

Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6
Ottobre	1570,65	1586,39	1594,31	1604,34	1607,77	1750,11	1756,27
	1245,00	1250,38	1253,07	1253,30	1253,30	1253,30	1253,75
Novembre	1106,85	1128,24	1139,08	1152,86	1157,58	1360,91	1370,02
	945,00	954,51	959,27	959,67	959,67	959,67	960,46
Dicembre	841,38	864,05	875,59	890,32	895,38	1119,73	1130,07
	713,00	725,71	732,06	732,59	732,59	732,59	733,65
Gennaio	757,38	780,06	791,62	806,41	811,49	1039,51	1050,12
	634,00	647,80	654,69	655,27	655,27	655,27	656,42
Febbraio	877,21	899,82	911,31	925,98	931,02	1153,32	1163,52
	701,00	713,87	720,31	720,85	720,85	720,85	721,92
Marzo	1137,07	1158,21	1168,92	1182,53	1187,19	1387,36	1396,31
	831,00	842,08	847,62	848,09	848,09	848,09	849,01
Aprile	1471,95	1489,19	1497,87	1508,88	1512,64	1669,98	1676,83
	1060,00	1067,93	1071,89	1072,22	1072,22	1072,22	1072,89
Maggio	1902,47	1912,20	1917,08	1923,25	1925,35	2011,09	2014,73
	1361,00	1364,78	1366,68	1366,83	1366,83	1366,83	1367,15
Giugno	2499,90	2495,80	2493,74	2491,16	2490,28	2455,38	2453,94
	1769,00	1767,17	1766,25	1766,17	1766,17	1766,17	1766,02
Luglio	2907,64	2892,33	2884,70	2875,11	2871,85	2744,24	2739,03
	1929,00	1924,96	1922,95	1922,78	1922,78	1922,78	1922,44
Agosto	2821,74	2808,89	2802,49	2794,43	2791,70	2684,20	2679,80
	1928,00	1923,98	1921,97	1921,80	1921,80	1921,80	1921,46
Settembre	2280,04	2281,42	2282,11	2282,98	2283,28	2295,14	2295,64
	1709,00	1707,99	1707,49	1707,45	1707,45	1707,45	1707,36

Mese	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Interf. 10	Press. Interna
Ottobre	1953,94	2303,99	2311,83	2311,83	2319,69
	1253,75	1253,75	1254,19	1635,42	1635,87
Novembre	1675,51	2276,58	2290,88	2290,88	2305,26
	960,46	960,46	961,25	1635,07	1635,87
Dicembre	1489,04	2256,08	2275,18	2275,18	2294,42
	733,65	733,65	734,71	1634,81	1635,87
Gennaio	1423,97	2248,43	2269,32	2269,32	2290,37
	656,42	656,42	657,57	1634,72	1635,87
Febbraio	1515,80	2259,14	2277,53	2277,53	2296,05
	721,92	721,92	722,99	1634,79	1635,87
Marzo	1695,23	2278,63	2292,46	2292,46	2306,35
	849,01	849,01	849,93	1634,94	1635,87
Aprile	1898,50	2298,80	2307,86	2307,86	2316,97
	1072,89	1072,89	1073,55	1635,21	1635,87
Maggio	2128,86	2319,63	2323,76	2323,76	2327,90
	1367,15	1367,15	1367,47	1635,55	1635,87
Giugno	2410,16	2342,75	2341,36	2341,36	2339,98
	1766,02	1766,02	1765,87	1636,02	1635,87
Luglio	2584,05	2355,97	2351,41	2351,41	2346,86
	1922,44	1922,44	1922,10	1636,20	1635,87
Agosto	2548,42	2353,32	2349,40	2349,40	2345,48
	1921,46	1921,46	1921,13	1636,20	1635,87
Settembre	2310,82	2334,85	2335,35	2335,35	2335,85
	1707,36	1707,36	1707,28	1635,95	1635,87

Tabella 60. Profilo delle pressioni all'interno della struttura



Accumulo di condensa interstiziale

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

Tabella 61. Accumulo di condensa all'interno della struttura

Condensa non presente

III. ANALISI ACUSTICA

Composizione della struttura

	Cat.	Elemento	Spessore [m]	Densità [kg/m ³]	Massa [kg/m ²]
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0.02	450.00	9.00
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0.01	450.00	4.50
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0.05	1.00	0.05
	KNF	Aquapanel Knauf Outdoor	0.0125	1150.00	14.375
	ALI	CELENIT FL/250C 40	0.04	250.00	10.00
	ALI	CELENIT FL/250C 60	0.06	250.00	15.00
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25
	LRC	CELENIT LR 100/60	0.06	100.00	6.00
	LRC	CELENIT LR 40/80	0.08	40.00	3.20
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25
	IMP	Foglio di Alluminio rivestito 0.05 mm	0.00005	2700.00	0.135
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25

Tabella 62. Composizione degli strati della struttura

Proprietà della struttura

Nome struttura	CVO 03
Tipo struttura	Parete
Numero strati	12
Spessore totale	0.37005 m
Massa superficiale	96.01 kg/m ²
Formula Rw	Parete singola/doppia (UNI TR)
Rw	37 dB

Tabella 63. Proprietà della struttura



D. CHIUSURA VERTICALE OPACA 04 (CVO 04)

I. SFASAMENTO E ATTENUAZIONE DELL'ONDA TERMICA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
		Superficie esterna		0,0741		
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,02	0,1667	450,00	2719,5999
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,01	0,0833	450,00	2719,5999
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0,05	0,08	1,00	1004,16
	KNF	Aquapanel Knauf Outdoor	0,0125	0,0357	1150,00	740,568
	LRC	CELENIT LR 40/60	0,06	1,7143	40,00	839,3104
	CLS	CLS generico – densità 1900 kg/m ³	0,20	0,1887	1900,00	836,80
	LRC	CELENIT LR 40/80	0,08	2,2857	40,00	839,3104
	LRC	CELENIT LR 40/100	0,10	2,8571	40,00	839,3104
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	900,00	836,80
	IMP	Foglio di Alluminio rivestito 0.05 mm	0,00	0,00	2700,00	962,32
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	900,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Tabella 64. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	CVO 04
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Parete
Colore parete esterna	Chiaro
Numero strati	11
Spessore totale	0,5576 m
Resistenza termica totale	7,7297 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1294 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,37 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,34 W/(m ² K)
Attenuazione	0,0188
Sfasamento	14 h 19'

Tabella 65. Proprietà della struttura

Disegno della struttura

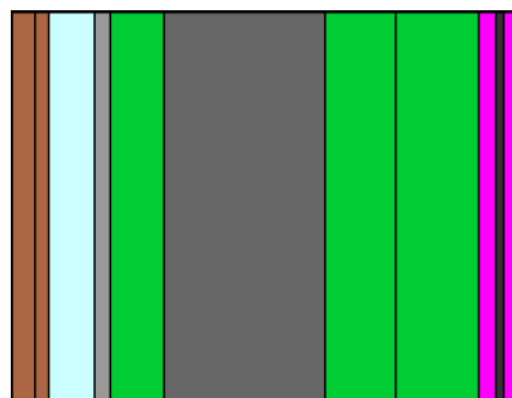


Figura 33. Disegno della struttura



Andamento delle temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	25,44	0	25,44	31,9409
1	25,04	0	25,04	31,9297
2	24,64	0	24,64	31,8952
3	24,32	0	24,32	31,8393
4	24,00	0	24,00	31,0054
5	24	50	25,2009	31,0016
6	24,16	312	31,0933	31,7095
7	24,56	509	35,8711	31,7694
8	25,28	631	39,3022	31,7407
9	26,32	679	41,4089	31,7049
10	27,52	655	42,0756	31,6807
11	28,88	567	41,48	31,6642
12	30,16	427	39,0489	31,6491
13	31,12	250	36,6756	31,6371
14	31,76	140	34,8711	31,6281
15	32	120	34,6667	31,6206
16	31,76	102	34,0267	31,613
17	31,2	79	32,9556	31,607
18	30,32	50	31,4311	31,6025
19	29,28	11	29,5244	31,6252
20	28,24	0	28,24	31,7344
21	27,36	0	27,36	31,8242
22	26,56	0	26,56	31,8887
23	25,92	0	25,92	31,9283

Tabella 66. Andamento orario delle temperature

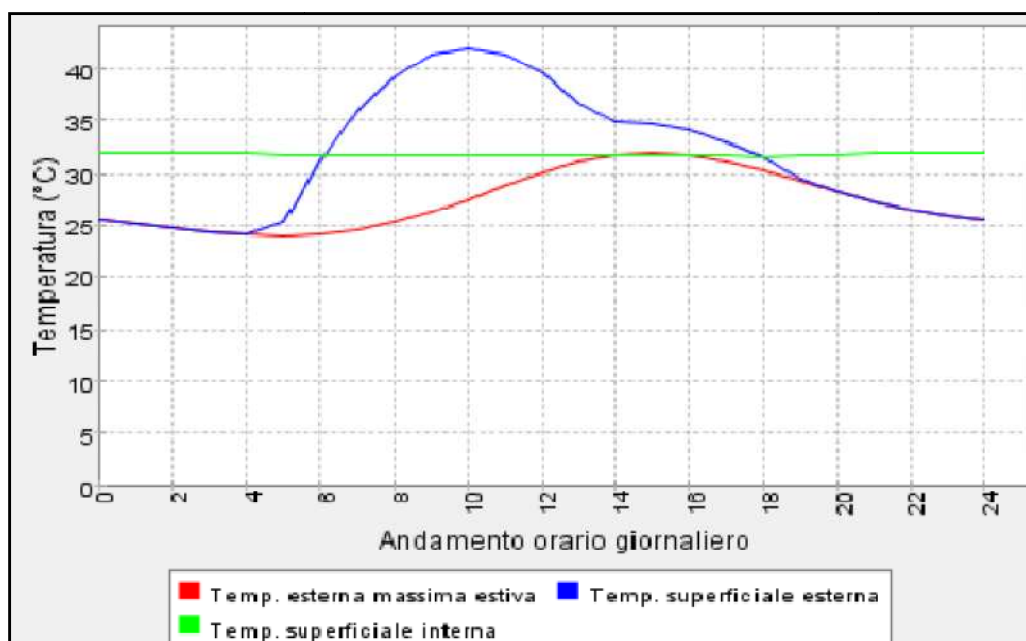


Figura 34. Andamento grafico delle temperature

Essendo questa chiusura uguale alla chiusura CVO 02 ad eccezione della finitura esterna, si decide di utilizzare per l'intero strato isolante la sola lana di roccia, dato che è presente uno strato portante in cemento armato dello spessore di 20 cm che assicura un'elevata capacità termica alla chiusura. In conclusione, tramite l'ausilio del grafico riportato in figura 32, si può affermare che sia il valore di sfasamento che il fattore di attenuazione sono tali da determinare un buon esercizio della chiusura.



II. VERIFICA DELLA FORMAZIONE DI CONDENZA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,02	0,1667	60,00	1,20
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,01	0,0833	60,00	0,60
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0,05	0,105	1,00	0,05
	KNF	Aquapanel Knauf Outdoor	0,0125	0,0357	0,00	0,00
	LRC	CELENIT LR 40/60	0,06	1,7143	0,00	0,00
	CLS	CLS generico – densità 1900 kg/m ³	0,20	0,1887	95,00	19,00
	LRC	CELENIT LR 40/80	0,08	2,2857	0,00	0,00
	LRC	CELENIT LR 40/100	0,10	2,8571	0,00	0,00
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	8,00	0,10
	IMP	Foglio di Alluminio rivestito 0.05 mm	0,00	0,00	1700000,00	85,00
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	8,00	0,10
		Superficie interna		0,13		

Tabella 67. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	CVO 04
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Pareti
Numero strati	11
Spessore totale	0,5576 m
Resistenza termica totale	7,7256 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1294 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,37 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,34 W/(m ² K)

Tabella 68. Proprietà della struttura

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	13,70	1245,00	20,00	355,33	1635,87	2044,83	17,86	0,6604
Novembre	8,40	945,00	20,00	628,06	1635,87	2044,83	17,86	0,8156
Dicembre	4,40	713,00	20,00	838,97	1635,87	2044,83	17,86	0,8629
Gennaio	2,90	634,00	20,00	910,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8749
Febbraio	5,00	701,00	20,00	849,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8574
Marzo	8,80	831,00	20,00	731,70	1635,87	2044,83	17,86	0,809
Aprile	12,70	1060,00	20,00	523,51	1635,87	2044,83	17,86	0,7069

Tabella 69. Calcolo dei fattori di temperatura

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8749

Resistenza termica minima accettabile: 1,9983 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 7,7256 m²K/W



Profilo delle pressioni

Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6
Ottobre	1570,22	1584,15	1591,16	1600,02	1603,05	1754,32	1789,26
	1245,00	1248,75	1250,63	1250,78	1250,73	1250,78	1369,56
Novembre	1106,27	1125,19	1134,76	1146,92	1151,08	1367,13	1419,22
	945,00	951,63	954,94	955,22	955,22	955,22	1165,16
Dicembre	840,77	860,81	870,99	883,96	888,42	1126,79	1186,26
	713,00	721,86	726,28	726,65	726,65	726,65	1007,09
Gennaio	756,77	776,81	787,01	800,03	804,50	1046,76	1107,99
	634,00	643,61	648,42	648,82	648,82	648,82	953,27
Febbraio	876,60	896,59	906,73	919,65	924,09	1160,29	1218,90
	701,00	709,97	714,46	714,83	714,83	714,83	998,92
Marzo	1136,49	1155,20	1164,65	1176,66	1180,77	1393,48	1444,59
	831,00	838,72	842,59	842,91	842,91	842,91	1087,49
Aprile	1471,48	1486,73	1494,42	1504,14	1507,47	1674,66	1713,58
	1060,00	1065,53	1068,29	1068,52	1068,52	1068,52	1243,51
Maggio	1902,20	1910,82	1915,14	1920,60	1922,46	2013,58	2034,14
	1361,00	1363,64	1364,96	1365,07	1365,07	1365,07	1448,59
Giugno	2500,02	2496,38	2494,56	2492,27	2491,49	2454,39	2446,29
	1769,00	1787,72	1787,08	1787,03	1787,03	1787,03	1726,57
Luglio	2908,06	2894,49	2887,73	2879,22	2876,34	2740,67	2711,57
	1929,00	1926,19	1924,78	1924,66	1924,66	1924,66	1835,59
Agosto	2822,10	2810,71	2805,03	2797,89	2795,47	2681,19	2666,59
	1928,00	1926,20	1923,79	1923,68	1923,68	1923,68	1834,90
Settembre	2280,00	2281,23	2281,84	2282,61	2282,87	2295,48	2298,26
	1709,00	1700,30	1707,95	1707,92	1707,92	1707,92	1605,66

Mese	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Interf. 10	Press. Interna
Ottobre	2014,17	2329,84	2336,85	2336,85	2343,88
	1369,56	1369,56	1369,87	1635,55	1635,87
Novembre	1773,56	2323,87	2336,77	2336,77	2349,73
	1165,16	1165,16	1165,71	1635,31	1635,87
Dicembre	1609,04	2319,38	2336,70	2336,70	2354,15
	1007,09	1007,09	1007,83	1635,13	1635,87
Gennaio	1550,89	2317,69	2336,68	2336,68	2355,81
	953,27	953,27	954,07	1635,06	1635,87
Febbraio	1632,83	2320,05	2336,71	2336,71	2353,48
	998,92	998,92	999,66	1635,12	1635,87
Marzo	1790,80	2324,32	2336,77	2336,77	2349,29
	1087,49	1087,49	1088,13	1635,22	1635,87
Aprile	1966,70	2328,71	2336,84	2336,84	2344,98
	1243,51	1243,51	1243,97	1635,41	1635,87
Maggio	2162,64	2333,22	2336,90	2336,90	2340,58
	1448,59	1448,59	1448,81	1635,65	1635,87
Giugno	2397,72	2338,19	2336,97	2336,97	2335,74
	1726,57	1726,57	1726,47	1635,97	1635,87
Luglio	2541,00	2341,02	2337,01	2337,01	2333,00
	1835,59	1835,59	1835,35	1636,10	1635,87
Agosto	2511,76	2340,46	2337,00	2337,00	2333,55
	1834,90	1834,90	1834,67	1636,10	1635,87
Settembre	2315,19	2336,50	2336,94	2336,94	2337,39
	1685,69	1685,69	1685,64	1635,92	1635,87

Tabella 70. Profilo delle pressioni all'interno della struttura



Accumulo di condensa interstiziale

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

Tabella 71. Accumulo di condensa all'interno della struttura

Condensa non presente

III. ANALISI AUSTICA

Composizione della struttura

	Cat.	Elemento	Spessore [m]	Densità [kg/m³]	Massa [kg/m²]
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0.02	450.00	9.00
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0.01	450.00	4.50
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0.05	1.00	0.05
	KNF	Aquapanel Knauf Outdoor	0.0125	1150.00	14.375
	LRC	CELENIT LR 40/60	0.06	40.00	2.40
	CLS	CLS generico – densità 1900 kg/m³	0.20	1900.00	380.00001
	LRC	CELENIT LR 40/80	0.08	40.00	3.20
	LRC	CELENIT LR 40/100	0.10	40.00	4.00
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25
	IMP	Foglio di Alluminio rivestito 0.05 mm	0.00005	2700.00	0.135
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25

Tabella 72. Composizione degli strati della struttura

Proprietà della struttura

Nome struttura	CVO 04
Tipo struttura	Parete
Numero strati	11
Spessore totale	0.55755 m
Massa superficiale	440.16001 kg/m²
Formula Rw	Parete singola/doppia (UNI TR)
Rw	50 dB

Tabella 73. Proprietà della struttura



E. CHIUSURA ORIZZONTALE OPACA 01 (COO 01)

I. SFASAMENTO E ATTENUAZIONE DELL'ONDA TERMICA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
		Superficie esterna		0,0741		
	SOL	Predalle PSE 10 kg sp.20 cm.rif.2.4.03	0,20	0,51	10,00	836,80
	POL	Poliuretano 35/80	0,08	3,3333	36,00	1451,848
	CLS	CLS generico – densità 600 kg/m ³	0,05	0,2083	600,00	836,80
	PLA	Polistirene (PS)	0,025	0,1471	1100,00	1255,2001
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	900,00	836,80
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	900,00	836,80
	PLA	Resine poliestere con fibra di vetro	0,003	0,006	2000,00	1255,2001
		Superficie interna		0,125		

Tabella 74. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	COO 05
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Pavimento, solaio su porticato cantinato
Colore parete esterna	Medio
Numero strati	7
Spessore totale	0,383 m
Resistenza termica totale	4,5229 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,2211 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,38 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,33 W/(m ² K)
Attenuazione	0,0973
Sfasamento	14 h 45'

Tabella 75. Proprietà della struttura

Disegno della struttura

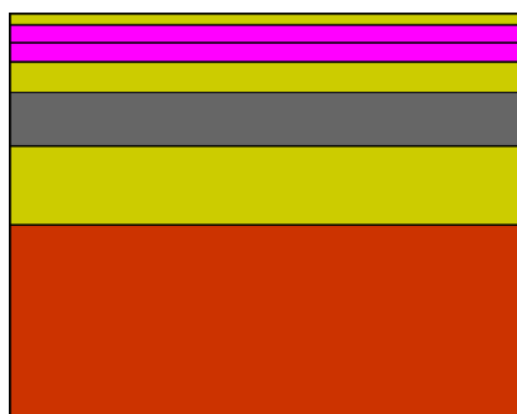


Figura 35. Disegno della struttura



Andamento delle temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	25,44	0	25,44	27,3822
1	25,04	0	25,04	27,4909
2	24,64	0	24,64	27,6312
3	24,32	0	24,32	27,7557
4	24,08	0	24,08	27,8491
5	24	0	24	27,9113
6	24,16	0	24,16	27,9346
7	24,56	0	24,56	27,9113
8	25,28	0	25,28	27,8568
9	26,32	0	26,32	27,7712
10	27,52	0	27,52	27,6701
11	28,88	0	28,88	27,569
12	30,16	0	30,16	27,4834
13	31,12	0	31,12	27,4056
14	31,76	0	31,76	27,3433
15	32	0	32	27,2966
16	31,76	0	31,76	27,2577
17	31,2	0	31,2	27,2188
18	30,32	0	30,32	27,1877
19	29,28	0	29,28	27,1644
20	28,24	0	28,24	27,1566
21	27,36	0	27,36	27,1722
22	26,56	0	26,56	27,2111
23	25,92	0	25,92	27,2811

Tabella 76. Andamento orario delle temperature

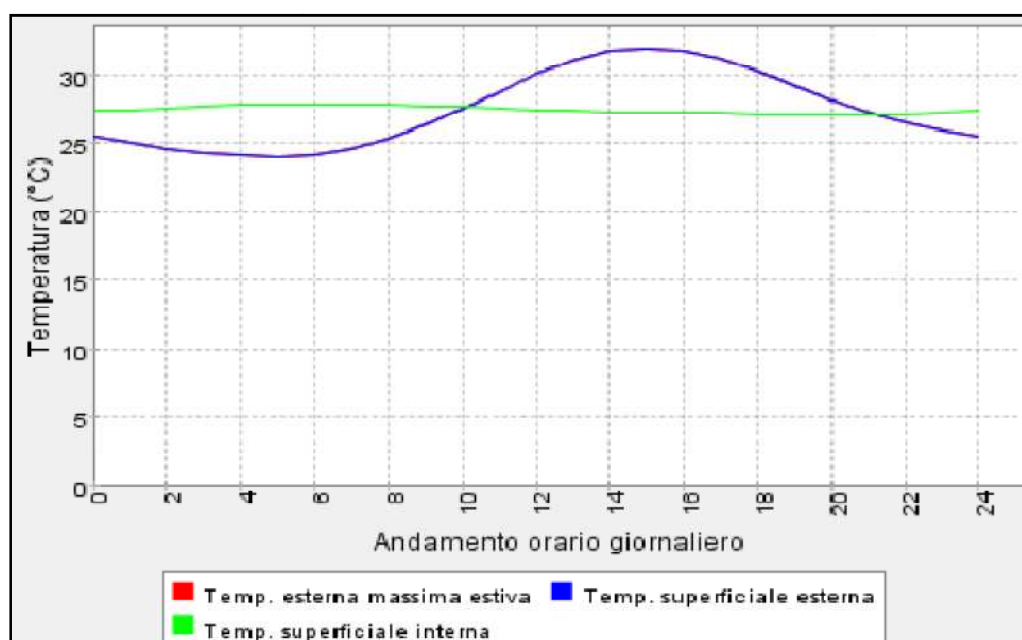


Figura 36. Andamento grafico delle temperature

Come già accennato in precedenza, per le chiusure orizzontali è stato utilizzato un isolante termico di origine sintetica in quanto ammette un valore di trasmittanza λ molto basso, pari a 0,024 W/mK, garantendo anche un’ottima resistenza meccanica a compressione, requisito fondamentale per questa tipologia di elementi costruttivi. La bassa trasmittanza di questo materiale, per la precisione poliuretano espanso, ne assicura l’adozione di uno spessore contenuto limitando di conseguenza anche lo sfasamento dell’onda termica. Nel caso in cui si



fosse preferito utilizzare un isolante di tipo naturale o minerale, lo sfasamento sarebbe stato sicuramente più ampio poiché se ne sarebbe impiegata una quantità maggiore per raggiungere il medesimo requisito di prestazione isolante, con un conseguente aumento dell'inerzia della soluzione tecnologica.

Si può quindi giustificare l'impiego dell'isolante sintetico in relazione ad una minore quantità di materiale utilizzato a parità di prestazioni isolanti, che porta anche ad un risparmio economico, ed uno sfasamento dell'onda termica minore, avendo la soluzione tecnologica una minor inerzia termica.

In conclusione, tramite l'ausilio del grafico riportato in figura 36 (in cui non è riportato l'andamento della temperatura esterna massima in quanto la soluzione non è soggetta all'irraggiamento diretto da parte del sole), si può affermare che sia il valore di sfasamento che il fattore di attenuazione sono tali da determinare un buon esercizio della chiusura.

II. VERIFICA DELLA FORMAZIONE DI CONDENSA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
	SOL	Predalle PSE 10 kg sp.20 cm.rif.2.4.03	0,20	0,51	30,00	6,00
	POL	Poliuretano 35/80	0,08	3,3333	0,00	0,00
	CLS	CLS generico – densità 600 kg/m ³	0,05	0,2083	30,00	1,50
	PLA	Polistirene (PS)	0,025	0,1471	100000,00	2500,00
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	8,00	0,10
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	8,00	0,10
	PLA	Resine poliestere con fibra di vetro	0,003	0,006	10000,00	30,00
		Superficie interna		0,17		

Tabella 77. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	COO 01
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Pavimenti, solai su porticati o cantinati
Numero strati	7
Spessore totale	0,383 m
Resistenza termica totale	4,5338 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,2206 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,38 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,33 W/(m ² K)

Tabella 78. Proprietà della struttura

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	13,70	1245,00	20,00	355,33	1635,87	2044,83	17,86	0,6604
Novembre	8,40	945,00	20,00	628,06	1635,87	2044,83	17,86	0,8156
Dicembre	4,40	713,00	20,00	838,97	1635,87	2044,83	17,86	0,8629
Gennaio	2,90	634,00	20,00	910,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8749
Febbraio	5,00	701,00	20,00	849,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8574
Marzo	8,80	831,00	20,00	731,70	1635,87	2044,83	17,86	0,809
Aprile	12,70	1060,00	20,00	523,51	1635,87	2044,83	17,86	0,7069

Tabella 79. Calcolo dei fattori di temperatura



Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8749

Resistenza termica minima accettabile: 1,9983 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 4,5338 m²K/W

Profilo delle pressioni

Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6
Ottobre	1572,57	1646,51	2209,36	2249,55	2278,30	2290,03	2301,81
	1245,00	1245,92	1245,92	1246,16	1631,21	1631,23	1631,25
Novembre	1109,45	1211,55	2106,79	2178,25	2229,96	2251,19	2272,60
	945,00	946,63	946,63	947,04	1627,64	1627,67	1627,70
Dicembre	844,12	953,72	2032,16	2125,75	2194,07	2222,26	2250,77
	713,00	715,18	715,18	715,73	1624,88	1624,92	1624,96
Gennaio	760,12	870,31	2004,77	2106,35	2180,74	2211,50	2242,63
	634,00	636,37	636,37	636,96	1623,94	1623,98	1624,02
Febbraio	879,95	989,01	2043,20	2133,55	2199,42	2226,58	2254,03
	701,00	703,21	703,21	703,76	1624,74	1624,78	1624,81
Marzo	1139,64	1240,42	2114,38	2183,56	2233,57	2254,10	2274,79
	831,00	832,90	832,90	833,38	1626,29	1626,32	1626,35
Aprile	1474,04	1555,27	2189,68	2235,94	2269,11	2282,65	2296,27
	1060,00	1061,36	1061,36	1061,70	1629,01	1629,04	1629,06
Maggio	1903,65	1949,00	2269,34	2290,80	2306,07	2312,27	2318,48
	1361,00	1361,65	1361,65	1361,81	1632,59	1632,61	1632,62
Giugno	2499,40	2480,48	2359,88	2352,51	2347,33	2345,23	2343,14
	1769,00	1768,69	1768,69	1768,61	1637,45	1637,44	1637,44
Luglio	2905,77	2835,66	2412,71	2388,22	2371,06	2364,14	2357,24
	1929,00	1928,31	1928,31	1928,13	1639,35	1639,34	1639,33
Agosto	2820,17	2761,27	2402,07	2381,04	2366,29	2360,35	2354,42
	1928,00	1927,31	1927,31	1927,14	1639,34	1639,33	1639,32
Settembre	2280,21	2286,59	2328,66	2331,31	2333,19	2333,95	2334,71
	1709,00	1708,83	1708,83	1708,78	1636,74	1636,73	1636,73
Mese	Press. Interna						
Ottobre	2303,00						
	1635,87						
Novembre	2274,77						
	1635,87						
Dicembre	2253,66						
	1635,87						
Gennaio	2245,79						
	1635,87						
Febbraio	2256,82						
	1635,87						
Marzo	2276,89						
	1635,87						
Aprile	2297,65						
	1635,87						
Maggio	2319,11						
	1635,87						
Giugno	2342,92						
	1635,87						
Luglio	2356,55						
	1635,87						
Agosto	2353,82						
	1635,87						
Settembre	2334,78						
	1635,87						

Tabella 80. Profilo delle pressioni all'interno della struttura



Accumulo di condensa interstiziale

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

Tabella 81. Accumulo di condensa all'interno della struttura

Condensa non presente



F. CHIUSURA ORIZZONTALE OPACA 02 (COO 02)

I. SFASAMENTO E ATTENUAZIONE DELL'ONDA TERMICA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
		Superficie esterna		0,0741		
	LEG	Pannelli di spaccato di legno e leganti	0,03	0,2098	500,00	2092,00
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0,05	0,09	1,00	1004,16
	CLS	CLS generico – densità 600 kg/m ³	0,03	0,125	600,00	836,80
	IMP	Bitume polimero su PPL sp. 4 mm	0,004	0,0133	1000,00	920,48
	CLS	CLS generico – densità 600 kg/m ³	0,05	0,2083	600,00	836,80
	POL	Poliuretano 35/50	0,05	2,0833	36,00	1451,848
	POL	Poliuretano 35/50	0,05	2,0833	36,00	1451,848
	POL	Poliuretano 35/50	0,05	2,0833	36,00	1451,848
	PLA	Polietilene (PE)	0,006	0,0171	950,00	2092,00
	CLS	CLS generico – densità 1900 kg/m ³	0,15	0,1415	1900,00	836,80
	MET	Acciaio inossidabile	0,0007	0,00	8000,00	502,08
	INA	Camera non ventilata sp. mm 300	0,30	0,18	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,18	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,18	1,00	1004,16
	VAR	Cartongesso in lastre	0,015	0,0714	900,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Tabella 82. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	COO 02
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Copertura, tetto, soffitto
Colore parete esterna	Chiaro
Numero strati	15
Spessore totale	0,9857 m
Resistenza termica totale	7,8657 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1271 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,32 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,30 W/(m ² K)
Attenuazione	0,0295
Sfasamento	15 h 43'

Tabella 83. Proprietà della struttura

Disegno della struttura

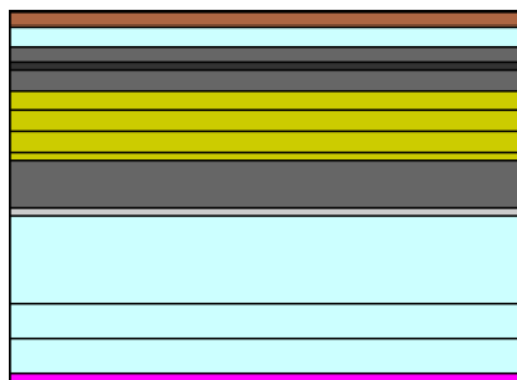


Figura 37. Disegno della struttura



Andamento delle temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	25,44	0	25,44	34,99
1	25,04	0	25,04	35,1162
2	24,64	0	24,64	35,2249
3	24,32	0	24,32	35,3115
4	24,08	0	24,08	35,3675
5	24	30	24,6667	35,3774
6	24,16	198	28,56	35,3498
7	24,56	381	33,0267	35,2836
8	25,28	552	37,5467	35,1809
9	26,32	698	41,8311	35,0525
10	27,52	810	45,52	34,9067
11	28,88	881	48,4578	34,7661
12	30,16	909	50,36	34,7158
13	31,12	881	50,6978	34,6899
14	31,76	810	49,76	34,6663
15	32	698	47,5111	34,6475
16	31,76	552	44,0267	34,6334
17	31,2	381	39,6667	34,6216
18	30,32	198	34,72	34,6098
19	29,28	30	29,9467	34,6004
20	28,24	0	28,24	34,5933
21	27,36	0	27,36	34,6106
22	26,56	0	26,56	34,7253
23	25,92	0	25,92	34,8569

Tabella 84. Andamento orario delle temperature

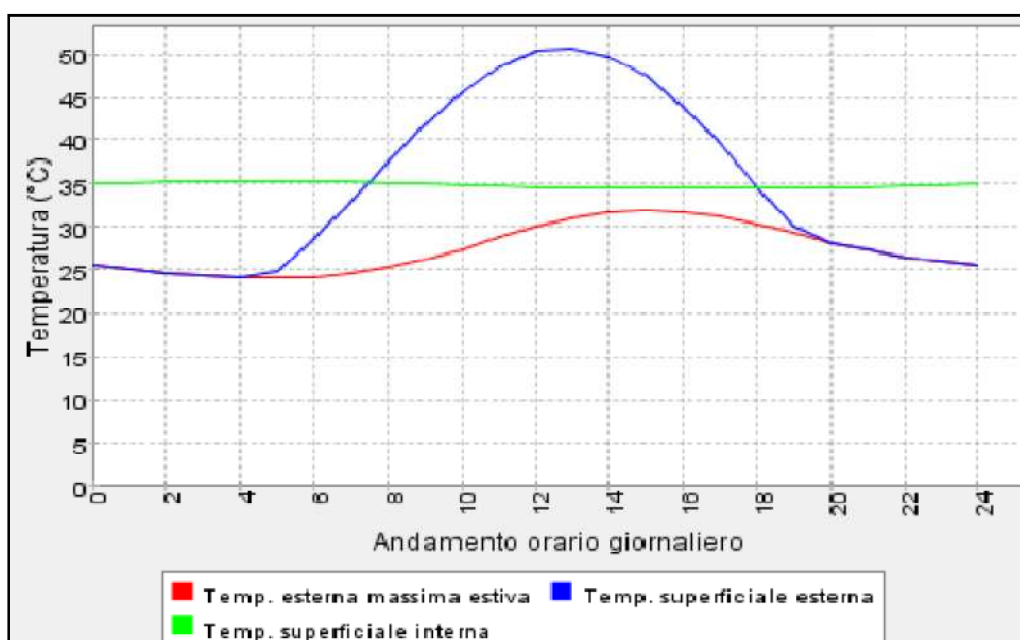


Figura 38. Andamento grafico delle temperature

In conclusione, tramite l'ausilio del grafico riportato in figura 38, si può affermare che sia il valore di sfasamento che il fattore di attenuazione sono tali da determinare un buon esercizio della chiusura.



II. VERIFICA DELLA FORMAZIONE DI CONDENZA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
	LEG	Pannelli di spaccato di legno e leganti inorganici	0,03	0,2098	30,00	0,90
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0,05	0,105	1,00	0,05
	CLS	Cl.S generico – densità 600 kg/m ³	0,03	0,125	30,00	0,90
	IMP	Bitume polimero su PPL sp. 4 mm	0,004	0,0133	80000,00	320,00
	CLS	CLS generico – densità 600 kg/m ³	0,05	0,2083	30,00	1,50
	POL	Poliuretano 35/50	0,05	2,0833	0,00	0,00
	POL	Poliuretano 35/50	0,05	2,0833	0,00	0,00
	POL	Poliuretano 35/50	0,05	2,0833	0,00	0,00
	PLA	Polietilene (PE)	0,006	0,0171	100000,00	600,00
	CLS	CLS generico – densità 1900 kg/m ³	0,15	0,1415	95,00	14,25
	MET	Acciaio inossidabile	0,0007	0,00	2000000,00	1400,00
	INA	Camera non ventilata sp. mm 300	0,30	0,23	1,00	0,30
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,22	1,00	0,10
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,22	1,00	0,10
	VAR	Cartongesso in lastre	0,015	0,0714	8,00	0,12
		Superficie interna		0,10		

Tabella 85. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	COO 02
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Coperture, tetti, soffitti
Numero strati	15
Spessore totale	0,9857 m
Resistenza termica totale	7,9516 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1258 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,32 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,30 W/(m ² K)

Tabella 86. Proprietà della struttura

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	13,70	1245,00	20,00	355,33	1635,87	2044,83	17,86	0,6604
Novembre	8,40	945,00	20,00	628,06	1635,87	2044,83	17,86	0,8156
Dicembre	4,40	713,00	20,00	838,97	1635,87	2044,83	17,86	0,8629
Gennaio	2,90	634,00	20,00	910,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8749
Febbraio	5,00	701,00	20,00	849,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8574
Marzo	8,80	831,00	20,00	731,70	1635,87	2044,83	17,86	0,809
Aprile	12,70	1060,00	20,00	523,51	1635,87	2044,83	17,86	0,7069

Tabella 87. Calcolo dei fattori di temperatura

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8749

Resistenza termica minima accettabile: 1,9983 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 7,9516 m²K/W



Profilo delle pressioni

Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6
Ottobre	1570,12	1587,18	1595,77	1606,06	1607,16	1624,44	1806,44
	1245,00	1245,15	1245,16	1245,31	1298,80	1299,05	1299,05
Novembre	1106,14	1129,32	1141,08	1155,22	1156,74	1180,68	1445,14
	945,00	945,27	945,28	945,55	1040,10	1040,54	1040,54
Dicembre	840,63	865,20	877,73	892,85	894,48	920,24	1216,12
	713,00	713,36	713,37	713,73	840,03	840,62	840,62
Gennaio	756,63	781,21	793,77	808,95	810,59	836,52	1138,86
	634,00	634,39	634,41	634,79	771,90	772,55	772,55
Febbraio	876,47	900,96	913,44	928,50	930,12	955,75	1248,29
	701,00	701,36	701,38	701,74	829,68	830,28	830,28
Marzo	1136,37	1159,28	1170,90	1184,86	1186,36	1209,99	1470,00
	831,00	831,31	831,33	831,64	941,79	942,30	942,30
Aprile	1471,37	1490,05	1499,48	1510,77	1511,98	1530,97	1732,77
	1060,00	1060,22	1060,23	1060,46	1139,27	1139,64	1139,64
Maggio	1902,14	1912,68	1917,98	1924,30	1924,98	1935,56	2044,19
	1361,00	1361,11	1361,11	1361,22	1398,83	1399,01	1399,01
Giugno	2500,04	2495,59	2493,37	2490,72	2490,44	2486,03	2442,37
	1769,00	1768,95	1768,95	1768,89	1750,67	1750,59	1750,59
Luglio	2908,16	2891,57	2883,29	2873,47	2872,43	2856,13	2697,53
	1929,00	1928,89	1928,88	1928,77	1888,65	1888,46	1888,46
Agosto	2822,18	2808,25	2801,31	2793,06	2792,18	2778,49	2644,72
	1928,00	1927,89	1927,88	1927,77	1887,79	1887,60	1887,60
Settembre	2280,00	2281,49	2282,24	2283,13	2283,23	2284,71	2299,62
	1709,00	1708,97	1708,97	1708,94	1698,93	1698,89	1698,89

Mese	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Interf. 10	Interf. 11	Interf. 12	Interf. 13
Ottobre	2006,07	2224,76	2226,64	2242,23	2242,24	2267,79	2292,46
	1299,05	1299,05	1399,35	1401,73	1635,76	1635,81	1635,83
Novembre	1760,25	2134,05	2137,39	2165,17	2165,18	2211,00	2255,61
	1040,54	1040,54	1217,82	1222,03	1635,68	1635,77	1635,80
Dicembre	1592,62	2067,75	2072,12	2108,55	2108,56	2168,96	2228,15
	840,62	840,62	1077,43	1083,06	1635,62	1635,74	1635,78
Gennaio	1533,47	2043,36	2048,10	2087,65	2087,67	2153,38	2217,92
	772,55	772,55	1029,63	1035,74	1635,60	1635,73	1635,77
Febbraio	1616,84	2077,58	2081,80	2116,96	2116,97	2175,22	2232,25
	830,28	830,28	1070,17	1075,87	1635,62	1635,74	1635,78
Marzo	1777,83	2140,78	2144,02	2170,90	2170,91	2215,24	2258,38
	942,30	942,30	1148,84	1153,74	1635,65	1635,76	1635,79
Aprile	1957,51	2207,39	2209,55	2227,51	2227,52	2256,98	2285,47
	1139,64	1139,64	1287,41	1290,92	1635,71	1635,79	1635,81
Maggio	2158,13	2277,58	2278,59	2286,91	2286,91	2300,50	2313,56
	1399,01	1399,01	1469,54	1471,22	1635,79	1635,83	1635,84
Giugno	2390,37	2357,04	2356,69	2353,84	2353,84	2349,21	2344,80
	1750,59	1750,59	1716,43	1715,61	1635,90	1635,88	1635,88
Luglio	2546,68	2403,26	2402,11	2392,63	2392,63	2377,30	2362,71
	1888,46	1888,46	1813,24	1811,46	1635,94	1635,91	1635,89
Agosto	2516,61	2393,95	2392,96	2384,83	2384,83	2371,66	2359,12
	1887,60	1887,60	1812,64	1810,86	1635,94	1635,91	1635,89
Settembre	2314,61	2329,68	2329,81	2330,83	2330,84	2332,51	2334,10
	1698,89	1698,89	1680,12	1679,67	1635,89	1635,88	1635,87



Mese	Interf. 14	Press. Interna
Ottobre	2317,38	2325,51
	1635,85	1635,87
Novembre	2301,02	2315,93
	1635,83	1635,87
Dicembre	2288,74	2308,72
	1635,82	1635,87
Gennaio	2284,15	2306,02
	1635,81	1635,87
Febbraio	2290,58	2309,80
	1635,82	1635,87
Marzo	2302,25	2316,65
	1635,82	1635,87
Aprile	2314,28	2323,70
	1635,84	1635,87
Maggio	2326,68	2330,95
	1635,85	1635,87
Giugno	2340,38	2338,95
	1635,87	1635,87
Luglio	2348,20	2343,51
	1635,88	1635,87
Agosto	2346,64	2342,60
	1635,88	1635,87
Settembre	2335,70	2336,22
	1635,87	1635,87

Tabella 88. Profilo delle pressioni all'interno della struttura

Accumulo di condensa interstiziale

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

Tabella 89. Accumulo di condensa all'interno della struttura

Condensa non presente.



G. CHIUSURA ORIZZONTALE OPACA 03 (COO 03)

I. SFASAMENTO E ATTENUAZIONE DELL'ONDA TERMICA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
		Superficie esterna		0,0741		
	TER	Terreno umido	0,10	0,05	2050,00	4100,3203
	IMP	Bitume polimero su PPL sp. 4 mm	0,004	0,0133	1000,00	920,48
	CLS	CLS generico – densità 600 kg/m ³	0,05	0,2083	600,00	836,80
	POL	Poliuretano 35/50	0,05	2,0833	36,00	1451,848
	POL	Poliuretano 35/50	0,05	2,0833	36,00	1451,848
	POL	Poliuretano 35/50	0,05	2,0833	36,00	1451,848
	PLA	Polietilene (PE)	0,006	0,0171	950,00	2092,00
	CLS	CLS generico – densità 1900 kg/m ³	0,15	0,1415	1900,00	836,80
	MET	Acciaio inossidabile	0,0007	0,00	8000,00	502,08
	INA	Camera non ventilata sp. mm 300	0,30	0,18	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,18	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,18	1,00	1004,16
	VAR	Cartongesso in lastre	0,015	0,0714	900,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Tabella 90. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	COO 03
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Copertura, tetto, soffitto
Colore parete esterna	Chiaro
Numero strati	13
Spessore totale	0,9757 m
Resistenza termica totale	7,4909 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1335 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,32 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,30 W/(m ² K)
Attenuazione	0,0095
Sfasamento	18 h 22'

Tabella 91. Proprietà della struttura

Disegno della struttura

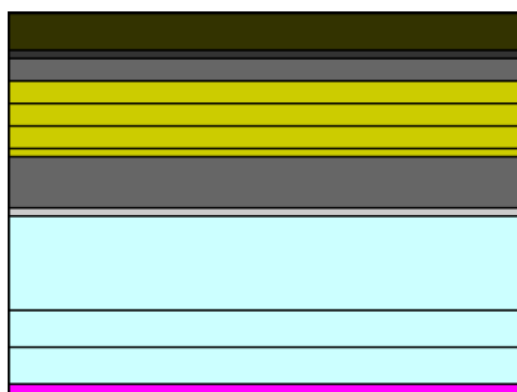


Figura 39. Disegno della struttura



Andamento delle temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	25,44	0	25,44	34,8517
1	25,04	0	25,04	34,8944
2	24,64	0	24,64	34,9376
3	24,32	0	24,32	34,9785
4	24,08	0	24,08	35,0137
5	24	30	24,6667	35,0418
6	24,16	198	28,56	35,0599
7	24,56	381	33,0267	35,0631
8	25,28	552	37,5467	35,0542
9	26,32	698	41,8311	35,0327
10	27,52	810	45,52	34,9994
11	28,88	881	48,4578	34,9578
12	30,16	909	50,36	34,9106
13	31,12	881	50,6978	34,865
14	31,76	810	49,76	34,8487
15	32	698	47,5111	34,8403
16	31,76	552	44,0267	34,8327
17	31,2	381	39,6667	34,8265
18	30,32	198	34,72	34,822
19	29,28	30	29,9467	34,8181
20	28,24	0	28,24	34,8143
21	27,36	0	27,36	34,8113
22	26,56	0	26,56	34,809
23	25,92	0	25,92	34,8146

Tabella 92. Andamento orario delle temperature

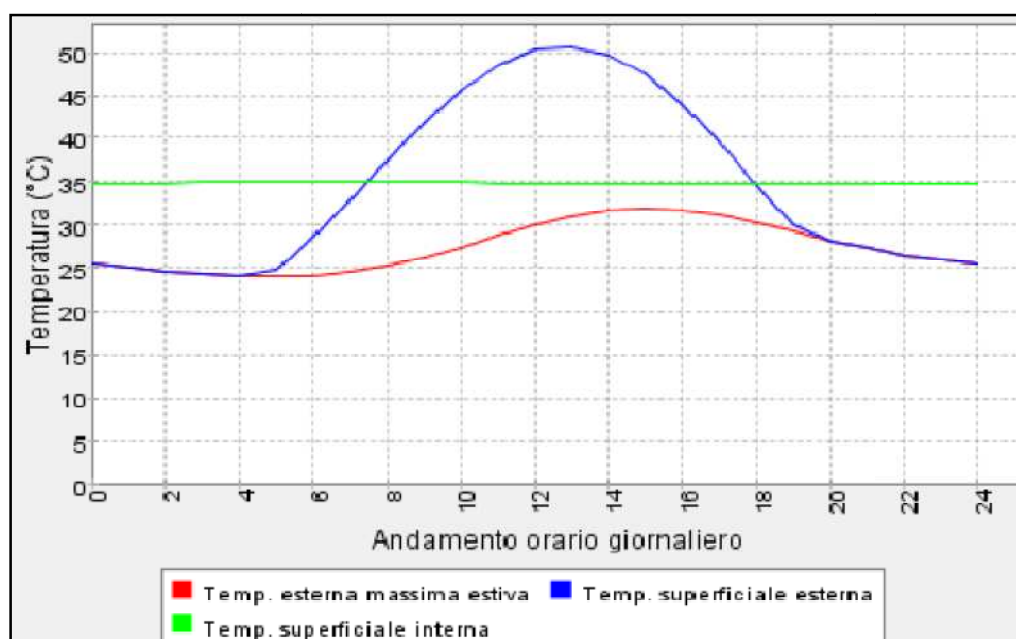


Figura 40. Andamento grafico delle temperature

In conclusione, tramite l'ausilio del grafico riportato in figura 40, si può affermare che sia il valore di sfasamento che il fattore di attenuazione sono tali da determinare un buon esercizio della chiusura.



II. VERIFICA DELLA FORMAZIONE DI CONDENSA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
	TER	Terreno umido	0,10	0,05	1,00	0,10
	IMP	Bitume polimero su PPL sp. 4 mm	0,004	0,0133	80000,00	320,00
	CLS	CLS generico – densità 600 kg/m ³	0,05	0,2083	30,00	1,50
	POL	Poliuretano 35/50	0,05	2,0833	0,00	0,00
	POL	Poliuretano 35/50	0,05	2,0833	0,00	0,00
	POL	Poliuretano 35/50	0,05	2,0833	0,00	0,00
	PLA	Polietilene (PE)	0,006	0,0171	100000,00	600,00
	CLS	CLS generico – densità 1900 kg/m ³	0,15	0,1415	95,00	14,25
	MET	Acciaio inossidabile	0,0007	0,00	2000000,00	1400,00
	INA	Camera non ventilata sp. mm 300	0,30	0,23	1,00	0,30
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,22	1,00	0,10
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,22	1,00	0,10
	VAR	Cartongesso in lastre	0,015	0,0714	8,00	0,12
		Superficie interna		0,10		

Tabella 93. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	COO 03
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Coperture, tetti, soffitti
Numero strati	13
Spessore totale	0,9757 m
Resistenza termica totale	7,5618 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1322 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 – 2008	0,32 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 – 2010	0,30 W/(m ² K)

Tabella 94. Proprietà della struttura

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	13,70	1245,00	20,00	355,33	1635,87	2044,83	17,86	0,6604
Novembre	8,40	945,00	20,00	628,06	1635,87	2044,83	17,86	0,8156
Dicembre	4,40	713,00	20,00	838,97	1635,87	2044,83	17,86	0,8629
Gennaio	2,90	634,00	20,00	910,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8749
Febbraio	5,00	701,00	20,00	849,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8574
Marzo	8,80	831,00	20,00	731,70	1635,87	2044,83	17,86	0,809
Aprile	12,70	1060,00	20,00	523,51	1635,87	2044,83	17,86	0,7069

Tabella 95. Calcolo dei fattori di temperatura

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8749

Resistenza termica minima accettabile: 1,9983 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 7,5618 m²K/W



Profilo delle pressioni

Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6
Ottobre	1570,29	1574,55	1575,69	1593,55	1782,22	1990,19	2219,10
	1245,00	1245,02	1298,55	1298,80	1298,80	1298,80	1298,80
Novembre	1106,37	1112,14	1113,68	1138,04	1408,66	1734,25	2124,02
	945,00	945,03	1039,65	1040,09	1040,09	1040,09	1040,09
Dicembre	840,87	846,97	848,60	874,48	1174,15	1560,57	2054,64
	713,00	713,04	839,43	840,03	840,03	840,03	840,03
Gennaio	756,87	762,97	764,60	790,51	1095,50	1499,62	2029,14
	634,00	634,04	764,60	765,25	765,25	765,25	765,25
Febbraio	876,71	882,79	884,42	910,21	1206,97	1585,69	2064,92
	701,00	701,06	884,42	884,98	884,98	884,98	884,98
Marzo	1136,59	1142,29	1143,82	1167,89	1434,23	1752,50	2131,07
	831,00	831,03	941,77	941,78	941,78	941,78	941,78
Aprile	1471,56	1476,22	1477,46	1497,04	1705,73	1939,51	2200,88
	1060,00	1060,02	1138,89	1139,26	1139,26	1139,26	1139,26
Maggio	1902,24	1904,88	1905,59	1916,61	2030,01	2149,24	2274,56
	1361,00	1361,01	1398,66	1398,83	1398,83	1398,83	1398,83
Giugno	2500,00	2498,88	2498,58	2493,94	2447,91	2402,63	2358,08
	1769,00	1768,96	1750,57	1750,67	1750,67	1750,67	1750,67
Luglio	2907,99	2903,83	2902,72	2885,42	2717,37	2557,93	2406,72
	1920,00	1928,96	1898,84	1888,65	1888,65	1888,65	1888,65
Agosto	2022,04	2010,54	2017,61	2003,10	2661,50	2526,19	2396,92
	1920,00	1927,96	1007,90	1007,79	1007,79	1007,79	1007,79
Settembre	2200,01	2200,39	2200,49	2202,05	2297,71	2313,46	2329,31
	1709,00	1709,00	1698,98	1698,93	1698,93	1698,93	1698,93

Mese	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Interf. 10	Interf. 11	Interf. 12	Press. Interna
Ottobre	2221,08	2237,44	2237,45	2264,27	2290,19	2316,37	2324,93
	1399,17	1401,56	1635,76	1635,81	1635,83	1635,85	1635,87
Novembre	2127,52	2156,62	2156,63	2204,67	2251,49	2299,18	2314,85
	1217,51	1221,72	1635,68	1635,77	1635,80	1635,83	1635,87
Dicembre	2059,22	2097,33	2097,34	2160,60	2222,66	2286,28	2307,27
	1077,02	1082,64	1635,62	1635,74	1635,78	1635,82	1635,87
Gennaio	2034,10	2075,46	2075,47	2144,27	2211,93	2281,46	2304,44
	1024,51	1030,66	1635,60	1635,73	1635,77	1635,81	1635,87
Febbraio	2069,34	2106,13	2106,14	2167,16	2226,96	2288,21	2308,41
	1108,58	1113,89	1635,63	1635,75	1635,78	1635,82	1635,87
Marzo	2134,46	2162,63	2162,64	2209,12	2254,39	2300,47	2315,61
	1148,47	1153,38	1635,65	1635,76	1635,79	1635,82	1635,87
Aprile	2203,16	2221,99	2222,00	2252,92	2282,84	2313,12	2323,02
	1287,15	1290,66	1635,71	1635,79	1635,81	1635,84	1635,87
Maggio	2275,61	2284,36	2284,36	2298,63	2312,35	2326,15	2330,65
	1469,42	1471,09	1635,79	1635,83	1635,84	1635,85	1635,87
Giugno	2357,72	2354,72	2354,72	2349,85	2345,20	2340,56	2339,06
	1716,49	1715,67	1635,90	1635,88	1635,88	1635,87	1635,87
Luglio	2405,51	2395,53	2395,53	2379,39	2364,04	2348,78	2343,85
	1813,38	1811,59	1635,94	1635,91	1635,89	1635,88	1635,87
Agosto	2395,88	2387,32	2387,32	2373,46	2360,26	2347,14	2342,89
	1812,77	1810,99	1635,94	1635,91	1635,89	1635,88	1635,87
Settembre	2329,44	2330,52	2330,52	2332,28	2333,96	2335,64	2336,19
	1680,15	1679,71	1635,89	1635,88	1635,87	1635,87	1635,87

Tabella 96. Profilo delle pressioni all'interno della struttura



Accumulo di condensa interstiziale

Mese	Interf. 2 → Flusso di vapore (g/m ²)	Condensa accumulata (g/m ²)	Data fine evaporazione
Ottobre	0	0	0
Novembre	0	0	0
Dicembre	0	0	0
Gennaio	0,01	0,01	0
Febbraio	-0,1	0	27
Marzo	0	0	0
Aprile	0	0	0
Maggio	0	0	0
Giugno	0	0	0
Luglio	0	0	0
Agosto	0	0	0
Settembre	0	0	0

Tabella 97. Accumulo di condensa all'interno della struttura

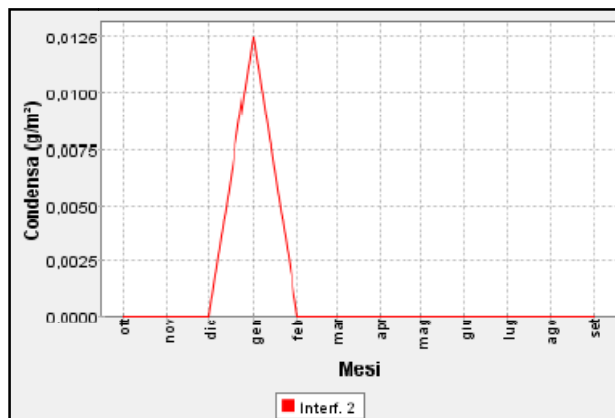


Figura 41. Grafico accumulo condensa interstiziale

Condensa presente ma inferiore al valore minimo (500 g/m²)



H. CHIUSURA ORIZZONTALE OPACA 04 (COO 04)

I. SFASAMENTO E ATTENUAZIONE DELL'ONDA TERMICA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
		Superficie esterna		0,0741		
	MET	Rame	0,0006	0,00	8900,00	384,928
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0,05	0,09	1,00	1004,16
	PLA	Polistirene (PS)	0,05	0,2941	1100,00	1255,2001
	IMP	Bitume polimero su PPL sp. 4 mm	0,004	0,0133	1000,00	920,48
	CLS	CLS generico – densità 600 kg/m ³	0,05	0,2083	600,00	836,80
	POL	Poliuretano 35/60	0,06	2,50	36,00	1451,848
	POL	Poliuretano 35/60	0,06	2,50	36,00	1451,848
	PLA	Polietilene (PE)	0,006	0,0171	950,00	2092,00
	CLS	CLS generico – densità 1900 kg/m ³	0,15	0,1415	1900,00	836,80
	MET	Acciaio inossidabile	0,0007	0,00	8000,00	502,08
	INA	Camera non ventilata sp. mm 300	0,30	0,18	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,18	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,18	1,00	1004,16
	VAR	Cartongesso in lastre	0,015	0,0714	900,00	836,80
		Superficie interna		0,125		

Tabella 98. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	COO 04
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Copertura, tetto, soffitto
Colore parete esterna	Chiaro
Numero strati	14
Spessore totale	0,9463 m
Resistenza termica totale	6,575 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1521 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,32 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,30 W/(m ² K)
Attenuazione	0,0261
Sfasamento	15 h 37'

Tabella 99. Proprietà della struttura

Disegno della struttura

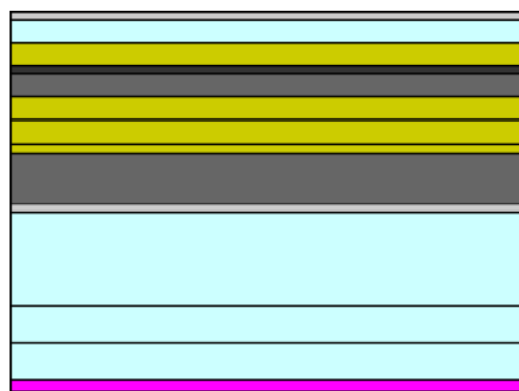


Figura 42. Disegno della struttura



Andamento delle temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	25,44	0	25,44	34,9811
1	25,04	0	25,04	35,0928
2	24,64	0	24,64	35,189
3	24,32	0	24,32	35,2656
4	24,08	0	24,08	35,3152
5	24	30	24,6667	35,324
6	24,16	198	28,56	35,2995
7	24,56	381	33,0267	35,2409
8	25,28	552	37,5467	35,15
9	26,32	698	41,8311	35,0364
10	27,52	810	45,52	34,9074
11	28,88	881	48,4578	34,7829
12	30,16	909	50,36	34,7384
13	31,12	881	50,6978	34,7155
14	31,76	810	49,76	34,6946
15	32	698	47,5111	34,6779
16	31,76	552	44,0267	34,6654
17	31,2	381	39,6667	34,655
18	30,32	198	34,72	34,6446
19	29,28	30	29,9467	34,6362
20	28,24	0	28,24	34,63
21	27,36	0	27,36	34,6453
22	26,56	0	26,56	34,7468
23	25,92	0	25,92	34,8632

Tabella 100. Andamento orario delle temperature

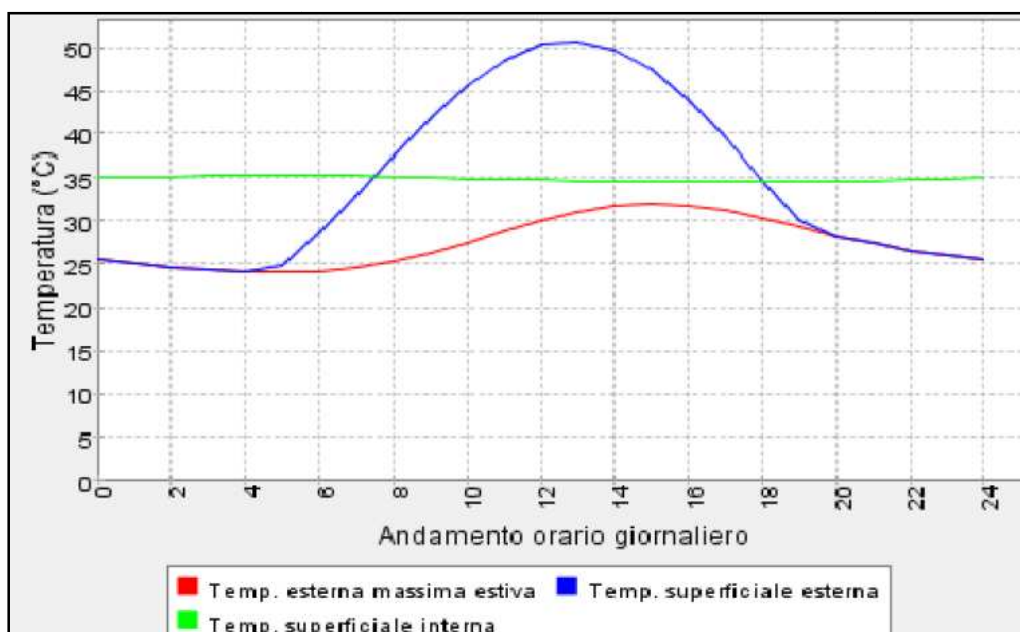


Figura 43. Andamento grafico delle temperature

In conclusione, tramite l'ausilio del grafico riportato in figura 43, si può affermare che sia il valore di sfasamento che il fattore di attenuazione sono tali da determinare un buon esercizio della chiusura.



II. VERIFICA DELLA FORMAZIONE DI CONDENZA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
	MET	Rame	0,0006	0,00	2000000,00	1200,0001
	INA	Camera debolmente ventilata sp. mm 50	0,05	0,105	1,00	0,05
	PLA	Pollistirene (PS)	0,05	0,2941	100000,00	5000,0001
	IMP	Bitume polimero su PPL sp. 4 mm	0,004	0,0133	80000,00	320,00
	CLS	CLS generico – densità 600 kg/m ³	0,05	0,2083	30,00	1,50
	POL	Poliuretano 35/60	0,06	2,50	0,00	0,00
	POL	Poliuretano 35/60	0,06	2,50	0,00	0,00
	PLA	Polietilene (PE)	0,006	0,0171	100000,00	600,00
	CLS	CLS generico – densità 1900 kg/m ³	0,15	0,1415	95,00	14,25
	MET	Acciaio inossidabile	0,0007	0,00	2000000,00	1400,00
	INA	Camera non ventilata sp. mm 300	0,30	0,23	1,00	0,30
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,22	1,00	0,10
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,22	1,00	0,10
	VAR	Cartongesso in lastre	0,015	0,0714	8,00	0,12
		Superficie interna		0,10		

Tabella 101. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	COO 04
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Coperture, tetti, soffitti
Numero strati	14
Spessore totale	0,9463 m
Resistenza termica totale	6,6609 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1501 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,32 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,30 W/(m ² K)

Tabella 102. Proprietà della struttura

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	13,70	1245,00	20,00	355,33	1635,87	2044,83	17,86	0,6604
Novembre	8,40	945,00	20,00	628,06	1635,87	2044,83	17,86	0,8156
Dicembre	4,40	713,00	20,00	838,97	1635,87	2044,83	17,86	0,8629
Gennaio	2,90	634,00	20,00	910,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8749
Febbraio	5,00	701,00	20,00	849,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8574
Marzo	8,80	831,00	20,00	731,70	1635,87	2044,83	17,86	0,809
Aprile	12,70	1060,00	20,00	523,51	1635,87	2044,83	17,86	0,7069

Tabella 103. Calcolo dei fattori di temperatura

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8749

Resistenza termica minima accettabile: 1,9983 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 6,6609 m²K/W

Profilo delle pressioni



Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6
Ottobre	1570,75	1570,75	1580,92	1609,73	1611,04	1631,74	1898,87
	1245,00	1289,95	1299,95	1528,89	1543,54	1543,61	1543,61
Novembre	1106,99	1106,99	1120,80	1160,29	1162,10	1190,85	1587,86
	945,00	984,96	984,96	1151,45	1162,10	1162,46	1162,46
Dicembre	841,53	841,53	856,14	898,28	900,24	931,24	1383,67
	713,00	747,46	747,46	891,05	900,24	900,78	900,78
Gennaio	757,53	757,53	772,14	814,41	816,38	847,60	1313,27
	634,00	667,57	667,57	807,42	816,38	816,99	816,99
Febbraio	877,36	877,36	891,94	933,91	935,85	966,68	1412,74
	701,00	744,22	744,23	924,32	935,85	936,37	936,37
Marzo	1137,21	1137,21	1150,86	1189,86	1191,65	1220,02	1609,66
	831,00	897,38	897,38	1173,95	1191,65	1191,98	1191,98
Aprile	1472,06	1472,06	1483,20	1514,80	1516,24	1539,00	1836,41
	1060,00	1143,97	1143,97	1493,85	1516,24	1516,33	1516,33
Maggio	1902,53	1902,53	1908,82	1926,55	1927,36	1940,01	2097,58
	1361,00	1465,24	1465,24	1899,56	1927,36	1927,14	1927,14
Giugno	2499,88	2499,88	2497,22	2489,78	2489,44	2484,19	2421,88
	1769,00	1901,60	1901,60	2454,09	2489,44	2360,95	2360,95
Luglio	2907,54	2907,54	2897,62	2869,99	2868,74	2849,32	2625,02
	1929,00	1887,79	1887,79	1716,09	1705,11	1705,05	1705,05
Agosto	2821,66	2821,66	2813,34	2790,14	2789,09	2772,76	2583,24
	1928,00	1886,93	1886,93	1715,82	1704,87	1704,82	1704,82
Settembre	2280,05	2280,05	2280,94	2283,45	2283,56	2285,33	2306,72
	1709,00	1698,72	1698,72	1655,88	1653,14	1653,13	1653,13

Mese	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Interf. 10	Interf. 11	Interf. 12	Interf. 13
Ottobre	2203,57	2205,80	2224,27	2224,28	2254,59	2283,93	2313,60
	1543,61	1571,08	1571,73	1635,84	1635,85	1635,86	1635,86
Novembre	2096,57	2100,50	2133,19	2133,20	2187,29	2240,14	2294,11
	1162,46	1303,43	1306,78	1635,72	1635,79	1635,81	1635,84
Dicembre	2018,85	2023,97	2066,63	2066,64	2137,66	2207,58	2279,50
	900,78	1119,68	1124,88	1635,64	1635,75	1635,79	1635,82
Gennaio	1990,36	1995,90	2042,14	2042,15	2119,31	2195,48	2274,04
	816,99	1060,84	1066,63	1635,61	1635,74	1635,78	1635,82
Febbraio	2030,34	2035,29	2076,49	2076,51	2145,04	2212,44	2281,69
	936,37	1144,67	1149,62	1635,65	1635,75	1635,79	1635,82
Marzo	2104,48	2108,29	2139,95	2139,96	2192,31	2243,42	2295,58
	1191,98	1324,17	1327,30	1635,73	1635,80	1635,82	1635,84
Aprile	2183,02	2185,58	2206,83	2206,84	2241,76	2275,61	2309,91
	1516,33	1551,93	1552,77	1635,83	1635,85	1635,85	1635,86
Maggio	2266,23	2267,43	2277,32	2277,33	2293,49	2309,05	2324,69
	1927,14	1840,41	1838,34	1635,96	1635,91	1635,90	1635,88
Giugno	2360,95	2360,54	2357,13	2357,13	2351,60	2346,32	2341,05
	2360,95	2145,03	2139,90	1636,09	1635,98	1635,94	1635,91
Luglio	2416,30	2414,92	2403,55	2403,55	2385,18	2367,73	2350,39
	1705,05	1684,45	1683,96	1635,89	1635,88	1635,87	1635,87
Agosto	2405,14	2403,95	2394,21	2394,20	2378,43	2363,43	2348,52
	1704,82	1684,29	1683,80	1635,89	1635,88	1635,87	1635,87
Settembre	2328,28	2328,43	2329,65	2329,65	2331,65	2333,55	2335,46
	1653,13	1647,99	1647,87	1635,87	1635,87	1635,87	1635,87

Tabella 104. Profilo delle pressioni all'interno della struttura



Accumulo di condensa interstiziale

Mese	Interf. 3 → Flusso di vapore	Condensa	Data fine	Interf. 6 → Flusso di vapore	Condensa	Data fine
Ottobre	0	0	0	0	0	0
Novembre	0,05	0,05	0	0	0	0
Dicembre	0,08	0,13	0	0	0	0
Gennaio	0,1	0,23	0	0	0	0
Febbraio	0,08	0,31	0	0	0	0
Marzo	0,04	0,34	0	0	0	0
Aprile	-0,01	0,33	0	0	0	0
Maggio	-0,07	0,26	0	0	0	0
Giugno	-2,94	0	28	-0,13	0	0
Luglio	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	0	0	0	0

Tabella 105. Accumulo di condensa all'interno della struttura

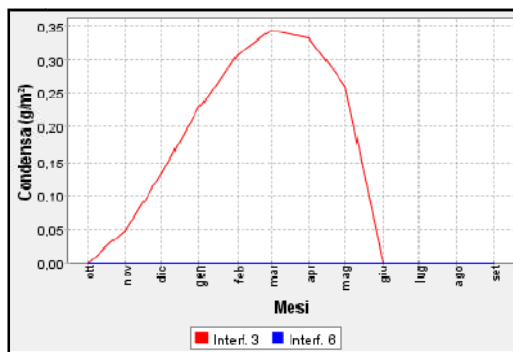


Figura 44. Grafico accumulo condensa interstiziale

Condensa presente ma inferiore al valore limite (500 g/m^2).



I. CHIUSURA ORIZZONTALE OPACA 05 (COO 05)

I. SFASAMENTO E ATTENUAZIONE DELL'ONDA TERMICA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore [m]	Resistenza [m ² K/W]	Densità [kg/m ³]	Cal. spec. [J/kgK]
		Superficie esterna		0,0741		
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,02	0,1667	450,00	2719,5999
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,22	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,22	1,00	1004,16
	INA	Camera non ventilata sp. mm 300	0,30	0,23	1,00	1004,16
	MET	Acciaio inossidabile	0,0007	0,00	8000,00	502,08
	CLS	CLS generico – densità 1900 kg/m ³	0,15	0,1415	1900,00	836,80
	PLA	Polietilene (PE)	0,006	0,0171	950,00	2092,00
	POL	Poliuretano 35/80	0,08	3,3333	36,00	1451,848
	POL	Poliuretano 35/60	0,06	2,50	36,00	1451,848
	CLS	CLS generico – densità 600 kg/m ³	0,05	0,2083	600,00	836,80
	PLA	Polistirene (PS)	0,025	0,1471	1100,00	1255,2001
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	900,00	836,80
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	900,00	836,80
	LEG	Pannelli di spaccato di legno e leganti	0,008	0,0559	500,00	2092,00
		Superficie interna		0,125		

Tabella 106. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	COO 05
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Pavimento, solaio su porticato cantinato
Colore parete esterna	Chiaro
Numero strati	14
Spessore totale	0,9197 m
Resistenza termica totale	7,4629 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,134 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2008	0,38 W/(m ² K)
Trasmittanza massima DLgs 311 dal 2010	0,33 W/(m ² K)
Attenuazione	0,0234
Sfasamento	15 h 51'

Tabella 107. Proprietà della struttura

Disegno della struttura



Figura 45. Disegno della struttura



Andamento delle temperature

Orario	Temp. esterna massima estiva	Irraggiamento incidente	Temp. superficiale esterna	Temp. superficiale interna
0	25,44	0	25,44	27,4448
1	25,04	0	25,04	27,4691
2	24,64	0	24,64	27,4972
3	24,32	0	24,32	27,529
4	24,08	0	24,08	27,559
5	24	0	24	27,5814
6	24,16	0	24,16	27,5964
7	24,56	0	24,56	27,602
8	25,28	0	25,28	27,5964
9	26,32	0	26,32	27,5833
10	27,52	0	27,52	27,5627
11	28,88	0	28,88	27,5384
12	30,16	0	30,16	27,5141
13	31,12	0	31,12	27,4935
14	31,76	0	31,76	27,4748
15	32	0	32	27,4598
16	31,76	0	31,76	27,4486
17	31,2	0	31,2	27,4392
18	30,32	0	30,32	27,4298
19	29,28	0	29,28	27,4224
20	28,24	0	28,24	27,4167
21	27,36	0	27,36	27,4149
22	26,56	0	26,56	27,4186
23	25,92	0	25,92	27,428

Tabella 108. Andamento orario delle temperature

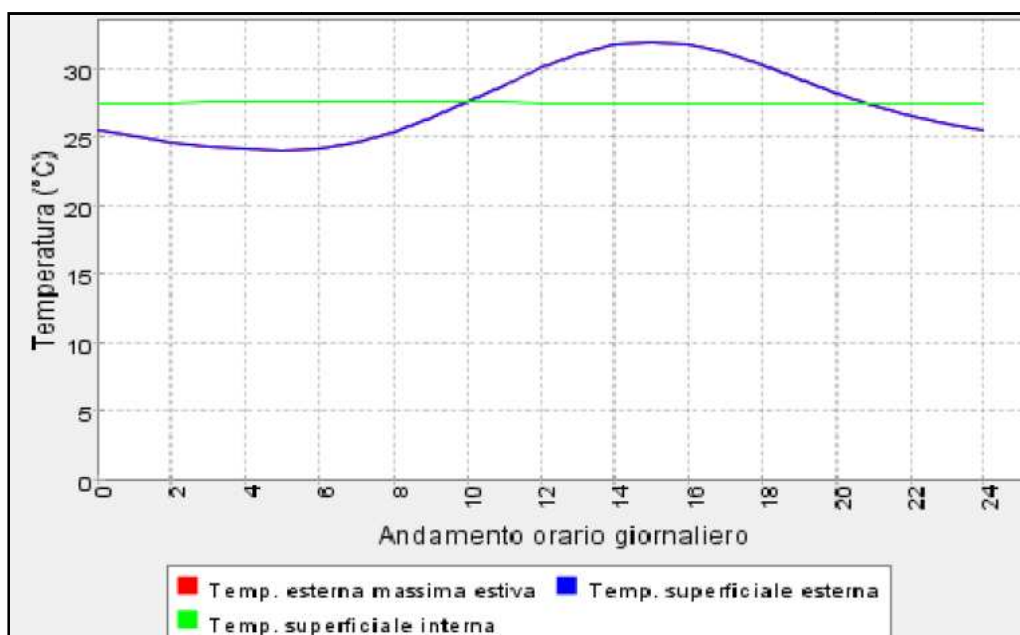


Figura 46. Andamento grafico delle temperature

In conclusione, tramite l'ausilio del grafico riportato in figura 46 (in cui non è riportato l'andamento della temperatura esterna massima in quanto la soluzione non è soggetta all'irraggiamento diretto da parte del sole), si può affermare che sia il valore di sfasamento che il fattore di attenuazione sono tali da determinare un buon esercizio della chiusura.



II. VERIFICA DELLA FORMAZIONE DI CONDENSA

Composizione della struttura

	Cat.	Descrizione Materiale	Spessore (m)	Res. term. (m ² K/W)	Fatt. Res.	Sp. Eq. aria (m)
		Superficie esterna		0,04		
	LEG	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,02	0,1667	60,00	1,20
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,22	1,00	0,10
	INA	Camera non ventilata sp. mm 100	0,10	0,22	1,00	0,10
	INA	Camera non ventilata sp. mm 300	0,30	0,23	1,00	0,30
	MET	Acciaio inossidabile	0,0007	0,00	2000000,00	1400,00
	CLS	CLS generico – densità 1900 kg/m ³	0,15	0,1415	95,00	14,25
	PLA	Polietilene (PE)	0,006	0,0171	100000,00	600,00
	POL	Poliuretano 35/80	0,08	3,3333	0,00	0,00
	POL	Poliuretano 35/60	0,06	2,50	0,00	0,00
	CLS	CLS generico – densità 600 kg/m ³	0,05	0,2083	30,00	1,50
	PLA	Polistirene (PS)	0,025	0,1471	100000,00	2500,00
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	8,00	0,10
	VAR	Cartongesso in lastre	0,0125	0,0595	8,00	0,10
	LEG	Pannelli di spaccato di legno e leganti inorganici	0,008	0,0559	30,00	0,24
		Superficie interna		0,17		

Tabella 109. Composizione degli strati della struttura

Proprietà principali della struttura

Nome struttura	COO 05
Localizzazione	ERBA (CO)
Tipo struttura	Pavimenti, solai su porticati o cantinati
Numero strati	14
Spessore totale	0,9197 m
Resistenza termica totale	7,4738 m ² K/W
Trasmittanza termica totale	0,1338 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2008	0,38 W/(m ² K)
Trasmittanza max DLgs 311 - 2010	0,33 W/(m ² K)

Tabella 110. Proprietà della struttura

	T. esterna (°C)	Press. est. (Pa)	T. interna (°C)	Var. (Pa)	P. Interna (Pa)	Press. Sat. (Pa)	T. Sup. min (°C)	Fatt. Temp.
Ottobre	13,70	1245,00	20,00	355,33	1635,87	2044,83	17,86	0,6604
Novembre	8,40	945,00	20,00	628,06	1635,87	2044,83	17,86	0,8156
Dicembre	4,40	713,00	20,00	838,97	1635,87	2044,83	17,86	0,8629
Gennaio	2,90	634,00	20,00	910,79	1635,87	2044,83	17,86	0,8749
Febbraio	5,00	701,00	20,00	849,88	1635,87	2044,83	17,86	0,8574
Marzo	8,80	831,00	20,00	731,70	1635,87	2044,83	17,86	0,809
Aprile	12,70	1060,00	20,00	523,51	1635,87	2044,83	17,86	0,7069

Tabella 111. Calcolo dei fattori di temperatura

Conclusioni

Mese critico: Gennaio, con fattore di temperatura 0,8749

Resistenza termica minima accettabile: 1,9983 m²K/W

Resistenza termica totale dell'elemento: 7,4738 m²K/W



Profilo delle pressioni

Mese	Press. Esterna	Interf. 1	Interf. 2	Interf. 3	Interf. 4	Interf. 5	Interf. 6
Ottobre	1570,33	1576,49	1595,59	1614,90	1635,30	1635,31	1647,97
	1245,00	1245,01	1245,02	1245,03	1245,05	1366,20	1367,44
Novembre	1106,42	1114,77	1140,84	1167,44	1195,83	1195,84	1213,61
	945,00	945,02	945,03	945,04	945,08	1133,23	1135,14
Dicembre	840,93	849,76	877,47	905,97	936,64	936,64	955,97
	713,00	713,01	713,03	713,04	713,08	883,54	885,27
Gennaio	756,93	765,75	793,51	822,14	853,05	853,06	872,58
	634,00	634,01	634,03	634,04	634,07	801,51	803,21
Febbraio	876,76	885,57	913,18	941,55	972,04	972,05	991,24
	701,00	701,02	701,03	701,05	701,09	904,39	906,46
Marzo	1136,64	1144,90	1170,65	1196,92	1224,93	1224,93	1242,45
	831,00	831,02	831,05	831,07	831,13	1118,50	1121,43
Aprile	1471,60	1478,34	1499,28	1520,48	1542,93	1542,93	1556,88
	1060,00	1060,03	1060,05	1060,08	1060,15	1406,58	1410,11
Maggio	1902,27	1906,08	1917,87	1929,72	1942,18	1942,18	1949,88
	1361,00	1361,04	1361,06	1361,09	1361,18	1771,01	1775,18
Giugno	2499,99	2498,37	2493,41	2488,46	2483,29	2483,29	2480,11
	1769,00	1769,00	1768,99	1768,99	1768,98	1727,72	1727,30
Luglio	2907,95	2901,93	2883,47	2865,10	2846,01	2846,00	2834,31
	1929,00	1928,99	1928,99	1928,98	1928,96	1838,10	1837,18
Agosto	2822,01	2816,96	2801,45	2786,02	2769,97	2769,97	2760,14
	1928,00	1927,99	1927,99	1927,98	1927,96	1837,41	1836,49
Settembre	2280,01	2280,56	2282,22	2283,89	2285,64	2285,64	2286,71
	1709,00	1709,00	1709,00	1708,99	1708,99	1686,32	1686,09

Mese	Interf. 7	Interf. 8	Interf. 9	Interf. 10	Interf. 11	Interf. 12	Interf. 13
Ottobre	1649,51	1974,06	2252,90	2277,62	2295,21	2302,37	2309,54
	1419,36	1419,36	1419,36	1419,49	1635,83	1635,84	1635,85
Novembre	1215,77	1708,00	2184,25	2228,73	2260,61	2273,62	2286,70
	1215,77	1215,77	1215,77	1216,03	1635,79	1635,81	1635,83
Dicembre	958,33	1528,57	2133,66	2192,45	2234,79	2252,14	2269,59
	958,33	958,33	958,33	958,74	1635,75	1635,77	1635,80
Gennaio	874,97	1465,68	2114,96	2178,98	2225,18	2244,12	2263,21
	874,97	874,97	874,97	875,43	1635,73	1635,76	1635,79
Febbraio	993,58	1554,38	2141,18	2197,86	2238,65	2255,35	2272,15
	993,58	993,58	993,58	993,97	1635,75	1635,78	1635,80
Marzo	1244,59	1726,92	2189,37	2232,39	2263,20	2275,78	2288,42
	1244,59	1244,59	1244,59	1244,82	1635,80	1635,81	1635,83
Aprile	1558,58	1921,25	2239,81	2268,33	2288,65	2296,92	2305,22
	1558,58	1558,58	1558,58	1558,63	1635,85	1635,86	1635,86
Maggio	1950,82	2140,19	2292,59	2305,71	2315,01	2318,78	2322,56
	1950,82	1950,82	1950,82	1950,63	1635,92	1635,91	1635,90
Giugno	2479,73	2405,96	2351,90	2347,45	2344,31	2343,04	2341,77
	1709,61	1709,61	1709,61	1709,57	1635,88	1635,88	1635,87
Luglio	2832,90	2569,47	2386,20	2371,46	2361,10	2356,92	2352,74
	1798,24	1798,24	1798,24	1798,14	1635,89	1635,89	1635,88
Agosto	2758,95	2536,01	2379,31	2366,64	2357,73	2354,13	2350,54
	1797,68	1797,68	1797,68	1797,59	1635,89	1635,89	1635,88
Settembre	2286,84	2312,29	2331,53	2333,14	2334,28	2334,74	2335,20
	1676,38	1676,38	1676,38	1676,35	1635,87	1635,87	1635,87

Tabella 112. Profilo delle pressioni all'interno della struttura



Accumulo di condensa interstiziale

Mese	Interf. 7 → Flusso di vapore (g/m ²)	Condensa accumulata (g/m ²)	Data fine evaporazione
Ottobre	0	0	0
Novembre	0,02	0,02	0
Dicembre	0,07	0,09	0
Gennaio	0,09	0,18	0
Febbraio	0,06	0,24	0
Marzo	-0,03	0,21	0
Aprile	-0,11	0,1	0
Maggio	-0,22	0	17
Giugno	0	0	0
Luglio	0	0	0
Agosto	0	0	0
Settembre	0	0	0

113. Accumulo di condensa all'interno della struttura

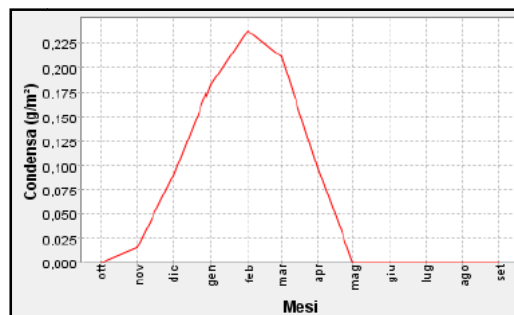


Figura 47. Grafico accumulo condensa interstiziale

Condensa presente ma inferiore al valore limite (500 g/m²).



J. PARTIZIONE INTERNA VERTICALE OPACA 01 (PVO 01)

I. ANALISI ACUSTICA

Composizione della struttura

	Cat.	Elemento	Spessore [m]	Densità [kg/m ³]	Massa [kg/m ²]
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25
	LRC	CELENIT LR 40/80	0.08	40.00	3.20
	INA	Camera non ventilata sp. mm 10	0.01	1.00	0.01
	INA	Camera non ventilata sp. mm 10	0.01	1.00	0.01
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25

Tabella 114. Composizione degli strati della struttura

Proprietà della struttura

Nome struttura	PVO 01
Tipo struttura	Parete
Numero strati	7
Spessore totale	0.15 m
Massa superficiale	48.22 kg/m ²
Formula Rw	Parete singola/doppia (UNI TR)
Rw	31 dB

Tabella 115. Proprietà della struttura

K. PARTIZIONE INTERNA VERTICALE OPACA 02 (PVO 02)

I. ANALISI ACUSTICA

Composizione della struttura

	Cat.	Elemento	Spessore [m]	Densità [kg/m ³]	Massa [kg/m ²]
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25
	INA	Camera non ventilata sp. mm 25	0.025	1.00	0.025
	LRC	CELENIT LR 40/60	0.06	40.00	2.40
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25
	LRC	CELENIT LR 40/60	0.06	40.00	2.40
	INA	Camera non ventilata sp. mm 25	0.025	1.00	0.025
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25
	VAR	Cartongesso in lastre	0.0125	900.00	11.25

Tabella 116. Composizione degli strati della struttura

Proprietà della struttura

Nome struttura	PVO 02
Tipo struttura	Parete
Numero strati	9
Spessore totale	0.2325 m
Massa superficiale	61.10 kg/m ²
Formula Rw	Parete singola/doppia (UNI TR)
Rw	33 dB

Tabella 117. Proprietà della struttura

