



**Moduli di parete verde
finalizzati al comfort termico
con substrato innovativo
di *Myriophyllum spicatum*:
progettazione sistemica**





**Politecnico
di Torino**

Dipartimento di Architettura e design

A.A. 2020/2021

Tesi di laurea magistrale in Design
sistemico “Aurelio Peccei”

**Moduli di parete verde finalizzati
al comfort termico con substrato
innovativo di *Myriophyllum spicatum*:
progettazione sistemica**

RELATORE:

Prof.ssa Elena Comino

CANDIDATO:

Elisabetta Molina

Indice

7 Introduzione

10 Capitolo 1

LE PARETI VERDI

1.1 Origini e sviluppo

1.2 Struttura

1.3 Tipologie

1.3.1 Sistemi estensivi

1.3.2 Sistemi intensivi

24 Capitolo 2

I BENEFICI DELLE PARETI VERDI

2.1 Prestazioni acustiche

2.2 Qualità dell'aria

2.3 Prestazioni termiche

2.4 L'influenza che hanno le specie vegetali

34 Capitolo 3

I SUBSTRATI

3.1 Substrato: lo strato di supporto alla vegetazione

3.2 Alcuni casi studio riguardanti l'impiego di substrati nel campo

delle pareti verdi

3.2.1 Lolla di riso

3.2.2 Design sperimentale per il verde verticale

3.2.3 Sistemi di inverdimnto verticale

3.2.4 Un nuovo substrato per le pareti verdi

3.3 I substrati alternativi testati

3.3.1 Myriophyllum spicatum

3.3.1.1 Caratteristiche tecniche

3.3.2 Cruschello (buccia di grano)

3.3.2.1 Caratteristiche tecniche

3.4 Comparazioni substrati

54 Capitolo 4

ECONOMIA CIRCOLARE E DESIGN SISTEMICO

4.1 Inquadramento territoriale - Lago di Viverone

4.2 Impatto del M. spicatum sull'ecosistema

4.3 Proposte per migliorare la situazione attuale

4.4 Situazione attuale - Sistema lineare

4.5 Visione sistemica

86 Capitolo 5

**VALUTAZIONE SUBSTRATI E
STATO SALUTE PIANTE**

5.1 Fase 1-2 Preliminare cruschetto

*5.2 Fase 1 Preliminare
Preparazione del substrato M.
spicatum*

*5.3 Fase 2 Tossicità Preparazione
dell'eluato e risultati della
germinazione*

5.3.1 Eluato

*5.3.2 Germinazione su campione
bianco e su eluato*

5.4 Risultati germinazione

5.5 Specie vegetali

5.6 Rinvaso

5.6.1 Parametri piante

*5.6.1.1 Campionamento crescita
fogliare*

*5.6.1.2 Campionamento dati
clorofilla*

5.7 Risultati e considerazioni

*5.7.1 Misurazione crescita delle
piante*

5.7.2 Misurazione tasso di clorofilla

144 Capitolo 6

**VALUTAZIONE
PRESTAZIONE TERMICA**

6.1 Risultati e discussione

166 Conclusione

167 Allegato 1

168 Allegato 2

275 Bibliografia e sitografia

Ringraziamenti

Ai miei genitori, a mia sorella e i miei amici va il ringraziamento più grande, per il supporto che ho ricevuto e che mi ha accompagnato per tutto il percorso.

Un ringraziamento speciale va ai miei ai miei colleghi universitari, con i quali ho avuto il piacere di condividere momenti ed esperienze.

Mi sembra doveroso inoltre ringraziare tutti i docenti che, in tutto questo periodo sono riusciti a guidarci anche durante l'ultimo semestre, svoltosi a distanza.

Un ringraziamento sentito va al Geometra Claudio Oddone, del Comune di Viverone, che mi ha dato un grande aiuto a capire meglio il problema della pianta acquatica infestante *M. spicatum*.

Un ringraziamento particolare va al mio relatore Elena Comino per avermi consigliato il tema e per avermi seguito durante tutto il periodo. Devo fare un ringraziamento speciale ad Anna Treves e Laura Dominici, che revisione dopo revisione mi hanno consigliato, suggerito e corretto in modo ineccepibile.

A tutti i componenti del DIATI, che mi hanno dovuto sopportare in questo periodo stressante ma ricco di felicità e soddisfazioni. Alla mia compagna di sventure, Elisa, che passo dopo passo siamo riuscite a sostenerci a vicenda e che finalmente riusciremo a laurearci insieme, anche se a distanza.

Introduzione

La tesi sperimentale redatta nelle pagine seguenti investiga la possibilità di sfruttare una pianta acquatica molto comune e fortemente infestante come substrato innovativo, che assieme al terriccio, può essere inserita in moduli di parete verde.

Questo lavoro nasce da un workshop del Politecnico di Torino, da me seguito, riguardante le pareti di verde verticale e si fonde col mio interesse per le alghe, usate in molti modi come materiale sostenibile.

In seguito il lavoro è stato indirizzato su una specifica pianta acquatica, *Myriophyllum spicatum*, per risolvere un problema territoriale che affligge molti dei laghi piemontesi, e anche allo scarto della produzione cereoagricola, il cruschetto.

La prima parte della tesi è un lavoro puramente di ricerca, infatti è stato approfondito l'origine delle pareti verdi, le tipologie e anche gli effetti che hanno sull'ambiente.

Inoltre sono state analizzate le caratteristiche tecniche delle suddette pareti verdi, tra cui le prestazioni termiche e acustiche nonché del miglioramento della qualità dell'aria, soffermandosi più nello specifico sulle prestazioni termiche.

Si tratta quindi di un lavoro di economia circolare finalizzato al riuso di una pianta che andrebbe altrimenti smaltita, sempre nel caso venisse prelevata dal lago, sennò potrebbe recare danni dal punto di vista

turistico e ambientale, come succede tuttora.

L'obiettivo di questa tesi è stato quello di confutare che il *Myriophyllum spicatum* fosse adatto come substrato, insieme all'aggiunta di terriccio, per le suddette pareti verdi; sono stati applicati dei protocolli sperimentali per validare la scelta del substrato. In fine è stato anche comparato con un altro substrato innovativo, il cruschetto, per avere dei dati da comparare tra due strati alternativi a quelli più utilizzati.

Come è già stato ribadito, questo lavoro è stato organizzato in base a dei protocolli sperimentali seguiti alla lettera, quindi saranno riportate le metodologie, gli strumenti e i metodi applicati.

Infine è stata approfondita la prestazione termica di due moduli di parete verde confrontando quale soluzione è la migliore sia per quanto riguarda il modulo, sia per il substrato, sia per la specie vegetale; verranno anche comparati con i dati di una tesi sperimentale sulla lolla di riso come substrato che è stata paragonata all'argilla espansa (De Lucia, M., 2020).

Capitolo 1

LE PARETI VERDI





Capitolo 1

LE PARETI VERDI

1.1 Origine e sviluppo

Il verde verticale è una tendenza piuttosto recente, la quale propone un'alternativa ai sistemi paesaggistici tradizionali, che riguarda la progettazione e la costruzione di giardini sul piano verticale (Perini, 2012).

Tuttavia non è qualcosa di nuovo. La crescita della vegetazione sugli edifici è stata una pratica comune per molti secoli in diverse parti del mondo (Kohler, 2008).

Oltre i ben conosciuti tetti verdi, è molto comune trovare piante che crescono sulle facciate degli edifici, sia piantate nel terreno in vasi, oppure sospesi dai balconi e dalle finestre. Senza dubbio i giardini pensili di Babilonia (600 A.C.), considerati una delle sette meraviglie del mondo antico, esercitano ancora una forte influenza nella nostra immaginazione (Polinger Foster, 1998).



Fig. 1 Giardini pensili di Babilonia (Fonte: <http://www.grechigiardini.it/scheda/80/storia-del-giardini-pensili-di-babilonia/>)

Questa abitudine si diffuse tra le più famose civiltà antiche, in particolare, la civiltà romana e quella greca furono le prime a sagomare le piante di vite su pergolati in legno, creando ampie ombreggiature vicino alle proprie abitazioni così da diminuire le temperature durante il periodo estivo e aiutando allo stesso tempo la produzione di piccolo frutti (Manso & Castro-Gomes, 2015).

Un esempio del tradizionale rinverdimento dei muri si può trovare nelle case e nei cortili di Cordoba (Spagna), che testimoniano le antiche origini di questa città, un vero crogiolo di culture. Le pareti imbiancate a calce sostengono centinaia di vasi fioriti che diventano veri e propri cortili di frutteti, raggiungendo la loro massima pienezza ornamentale a maggio.



Fig.2 Cortili tipici a Cordoba (Fonte: <https://www.happilyontheroad.com/europa/cortili-di-cordoba-informazioni-visitare-patios-fioriti/>)

Non c'è dubbio che queste forme tradizionali hanno ispirato lo sviluppo di tecnologie che supportano le varie tipologie di giardini verticali all'avanguardia. Le case di torba risalenti ai tempi vichinghi, durante il IX secolo, sono un vero e proprio prodotto d'ingegno: esse hanno permesso la sopravvivenza della popolazione a temperature molto rigide ed intemperie imprevedibili (Island Tours, 2019). I mattoni di torba avevano il ruolo di stabilizzare e modellare le abitazioni e soprattutto i tetti, formando un manto poroso, ideale per la proliferazione delle specie erbacee.



Fig.3 Abitazioni vichinghe con la torba (Fonte: <https://www.latitudeslife.com/2019/05/islanda-la-grande-bellezza-della-natura/pi-05-torba/>)

Non esiste un periodo preciso, ma edera, rose, caprifogli e altre piante radicanti crescono su antiche dimore britanniche da secoli. Anche se non è quello che intendiamo come un giardino verticale oggi, dal momento che tecnicamente un giardino verticale ha bisogno di un mezzo di coltivazione su cui sta crescendo, non solo il terreno alla base, hanno sicuramente ispirato alcune delle estetiche verticali che stiamo vedendo oggi. Un esempio popolare è Llanwenarth House. Questa bellissima villa è stata costruita nel XVI secolo.



Fig.4 Llanwenarth House, esempio di facciata con rampicante (Fonte: <https://www.bbc.com/news/uk-wales-south-east-wales-33975541>)

Il primo accenno di giardino verticale simile a come lo conosciamo adesso è stato brevettato nel 1938 da Stanley Hart White. Fu quindi chiamato "Botanical Bricks", dal suo creatore. Stanley Hart White fu un professore di architettura del paesaggio presso l'Università dell'Illinois dal 1922 e ha sviluppato prototipi nel suo cortile a Urbana, Illinois (Leishman, 2018).

L'idea di parete verticale come la intendiamo oggi, si può attribuire al botanico francese Patrick Blanc, che ha trasformato il concetto tradizionale con grandi installazioni di pareti verdi che apportano un alto livello decorativo nella città e per la coltura urbana.

Blanc ha inventato la sua personale versione di "giardino verticale" quando era ancora un adolescente, con l'obiettivo di fornire un sistema di filtraggio biologico dell'acqua per il suo acquario. Nel 1988 ha brevettato una versione professionale di quel progetto embrionale.

1.2 Struttura delle pareti verticali di P. Blanc

Per quanto riguarda il sistema idroponico a feltro, Patrick Blanc è diventato famoso nel mondo con il suo brevetto nel 1988 (un esempio recente è riportato in Fig. 9). E' costituito da un rivestimento in PVC espanso di 10 mm di spessore che viene fissato ad un supporto dove vengono aggraffati strati alternati di feltro non tessuto e rafia di polipropilene. Questi strati fungono da base per le radici delle piante, motivo per cui non è affatto necessario aggiungere un substrato tra gli strati in questi sistemi.



*Fig.5 Patrick Blanc,
Driver pub [http://
homeli.co.uk/vertical-
garden-mur-vegetal-
living-walls-by-
patrick-blanc/](http://homeli.co.uk/vertical-garden-mur-vegetal-living-walls-by-patrick-blanc/)*

I giardini verticali brevettati da Patrick Blanc sono costituiti da quattro strati:

1. STRUTTURA METALLICA PORTANTE

La struttura portante, costituita da traversi e montanti metallici, può essere ancorata al supporto o staccata da esso, quindi autoportante.

2. TELO DI PVC

Un telo di PVC dallo spessore di 1 cm, è steso sulla struttura verticale per aumentarne la rigidità e renderla impermeabile.

3. STRATO DI CARTONFELTRO

Lo strato di cartongfeltro che viene posizionato al di sopra del telo in PVC, serve per consentire all'acqua di distribuirsi uniformemente su tutta la superficie interessata dal prato verticale.

4. PIANTE

Infine lo strato esterno, le piante, che cresceranno al di sopra del cartongfeltro. Si potranno spargere semi oppure piantare essenze

già cresciute. Ci saranno all'incirca 30 piante per metro quadro. Una caratteristica essenziale è un sistema automatico di innaffiatura e fertilizzazione provvederà nei periodi in cui si renderà necessario, al sostentamento delle piante



*Fig.6 Oasis
d'Aboukir, Patrick
Blanc; Parigi
(Fonte: <https://www.teknoring.com/news/green-building/oasis-daboukir-il-nuovo-capolavoro-verde-di-patrick-blanc/>)*

1.3 Tipologie

Prima di descrivere le tipologie di sistemi di inverdimento verticale, occorre introdurre il concetto di infrastrutture verdi. Secondo la definizione della comunità europea, si intende “una rete pianificata strategicamente di aree naturali e semi-naturali con altre caratteristiche ambientali progettate e gestite per offrire una vasta gamma di servizi ecosistemici, quali depurazione delle acque, qualità dell’aria, spazio di ricreazione e mitigazione e adattamento climatico” (Green Infrastructure - Environment - European Commission, n.d.).

Questa rete di spazi verdi ha come scopo il miglioramento della qualità della vita ed il benessere dell’uomo tramite un incremento delle condizioni ambientali, promuovere e preservare le biodiversità, mitigare gli effetti derivanti dai cambiamenti climatici. La pianificazione delle infrastrutture verdi è uno “strumento testato con successo per fornire benefici ambientali, economici e sociali attraverso soluzioni naturali e aiuta a ridurre la dipendenza da infrastrutture "grigie" che sono spesso più costose da costruire e mantenere” (Green Infrastructure - Environment - European Commission, n.d.).

Tra le principali tecnologie che fanno parte del concetto di infrastrutture verdi troviamo:

1. Aree verdi d’infiltrazione (Rain Garden);

2. Pavimentazioni drenanti;

3. Tetti verdi;

4. Sistemi di inverdimento verticale

I sistemi di inverdimento verticale sono anche noti come tecnologie per pareti verdi, giardini verticali o pareti biologiche. Sono costituiti da strutture verticali che propagano la vegetazione si può o non può unire alla facciata di un edificio o ad una parete interna.

A seconda del livello di complessità, esistono diverse tipologie di parete verde, che spazia dalla configurazione più semplice alla più complessa e di design high-tech. In base al tipo di vegetazione e alle strutture di supporto utilizzate, queste i sistemi possono essere suddivisi in due grandi gruppi: facciate verdi e pareti vive (Kontoleon and Eumorfopoulou, 2010; Manso and Castro Gomes, 2015).

Negli anni sono stati sviluppati diversi sistemi costruttivi di Sistemi di Inverdimento Verticale, in termini di materiali e strati che compongono il sistema, negli elementi di supporto utilizzati, nelle specie vegetali nonché nelle esigenze di manutenzione (di tipo estensiva o intensiva), ecc. (Fig.7)



Fig.7 Esempi di VGS. Facciate verdi (tradizionale e a doppia pelle) e pareti verdi

Prima di tutto si possono distinguere due grandi categorie di Sistemi di Inverdimento Verticale: i sistemi estensivi – facciate verdi (green façades) e i sistemi intensivi – pareti verdi (living wall systems).

Nel lavoro di tesi verranno approfonditi entrambe le categorie di Sistemi di Inverdimento Verticale, ma ci si soffermerà nello specifico sui sistemi intensivi, conosciuti come pareti verdi (o in inglese living wall system).

1.3.1 SISTEMI ESTENSIVI— FACCIATE VERDI (GREEN FACADES)

All'interno della categoria, si può distinguere un gruppo costituito da sistemi per l'inverdimento di facciate che utilizzano prevalentemente piante rampicanti o pensile. L'elemento comune è che le piante crescono dalla parte inferiore del pannello, dove vengono poste su fioriere che richiedono una struttura metallica o reticolare su cui svilupparsi verticalmente, oppure piantate direttamente nel terreno (Fig.8).

A seconda delle specie utilizzate, possono essere necessari anni prima che la vegetazione si sviluppi completamente fino a coprire la superficie desiderata (Bellomo, 2003) . Tuttavia se paragonati ad altri Sistemi di Inverdimento Verticale, questi sistemi possono essere relativamente economici e facili da mantenere (Ottelè et al., 2011; Perini & Rosasco, 2013).

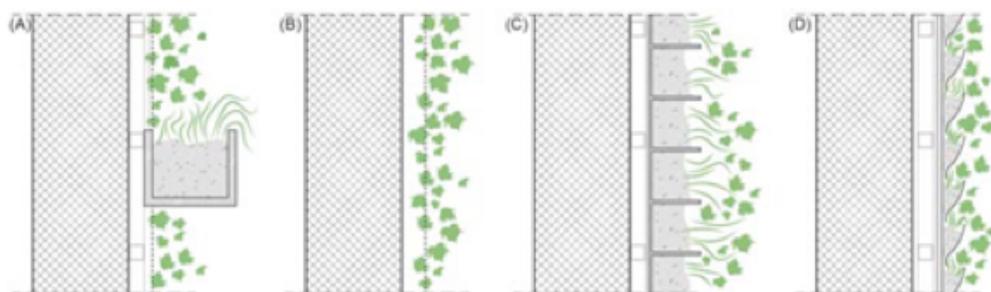


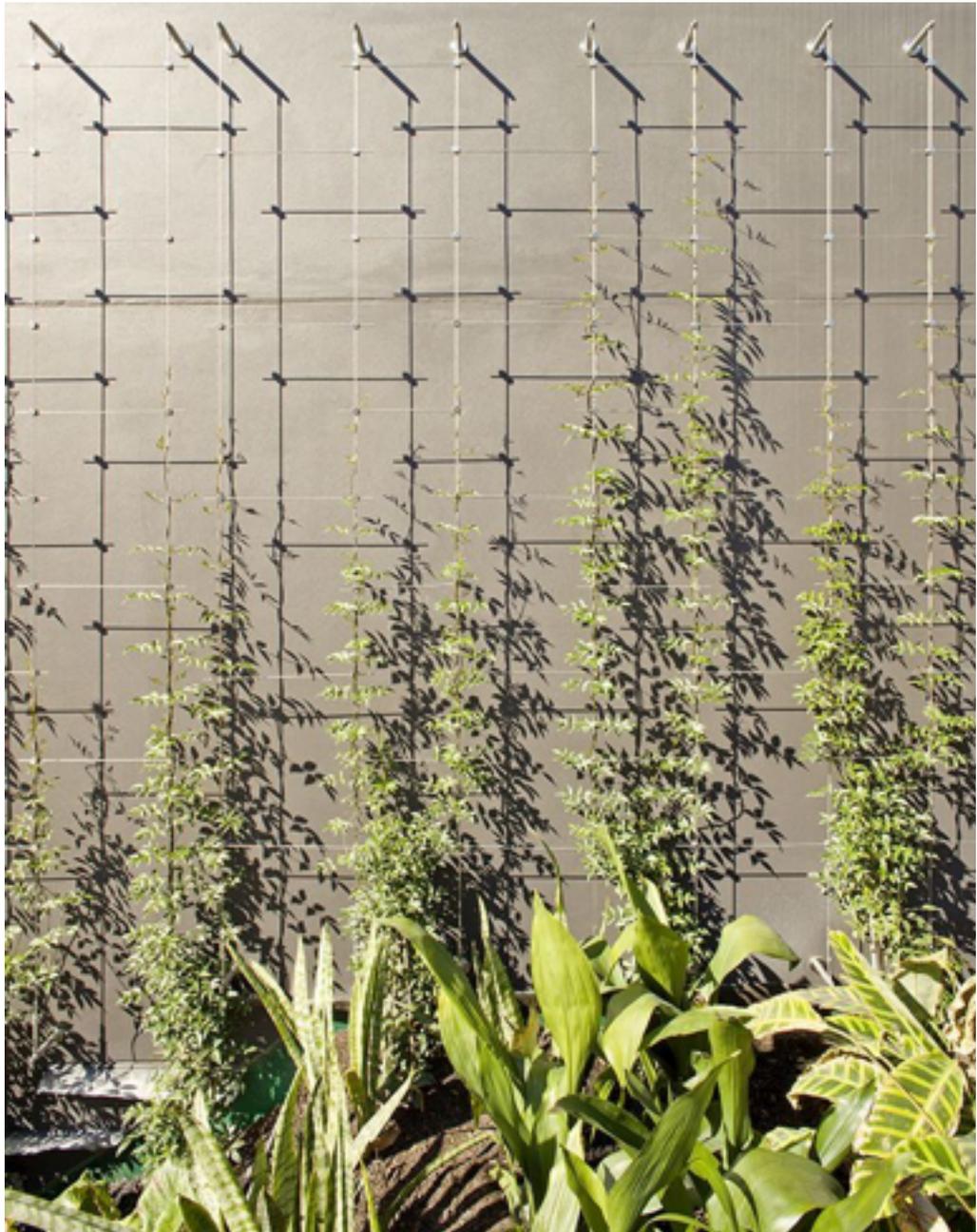
Fig.8 (A) Facciata verde con fioriera, (B) Facciata verde con un sistema verde diretto, (C) LWS scatole, (D) LWS feltro.

Nelle facciate verdi, le piante possono crescere direttamente sul muro oppure utilizzare strutture leggere per arrampicarsi. Sebbene le piante siano solitamente coltivate in fioriere poste alla base degli edifici, è anche possibile posizionare queste fioriere ad altezze diverse per accelerare la copertura della superficie e combinarle con piante pensili. Qualunque sia l'opzione scelta, la manutenzione è relativamente semplice, da un lato per la semplicità del sistema stesso, ma dall'altro perché ogni operazione relativa all'irrigazione o alla concimazione può essere eseguita a livello della fioriera.

Al giorno d'oggi, i sistemi di facciata verde si basano solitamente sulla costruzione di una struttura di supporto che viene posizionata separatamente dalla facciata, generando così una camera d'aria che fornisce maggiori benefici energetici (Hunter et al., 2014).

Inoltre, questo tipo di soluzione riduce i danni solitamente causati alle facciate quando i rampicanti sono attaccati direttamente alle pareti. Il riciclaggio delle strutture portanti a fine vita riduce anche l'impatto ambientale (Ottelè et al., 2011).

La maggior parte delle opzioni disponibili sul mercato sono relativamente leggere, avendo un peso una volta piantato compreso tra 20 e 30 kg. Poiché la maggior parte dei componenti sono realizzati in acciaio inossidabile, questi sistemi possono essere installati all'aperto in qualsiasi condizione, anche in ambienti costieri. È possibile utilizzare una varietà di fili e reti in acciaio inossidabile a seconda del tipo di arrampicatore scelto. I componenti in acciaio inossidabile possono essere combinati, consentendo agli architetti di ottenere un'ampia varietà di design. Questi sistemi di reti e cavi per facciate verdi sono versatili e adattabili a superfici curve e colonne, consentendo un design personalizzato per ogni progetto.



*Fig. 9 Facciata verde
(Innovative Rigging,
n.d.)*

1.3.2 SISTEMI INTENSIVI —LIVING WALL SYSTEMS

I sistemi intensivi offrono diverse opzioni per l'installazione di sistemi di inverdimento verticale. In base alle loro caratteristiche si possono distinguere due grandi gruppi: tela (o feltro) e pannelli (o contenitori; Fig.8). I sistemi in tessuto o feltro sono tra i più diffusi e possono essere costituiti da colture idroponiche o avere un substrato di coltura (Fig. 5, 10). A loro volta, i sistemi tessili che contengono substrati organici possono utilizzare muschio di sfagno o terriccio. D'altra parte, possono esserci sistemi puramente idroponici, tra i più utilizzati oggi. In questo sistema le radici ricevono una soluzione nutritiva bilanciata con tutti gli elementi chimici essenziali per il giusto sviluppo delle piante. Hanno una larghezza ridotta e sono costituiti da una combinazione di strati, normalmente addossati ad uno strato impermeabile posteriore realizzato con materiali che variano a seconda del sistema commerciale. Le specie vegetali vengono messe a dimora tagliando il feltro in loco o utilizzando moduli con tasche già predisposte. L'impianto di irrigazione è distribuibile per settore e presenta diramazioni orizzontali con gocciolatori, in modo da consentire la copertura di tutta la superficie. La progettazione di questo sistema è una questione molto importante, in quanto deve essere adeguata a garantire l'approvvigionamento della portata richiesta per ogni area, a seconda del tipo di piante utilizzate.

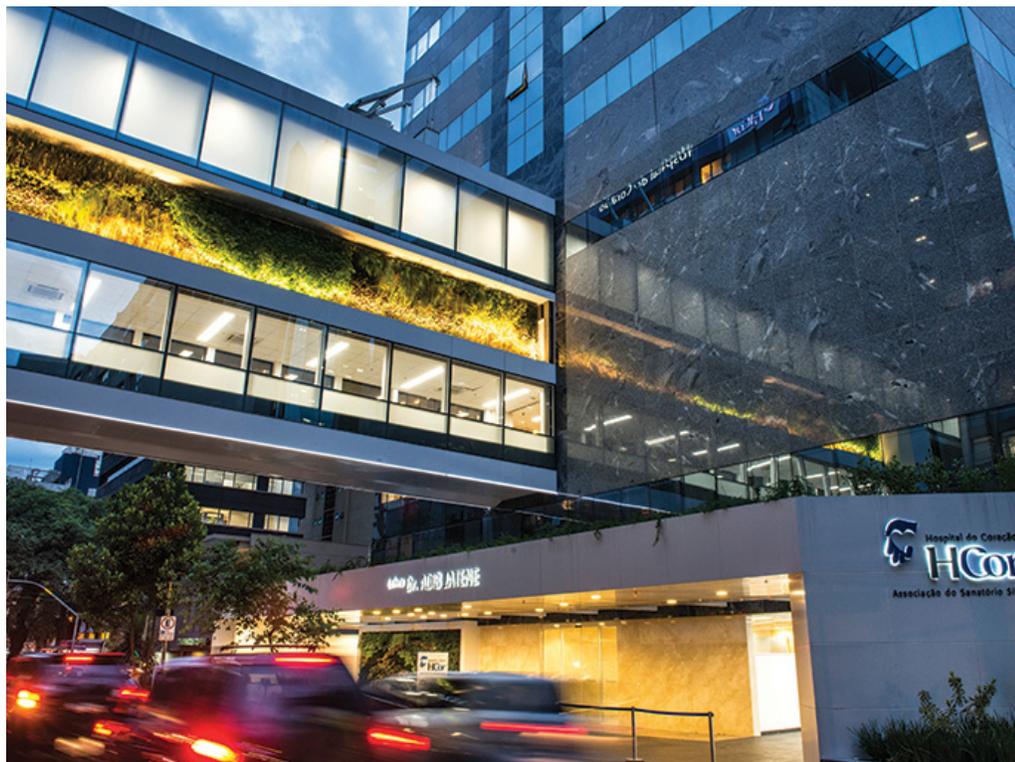
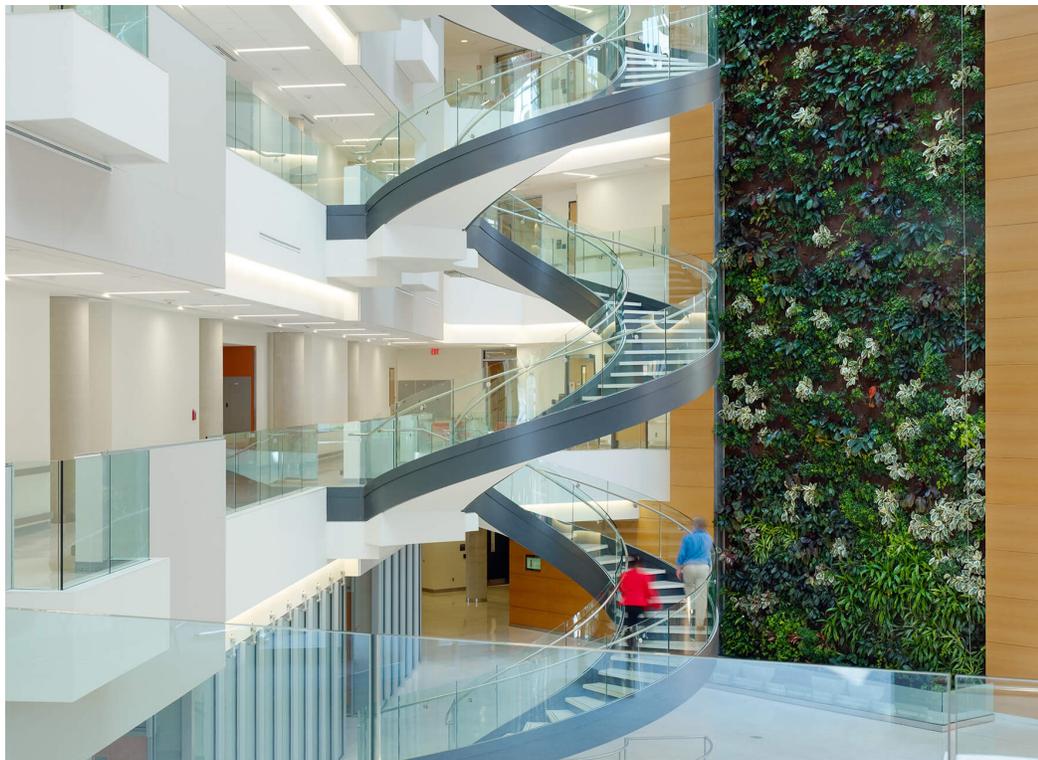


Fig.10 Living wall at HCor—Hospital do Coração, São Paulo (Prestige Seguros, 2021)

Oltre ai sistemi in feltro, esistono diversi tipi di sistemi di pannelli modulari. La loro classificazione può variare a seconda del tipo di terreno di coltura utilizzato (idroponico o substrati) e del materiale di cui è composta la loro struttura: acciaio zincato, polietilene o pannelli di plastica riciclata. Il terreno di coltura all'interno del pannello o del modulo può essere un substrato organico o inorganico. I substrati inorganici supportano lo sviluppo delle piante fornendo nutrienti e migliorando la capacità di ritenzione idrica. Le fibre organiche (fibra di cocco) o il muschio di sfagno sono le più comuni. I sistemi idroponici modulari consentono la semina senza un mezzo organico. Fanno uso di substrati inorganici, come lana di roccia o schiuma di poliuretano, sebbene molte aziende sviluppino normalmente le proprie formule di materiali per creare un mezzo di crescita ottimale. Pertanto, sul mercato è possibile trovare diverse opzioni, che variano nel formato e nella presentazione. Questo tipo di substrati inorganici non forniscono alle piante alcun nutriente, il che rende particolarmente importante la progettazione del sistema di fertirrigazione e il suo funzionamento. Dato che questi materiali hanno solitamente un'elevata capacità di assorbire e trattenere l'acqua, è indispensabile monitorare i livelli di conducibilità che si ottengono grazie ad una combinazione di irrigazione e nutrienti, perché in molti casi questi potrebbero influire negativamente sulle piante. A tal fine è consigliabile prevedere un sistema di monitoraggio e le operazioni di manutenzione devono comprendere il controllo di questi parametri. La piantumazione di sistemi di pareti viventi può essere eseguita in loco, attraverso perforazioni nei moduli, in cui vengono inserite piante di piccolo calibro. La dimensione iniziale degli impianti influisce sul tempo necessario per raggiungere una copertura totale del muro e quindi questo aspetto deve essere tenuto in considerazione in fase di progettazione. Possono essere utilizzati anche moduli pre-impiantati. Un altro sistema interessante è la parete verde attiva o sistema attivo di parete verde (ALW, artificial living wall), che funziona forzando un flusso d'aria attraverso il substrato di coltura della parete stessa non conseguente biofiltrazione di quest'aria (Darlington et al., 2000). Allo stesso tempo, il raffreddamento dell'aria avviene a causa dell'interscambio adiabatico tra aria e piante (Franco-Salas et al., 2012; Perez-Urrestarazu et al., 2016). Ciò esalta i benefici legati alla qualità ambientale e alle prestazioni energetiche associate al suo utilizzo.

Gli ALW sono particolarmente efficaci se combinati con gli impianti di condizionamento e ventilazione dell'edificio. Ne è un esempio il biofiltro attivo della parete vegetale di cinque piani installata all'interno del Papadakis Integrated Sciences Building presso l'Università di Drexel, negli Stati Uniti. Lungi dall'essere solo un'attraente caratteristica del verde interno, questo grande muro di piante tropicali funge da filtro

vivente catturando i composti organici volatili dall'aria (Drexel University, n.d.).



*Fig. 11 Papadakis
Integrated Sciences
Building presso
l'Università di Drexel
(Diamond Schmitt,
2020)*



Capitolo 2

I BENEFICI DELLE PARETI VERDI



Capitolo 2

I BENEFICI DELLE PARETI VERDI

Le pareti verdi indoor possono apportare diversi benefici agli esseri umani, tra cui: un miglioramento della qualità dell'aria, un maggiore isolamento acustico dell'involucro edilizio, un aumento dell'isolamento termico, un incremento delle prestazioni energetiche degli edifici, il benessere psicofisico, un miglioramento dal punto di vista estetico e occupa poco spazio, dato che la struttura si sviluppa in verticale. Dopo aver introdotto le prestazioni acustiche e la qualità dell'aria, ci si soffermerà nello specifico sulla prestazione termica.

2.1 Prestazioni acustiche

Secondo i risultati dell'Organizzazione mondiale della sanità (2009), il rumore è la seconda causa ambientale di problemi di salute, subito dopo l'impatto della qualità dell'aria (particolato). Una serie di effetti negativi sulla salute, sia diretti che indiretti, sono stati collegati all'esposizione a livelli elevati o persistenti di rumore. Si prevede che gli impatti ambientali associati al traffico stradale interesseranno aree più ampie e un numero maggiore di persone, con la conseguente necessità di gestire tali impatti al fine di mitigare gli impatti ambientali negativi nelle aree urbane europee (European Environment Agency, 2014b). Le infrastrutture verdi sono poste in zone urbane per essere utilizzate per la riduzione del rumore, in particolare i sistemi di inverdimento verticale sugli edifici. Sebbene l'effetto delle cinture di alberi è chiaramente dimostrato per il controllo del rumore del traffico stradale, con riduzioni che vanno da 5 a 10 dB (Van Renterghem et al., 2012), l'uso della vegetazione verticale negli edifici per ridurre il rumore a scala urbana, rimane ancora sottosviluppato.

Le ricerche condotte fino ad ora, hanno verificato il contributo di isolamento acustico dalla vegetazione (scattering) nelle alte frequenze, sia nelle facciate verdi che nelle pareti verdi, nonché dal sottofondo (assorbimento) nelle frequenze medie nelle pareti verdi. Dai risultati si può osservare che un sottile strato di vegetazione (20-30 cm) è stato

in grado di fornire un aumento dell'isolamento acustico di 1 dB per il rumore del traffico (in entrambi i casi, muro verde e facciata verde), e un isolamento aumentare da 2 dB (parete verde) a 3 dB (facciata verde) per un rumore rosa.

2.2 Qualità dell'aria

Si stima che entro il 2050 circa il 75% della popolazione globale vivrà in zone urbane (UN-Habitat, 2015) e la loro qualità di vita sarà direttamente influenzata dallo stato dell'ambiente urbano. I sistemi di inverdimento verticale (Vertical Greening System) possono migliorare in modo significativo la qualità ambientale delle aree urbane dense fornendo diversi servizi ecosistemici. La qualità dell'aria è un problema importante in molte città del mondo. Studi epidemiologici hanno dimostrato una forte correlazione tra l'aumento dell'inquinamento atmosferico e gli effetti negativi sulla salute che portano ad un aumento della mortalità e dell'incidenza di malattie con una diminuzione dell'aspettativa di vita (Merbitz et al., 2012; WHO, 2013) . In questa sfida, le superfici verticali potrebbero essere sfruttate per migliorare la qualità dell'aria, specialmente in strutture urbane specifiche che rappresentano i principali punti di inquinamento, come i canyon ristretti formati da edifici alti su entrambi i lati della strada (Pugh et al., 2012; Tallis et al., 2011).

L'applicazione dei sistemi di inverdimento verticale su edifici nuovi ed esistenti può offrire molteplici vantaggi ambientali e un approccio sostenibile in termini di risparmio energetico, gestione dei nutrienti e dell'acqua e conservazione efficiente degli edifici (Pérez-Urrestarazu et al., 2015) . Sebbene i sistemi di inverdimento verticale siano principalmente studiati al fine di migliorare le prestazioni energetiche degli edifici (Pérez et al., 2014) , possono anche fornire un'interessante opportunità per mitigare gli inquinanti atmosferici migliorando la qualità dell'aria (Perini et al., 2017; Pugh et al., 2012).

	VGS Type	Plant Species	Site, Season, Climate	Pollutants' Mitigation
Leaf macro- and micromorphology		x		PM _x
Leaf surface (LAI)	x	x		PM _x , gases
Foliage density (LAD)	x	x		PM _x , gases
Plant's health	x	x	x	PM _x , gases
VGS and urban canyon's structure and size			x	PM _x , gases

Fig.12 Tabella con i principali parametri per la riduzione di inquinanti (Pérez & Perini, 2018)

I sistemi di inverdimento verticali possono essere integrati nelle aree urbane per migliorare la qualità dell'aria, agendo sugli inquinanti gassosi e sulla concentrazione di PM_x. Possono ridurre gli impatti negativi sulla salute derivanti dall'esposizione a lungo termine agli inquinanti atmosferici, migliorando allo stesso tempo l'ecologia urbana locale. Sarà prestata attenzione alle alte prestazioni, alla bassa allergenicità, ai bassi costi di manutenzione e all'idoneità climatica. La selezione di impianti specifici influenza fortemente le prestazioni dei sistemi di inverdimento verticali in termini di miglioramento della qualità dell'aria, influenzando la risospensione del PM nell'aria.

2.3 Prestazioni termiche

Le pareti verdi svolgono un ruolo fondamentale nell'isolamento termico e acustico di un edificio e per definirne l'influenza è necessario dare una definizione dei parametri coinvolti.

Negli ultimi anni, sono stati analizzati e studiati i meccanismi fisici che si innescano a seguito dell'utilizzo del verde in contesti urbani. Tuttavia, esistono pochi studi che riguardano unicamente gli effetti delle pareti verdi indoor come sistema passivo di risparmio energetico.

Questo è dovuto alla presenza in commercio di molteplici brevetti con forme e caratteristiche costruttive differenti che non permettono una normalizzazione dei risultati (Perez et al., 2011).

Inoltre, essendo le piante organismi viventi che risentono delle condizioni meteorologiche in cui sono situate, i risultati possono differire notevolmente da una zona climatica ad un'altra (Chen et al., 2013).

Al fine di studiare l'influenza di uno "strato verde" è necessario analizzare nel dettaglio il potere isolante di una parete verde indoor, considerando i principi fisici di due meccanismi fondamentali (Hosein et al., 2013):

- lo scambio termico
- l'assorbimento acustico.

Il clima non solo influisce direttamente sulle prestazioni termiche dell'edificio ma anche su aspetti specifici relativi alle piante come la loro crescita (densità del fogliame, altezza della pianta, ecc.) e le loro risposte fisiologiche (traspirazione, posizione delle foglie, ecc.), e di conseguenza sul comportamento termico dell'intero sistema. A questo proposito, i parametri climatici più influenti saranno la radiazione solare, le temperature e l'umidità relativa, le precipitazioni e infine il vento. Pérez et al. (2014) hanno suggerito l'uso della classificazione di Köppen al fine di unificare i criteri e confrontare adeguatamente i risultati della ricerca relativa al VGS come strumento passivo per il risparmio

energetico, perché si basa sulle medie annuali e mensili di temperatura e precipitazioni che sono parametri per lo sviluppo della vegetazione. In questo studio è emerso che manca ancora la ricerca sull'utilizzo del VGS come strumento per il risparmio energetico passivo in molte zone climatiche del mondo. Nello specifico si osserva una carenza di studi in aree del mondo che ricevono più radiazioni e quindi dove questi sistemi potrebbero essere più efficaci è dovuto all'effetto ombra.

Recentemente, il concetto di infrastruttura verde urbana è stato definito dalla Commissione Europea-Ambiente (2012) come un insieme di elementi creati dall'uomo che forniscono molteplici servizi ecosistemici sia a scala edilizia che urbana. Tra queste funzioni spiccano il risparmio energetico dell'edificio, la riduzione della temperatura ambiente e l'effetto isola di calore urbana (UHI). Alcuni dei sistemi costruttivi più innovativi e interessanti per questo scopo sono i sistemi di inverdimento verticale (VGS).

Poiché la superficie verticale disponibile in un edificio è molto più grande dell'orizzontale, specialmente negli edifici alti, sembra ovvio che anche il potenziale di VGS nel fornire questi servizi sarà proporzionalmente più alto. Alla luce di queste opportunità negli ultimi anni, una serie di studi di ricerca ha rivisto l'uso del VGS come strumento passivo per il risparmio energetico, per la riduzione dell'effetto UHI a scala di città (Perez et al., 2014).

Poiché i VGS sono costruttivamente diversi (fondamentalmente pareti verdi o facciate verdi), anche i meccanismi che regolano il loro comportamento termico potrebbero differire. Quattro effetti principali per questo scopo sono stati stabiliti da Pérez et al. (2011) : l'effetto ombra, l'effetto rinfrescante, l'effetto isolante e l'effetto barriera al vento. La tabella 2 riassume le modalità operative ed i parametri che potrebbero influenzare i sistemi verdi verticali come sistemi passivi per il risparmio energetico negli edifici.

Secondo Pérez et al. (2011), le differenze tra i VGS possono avere una grande influenza sui servizi ecosistemici forniti da ciascun sistema di inverdimento verticale, ad esempio il risparmio energetico o la riduzione dell'UHI che devono essere presi in considerazione già dalla fase di progettazione. La tabella 1 riassume i principali sistemi costruttivi VGS, i loro strati e il livello di mantenimento (acqua e nutrienti) (Pérez et al., 2011), e si possono osservare le grandi differenze tra i sistemi, che si traducono in un diverso comportamento termico. Al fine di affrontare la dispersione sui progetti, e con l'obiettivo di confrontare studi di ricerca relativi alle prestazioni termiche di questi sistemi; in Pérez et al. (2014) la riduzione della temperatura della superficie della parete esterna dell'edificio (C) per effetto del VGS è stata stabilita come parametro più rilevante per il confronto degli studi di ricerca, perché è il primo e

più diretto effetto derivante dalla presenza di schermi solari. Inoltre, né i flussi di calore attraverso il muro né la temperatura della parete della superficie interna sono paragonabili a causa delle differenze tra i sistemi costruttivi della parete dell'edificio della facciata tra casi di studio o studi di ricerca.

	Extensive Systems	Intensive Systems		
	Green Façades	Living Wall—Cloth Systems	Living Wall—Modular Panel Systems	Active Living Wall Systems
Location	Outdoors	Outdoors and indoors		Mostly indoor
Structures material	Lightweight structures of stainless steel or similar	Textile or nonwoven felt with pockets	Galvanized steel, polyethylene, or recycled plastic panels	Nonwoven porous felt
Intended goals	Aesthetic, passive energy-savings, biodiversity improvement	Aesthetic, passive energy-savings, marketing, biodiversity improvement, vegetable production	Aesthetic, passive energy-savings, marketing, noise barrier, biodiversity improvement, vegetable production	Air biofiltration, evaporative cooling, active energy-savings, marketing, aesthetic
Growing method	Organic substrate	Hydroponic cultures or organic substrate		Hydroponic cultures with porous inorganic substrates
Vegetation	Mostly Climbing and hanging plants	Wide range of species: epiphytic, lithophytic and bromeliads, ferns, succulent, herbaceous, small shrubs, climbing plants and even vegetables		
Installation Cost	Low	Medium-high		High
Maintenance	Low	Medium-high		High

Fig. 13 Tabella con la classificazione e le caratteristiche dei sistemi di inverdimento verticale (Pérez & Perini, 2018)

Secondo le considerazioni svolte fino ad ora, lo studio del contributo delle VGS al risparmio energetico nella scala edilizia può essere chiaramente differenziato per tipologie di sistemi costruttivi. Quindi, studiando i sistemi tradizionali, le riduzioni della temperatura superficiale esterna della parete dell'edificio vanno da 1,2° C (Perini et al., 2011) a 13° C (Hoyano, 1988) in clima temperato caldo (C) e tra 7,9° C e 16° C (Di e Wang, 1999) nel clima nevoso (D), durante il periodo estivo sono stati misurati. In studi precedenti relativi ai VGS tradizionali si può osservare la grande influenza dello strato di spessore del fogliame e dell'orientamento della facciata dell'edificio sui risultati finali.

Effect	Method	Parameters That Could Influence
Shade	Solar radiation interception provided by plants	Density of the foliage (leaf area index (LAI))
Cooling	Evapotranspiration from the plants and substrates	Density of the foliage (LAI) Type of plant (transpiration coefficient) Climate conditions (dry/wet) Wind speed Substrate moisture ³
Insulation	Insulation capacity of the different construction system layers: plants, air, substrates, felts, panels, etc.	Density of the foliage (LAI) Air gap thickness Substrate thickness and composition ³
Wind barrier	Wind effect modification by plants and support structures	Density of the foliage (LAI) Facade orientation Wind speed

Fig. 14 Tabella con i parametri principali che possono influenzare i sistemi di inverdimento verticale (Pérez & Perini, 2018)

Dagli studi precedenti riferiti a facciate verdi a doppia pelle, la riduzione della temperatura della superficie esterna della parete della facciata dell'edificio era compresa tra 1° C (Hoyano, 1988) e 15,18° C (Pérez et al., 2011) per gli studi situati a clima temperato caldo (C). In questo caso, a differenza dei VGS tradizionali, spesso si genera un intervallo di spessore variabile tra lo strato vegetale e il muro di facciata dell'edificio, che pur essendo aperto, nella maggior parte dei casi può influenzare i risultati finali. Inoltre, ancora una volta l'orientamento della facciata e lo spessore dello strato di fogliame sono fattori da considerare per il comportamento termico dell'intero sistema. Sfortunatamente, ci sono ancora pochissimi dati su questi due fattori. Con le pareti verdi, le riduzioni delle temperature della superficie esterna della parete della facciata dell'edificio sono state considerevoli nel clima temperato caldo (C), comprese tra 12° C, secondo Mazzali et al. (2013) a 20,8° C (Chen et al., 2013) nel periodo estivo. In questa tipologia i parametri più interessanti da considerare nella loro analisi e di conseguenza nella successiva progettazione, sono il periodo di studio, le specie utilizzate, l'orientamento della facciata, e lo spessore del fogliame (o percentuale di copertura), la tipologia e lo spessore del supporto, e lo spessore del traferro tra lo strato vegetale e il muro della facciata dell'edificio. Recenti studi condotti da Coma et al. (2014) in clima continentale mediterraneo ha fornito un'analisi in scala reale delle prestazioni termiche per una facciata verde a doppio schermo realizzata con una specie decidua come sistema passivo per il risparmio energetico negli edifici. Come ulteriore passo, gli stessi autori hanno confrontato le prestazioni termiche tra pareti verdi e facciate verdi in cui sono stati ottenuti grandi risparmi energetici per entrambe le tipologie durante il periodo di raffreddamento e comportamenti promettenti durante i periodi di riscaldamento.

Dagli studi di simulazione sui VGS si può affermare in generale che i VGS sono uno strumento efficace per il risparmio energetico durante il periodo di raffrescamento nei climi temperati caldi (C) e aridi (B), con riduzioni tra il 5% e il 50% più frequente tra il 20% e il 30%, tenendo in particolare considerazione l'influenza dell'orientamento della facciata ovest. Gli studi condotti da Wong et al. (2009) e Kontoleon e Eumorfopoulou (2010) hanno fornito dati interessanti al riguardo. I principali punti deboli osservati negli studi di simulazione riguardo al VGS si riferiscono alla difficoltà di caratterizzare le diverse specie vegetali utilizzate, alla mancanza di prove sperimentali su scala reale per validare i risultati teorici ottenuti dalla simulazione con dati reali di alta qualità da esperimenti di lunghezza sufficiente. Dalle ricerche condotte ad oggi si può affermare che i VGS hanno buone potenzialità come strumento passivo per il risparmio energetico negli edifici, fornendo buoni risultati nei periodi di raffrescamento (estivo), variabili a seconda dei sistemi costruttivi utilizzati. In generale, mancanza di

studi relativi alle prestazioni durante i periodi di riscaldamento (inverno), al contributo non solo dell'effetto ombra ma anche degli effetti di isolamento, raffreddamento e barriera al vento, nonché l'influenza dell'indice di area fogliare (LAI) e dell'orientamento della facciata, può essere evidenziato. A scala urbana, la vegetazione contribuisce alla riduzione dell'effetto UHI. L'effetto UHI è causato da una varietà di fattori, come l'attività antropica (calore di combustione, persone, ecc.). Inoltre, le città hanno ampie aree di asfalto e altri materiali scuri che hanno una bassa albedo (riflettività), con conseguente assorbimento del calore radiante dal sole e rirradiazione notturna. Poiché la vegetazione non solo ha un'albedo più alta rispetto alla maggior parte dei materiali da costruzione comunemente usati, ma fornisce anche il raffreddamento attraverso l'evapotraspirazione, le piante contribuiscono alla riduzione dell'effetto isola di calore (Taha, 1997). Solo pochi autori hanno studiato in modo specifico l'effetto globale dei VGS sull'intero ambiente urbano. Alexandri e Jones (2008) hanno simulato l'effetto termico della copertura di involucri edilizi con vegetazione sul microclima dell'ambiente costruito per un insieme di climi e geometrie di canyon urbani. La conclusione principale è stata che esiste un potenziale importante di abbassamento delle temperature urbane quando l'involucro dell'edificio è coperto di vegetazione. Al contrario, Wong et al. (2010) hanno condotto un ampio esperimento in cui sono stati registrati i dati sul comportamento termico di otto VGS a Singapore (clima tropicale). Sebbene nell'esperimento la riduzione della temperatura media della superficie della parete sperimentale sia compresa tra 6° C e più di 10° C, l'influenza dei VGS sulla temperatura dell'ambiente costruito circostante non era significativa. Recentemente, Price et al. (2015) sottolineano l'uso della vegetazione come strategia di mitigazione ottimale per UHIs e VGS come uno dei modi più promettenti per aggiungere questa vegetazione alla città a causa della loro area significativamente più ampia rispetto ai tetti verdi, il che implica quindi un potenziale più grande contributo complessivo alla riduzione del calore.

Per tutti i motivi sopra citati si è scelto di indagare nello specifico riguardo alle prestazioni termiche di due moduli di parete verde, sia con il substrato di macrofita sia con il cruschello per vedere quale opzione sia la migliore.

2.4 L'influenza che hanno le specie vegetali

Si stima che entro il 2050 circa il 75% della popolazione globale vivrà in zone urbane (UN-Habitat, 2015) e la loro qualità di vita sarà direttamente influenzata dallo stato dell'ambiente urbano. I sistemi di inverdimento verticale (Vertical Greening System) possono migliorare in modo significativo la qualità ambientale delle aree urbane molto dense fornendo diversi servizi ecosistemici. Un problema molto diffuso e importante in molte città del mondo è la qualità dell'aria.

Diversi studi epidemiologici hanno dimostrato una forte correlazione tra l'aumento dell'inquinamento atmosferico e gli effetti negativi sulla salute che portano ad un aumento della mortalità e dell'incidenza di malattie con una diminuzione dell'aspettativa di vita (Merbitz et al., 2012; WHO, 2013) . Le superfici verticali potrebbero essere sfruttate per migliorare la qualità dell'aria, specialmente in strutture urbane specifiche che rappresentano i principali punti di inquinamento, come i canyon ristretti formati da edifici alti su entrambi i lati della strada (Pugh et al., 2012; Tallis et al., 2011).

L'applicazione dei sistemi di inverdimento verticale su edifici nuovi ed esistenti può offrire diversi vantaggi ambientali e un approccio sostenibile in termini di risparmio energetico, gestione dei nutrienti e dell'acqua e conservazione efficiente degli edifici (Pérez-Urrestarazu et al., 2015) . Sebbene i sistemi di inverdimento verticale siano principalmente studiati al fine di migliorare le prestazioni energetiche degli edifici (Pérez et al., 2014), possono anche fornire un'interessante opportunità per mitigare gli inquinanti atmosferici migliorando la qualità dell'aria (Perini et al., 2017; Pugh et al., 2012).

A close-up photograph of dark brown soil, heavily textured with numerous roots and organic matter. The roots are thin and light brown, some extending horizontally and others vertically. The soil appears moist and rich in nutrients. In the bottom left corner, there is a semi-transparent grey rectangular box containing the chapter title in bold black text.

Capitolo 3

I SUBSTRATI



Capitolo 3

I SUBSTRATI

È di notevole importanza partire dal giusto substrato per mantenere le piante floride, deve essere un mezzo capace di dar loro sostegno, ancoraggio e supporto, ma deve anche contenere la corretta idratazione e nutrienti e anche far “respirare” le radici, lasciando passare l’ossigeno, questi sono fattori indispensabili per la salute vegetale.

Un adeguato substrato è un insieme di sostanze organiche, inorganiche e di materiale inerte opportunamente miscelato, in funzione della tipologia di pianta che deve ospitare e dell’eventuale contenitore di coltivazione. (Admin, 2020)

Nel settore florovivaistico esistono sul mercato una grande quantità di substrati, questi, si possono ripartire in due categorie: commerciali ed innovativi.

Nel primo caso possono essere sia di origine naturale che di origine artificiale, rappresentano i substrati di coltura che solitamente vengono utilizzati e commercializzati, mentre nel secondo caso sono costituiti da sottoprodotti di lavorazione, che se si riescono a recuperare e a trattare possono rappresentare una valida alternativa, dato che possiedono ottime caratteristiche chimiche, fisiche e nutritive.

Il terriccio è un composto di terra, vegetali e minerali, ricco di sostanze nutritive, venendo mescolato con altre sostanze è utilizzato come substrato fertile per il giardinaggio, la coltivazione in vaso ed in serra.

Si possono individuare tre caratteristiche nei diversi terricci:

- **sabbioso**: molto sottile e leggero, particolarmente indicato per l’assorbimento dell’acqua anche se con minore apporto di sostanze nutritive
- **calcareo**: asciutto, particolarmente ricco di silice e calcio
- **argilloso**: costituito principalmente da argilla.

Attraverso la tabella sottostante (Fig.15) si possono identificare i substrati più utilizzati suddivisi tra commerciali e alternativi, con l'aggiunta dei due substrati alternativi proposti in questa tesi.

Substrati commerciali	Substrati alternativi
Agriperlite	Alga Posedonia
Argilla espansa	Cortecce
Compost vegetale	Fibra di cocco
Feltro	Fibra di legno
Lana di roccia	Foglie
Pomice	Fondi di caffè
Schiuma fenolica	Lolla di riso
Torba	Sansa vergine
Tufo	Sfibrato di paglia
Vermiculite	Cruschello
Zeolite	M. Spicatum

Fig. 15 Tabella substrati commerciali e alternativi

Sono stati analizzati due substrati alternativi, entrambi di origine organica: il *Myriophyllum spicatum* e la buccia di grano (cruschello).

La scelta è ricaduta su questi due scarti: il *Myriophyllum spicatum* che è una pianta acquatica infestante, presente in diversi laghi e fiumi sia italiani che esteri. Il cruschello scarto da lavorazione, già precedentemente studiato all'interno del gruppo di ricerca con cui hai lavorato e nello specifico con la tesi di Danilo Perozzi "PROGETTO GLUME: Ricerca sperimentale per la valorizzazione degli scarti di molitura", e in questo ambito studiato e analizzato come substrato.

Nei paragrafi seguenti verranno inizialmente illustrati gli aspetti che caratterizzano un substrato ideale e alcuni casi studio di substrati alternativi. Successivamente invece si passerà a descrivere l'analisi di dettaglio relativa ai due substrati alternativi testati (*Myriophyllum Spicatum* e cruschello) e ad una comparazione di essi.

Per entrambi i materiali di scarto sono state redatte delle schede tecniche che riassumano le principali caratteristiche e criticità.

Il motivo dell'introduzione dei substrati alternativi è di tipo sia ambientale che economico, perchè molti dei substrati commerciali hanno un'impatto nell'ambiente da considerare e inoltre i substrati alternativi sono più economici potendoli prendere a costo zero, o a prezzi irrisori per quanto

riguarda il cruschello.

Il prezzo medio dei substrati commerciali, per un sacco da 20 L varia dai 4 ai 7 €.

Nei paragrafi successivi verranno analizzati i due materiali singoli e poi in relazione al substrato (terriccio + materiale innovativo).

3.1 Substrato: lo strato di supporto alla vegetazione

Il substrato di coltura è un mezzo nel quale o sul quale può avvenire lo sviluppo e la crescita in vitro di un microrganismo. Generalmente i terreni di coltura sono delle soluzioni solide o liquide contenenti sostanze nutritive su cui è possibile crescere cellule eucariote e procariote. (Encyclopedia Britannica, 2017)

Il substrato deve soddisfare le seguenti condizioni in termini di fisica e chimica del suolo:

– **Stabilità strutturale / stabilità allo scorrimento:** cedimenti o crescita delle radici non devono ridurre il numero di pori che convogliano aria e acqua.

– **Il volume poroso**, ovvero la capacità di acqua e aria, dovrebbe essere del 70–80%.

– **Capillarità / capacità di immagazzinamento dell'acqua:** sufficiente a trattenere l'acqua fornita nella zona delle radici contro la forza di gravità o per compensare da un'altra fonte.

– **Prevenzione dell'accumulo o della formazione di limo** nelle particelle del suolo mediante l'uso di sostanze organiche resistenti alla decomposizione e sostanze minerali grossolane.

– **Bassa crescita di alghe:** una superficie del suolo costantemente umida e alte proporzioni di sostanze organiche decomponibili possono portare alla formazione di alghe o muschi indesiderati.

– **Basso livello di decomposizione:** per un apporto ottimale alle piante e per motivi visivi, il substrato deve estendersi fino ai bordi delle aiuole e non restringersi.

– **Resistenza al calpestio:** la composizione e la miscela del grano non devono deteriorarsi a lungo termine per effetto del calpestio.

– **Il pH** dovrebbe trovarsi nell'intervallo ottimale per la maggior parte delle piante da 5 a 6,5 ed essere stabile.

– **Igiene e salute:** il suolo deve essere privo di agenti patogeni di piante chimiche, vegetali o animali e non deve contenere spore fungine, batteri, parassiti, semi di piante infestanti o rizomi di piante infestanti.

*Tabella tratta da
Haike, Falkenberg,
2011*

In quanto strato di supporto della vegetazione, il substrato ha una funzione stabilizzante accanto a quella di fornire nutrienti, in modo che anche le piante di grandi dimensioni possano essere mantenute stabilmente a lungo termine.

Per ogni specie di pianta c'è bisogno di una tipologia specifica di substrato che è più adatta alla specie vegetale in questione.

Ad esempio un substrato sabbioso è generalmente impiegato per la crescita di specie mediterranee che mal tollerano ristagni idrici, mentre un vero giardino tropicale predilige una composizione di substrato con una maggiore capacità di ritenzione idrica (Haike, Falkenberg, 2011).

Il substrato ideale varia in base all'habitat originale di ogni specie vegetale, che determina la preferenza del suolo da utilizzare. Generalmente questo vale per tutte le piante sia da interno che da esterno.

I fattori da tenere in conto nella valutazione di un substrato sono:

- **Acqua** - Il terreno deve contenere la giusta quantità di umidità per nutrire la pianta tra un'annaffiatura e l'altra.
- **Aria** - Deve esserci un sufficiente scambio di gas affinché le radici possano respirare. La porosità (lo spazio tra le particelle del suolo) può indicare la capacità delle radici di accedere all'ossigeno e la capacità di trattenere l'acqua di una pianta suggerisce se preferiscono un ambiente del suolo più secco o più umido. (Keong, 2019)
- **Fertilità** - La pianta deve essere in grado di estrarre abbastanza nutrimento dal suolo per vivere e crescere.
- **Ancoraggio** - Il terreno deve avere una struttura sufficiente per supportare il sistema radicale (Smart Garden Guide, 2019).

Brooke Medlin, giardiniere e orticoltore specializzato in sostenibilità e operazioni in serra, afferma che le cose più importanti da tenere a mente sono il pH, la porosità e la capacità di trattenere l'acqua di una pianta. Inoltre secondo Brooke Medlin, un altro aspetto importante da considerare è il pH, o acidità, perché i nutrienti possono non essere disponibili per la pianta se il pH è al di fuori di un intervallo accettabile.

I problemi con il substrato nelle pareti verticali

Quando il terreno è sistemato verticalmente in una parete verde ci sono tre problemi fondamentali:

– **Spostamento dovuto all'erosione**

La perdita di suolo può essere aggravata da condizioni ventose, con conseguente effetto di vagliatura.

– **Esaurimento della riserva di nutrienti**

Non c'è accesso all'acqua piovana e al compost fresco. I nutrienti sono invece forniti dal sistema di irrigazione. Questo porta a:

– **L'accumulo di sali minerali in eccesso**

Questo accumulo, dal legame ionico non tamponato, affama la pianta di sostanze nutritive.

Questi problemi non sono facili da superare e si accentuano con il tempo.

*Tabella tratta da
Biotecture, n.d.*

3.2 Alcuni casi studio riguardanti l'impiego di substrati alternativi nel campo delle pareti verdi

3.2.1 Lolla di riso ed efficienza energetica: progettazione e valutazione di pareti verdi modulari indoor [2020] De Lucia M.

Questo caso studio presenta il riutilizzo di uno scarto della produzione di riso, la lolla, come substrato alternativo da utilizzare in sistemi di inverdimento verticale. Nello specifico si è studiato il miglioramento dei parametri di trasmittanza termica, dando un comfort termico migliore.

In questa tesi è stata utilizzata la lolla di riso come substrato alternativo, in particolare una miscela composta da 1/3 di lolla di riso e 2/3 di terriccio universale. La proporzione lolla-terriccio utilizzata fa riferimento a quanto ottenuto dalla Tesi di Laurea di Zanninelli (2015) dal titolo "Utilizzo di compost e lolla di riso in florovivaismo: prove di coltivazione in vaso di abelia e rosa". Secondo Zaninelli (2015) l'impiego della lolla di riso in queste proporzioni ha portato ad un miglioramento della densità apparente, della porosità totale e del livello di salinità. Il substrato alternativo è stato composto utilizzando un terriccio universale e la lolla fornita dalla riseria Merlano di Buronzo (VC). La miscela terriccio e lolla ha un pH pari al valore 7. Il substrato alternativo è stato comparato ad uno strato di all'argilla espansa. Al fine di confrontare i due substrati selezionati, argilla espansa e terriccio più lolla di riso, e le tre specie vegetali, *Chlorophytum Comosum*, *Dieffenbachia Compacta* e *Spathiphyllum Wallisii*, sono stati misurati i tassi di crescita e le concentrazioni di clorofilla due volte alla settimana per un periodo di 134 giorni (89 per lo *S. Wallisii*).

3.2.2 A Statistically Rigorous Approach to Experimental Design of Vertical Living Walls for Green Buildings [2019] Bustami R.A., Brien C., Ward J., Beecham S. and Rawlings R.

In questo caso studio sono stati analizzati diverse concentrazioni e diversi materiali per creare dei substrati alternativi adatti ai sistemi di inverdimento verticale.

Il tipo di substrato del suolo è un fattore cruciale che influenza la crescita delle radici delle piante e, di conseguenza, il tasso di crescita delle singole piante (Jørgensen, Dresbøll, Thorup-Kristensen, 2014) (Weinmaster, 2009). Nel vaso della parete verde, uno strato di geotessile è posizionato sotto lo strato del substrato. Il substrato del terreno utilizzato è terriccio sabbioso organico (L) che contiene circa il 30% di compost organico. Sono state introdotte altre due combinazioni di substrato mescolando il terriccio con argilla caolino al 10% v/v e argilla bentonitica (C) in un rapporto 1:3 e zeolite di grado commerciale 10% v/v (Z), rispettivamente.

Sono state selezionate argille di caolino e bentonite perché l'argilla può aumentare la ritenzione idrica nei terreni sabbiosi (Reuter, 1994).

Al contrario, la zeolite è un componente minerale e un ammendante commerciale spesso applicato come additivo ai terreni di coltura per alterare le proprietà chimiche e fisiche del suolo (Meisl, Dubský, Šrámek, Nečas, 2012) (Kolar, Dubský, Šrámek, Pintar, 2010). La zeolite ha un'elevata gamma di capacità di scambio cationico (CEC), circa il doppio di quella della bentonite (Kolar, Dubský, Šrámek, Pintar, 2010). La capacità di ritenzione idrica di ciascun substrato determinata utilizzando il test di percolazione era rispettivamente del 39,4%, 43,9% e 36,7% per terriccio, argilla e zeolite. Le scorie sono state aggiunte come pacciame a tutti i vasi. Nessun fertilizzante è stato utilizzato durante l'esperimento.

3.2.3 Green wall systems- A review of their characteristics [2014] Manso M., Castro-Gomes J.

In questo caso vengono descritti diversi substrati di coltivazione, sia commerciali sia alternativi.

Le LWS modulari sono comunemente riempite con un substrato in cui le radici possono proliferare, costituito da composti organici e inorganici (Fukuzumi, 1996) (Sichello, 2010) (Lee, Sian, Greaves, 2010) o includere uno strato di substrato inorganico, solitamente schiuma, per ridurre il peso. La maggior parte degli LWS modulari include un substrato di coltivazione basato su una miscela di substrato leggero con un materiale granulare, espanso o poroso (ad esempio, granuli minerali con particelle medio-fini, fibre di cocco o tessuto riciclato) per ottenere una buona capacità di ritenzione idrica (Koumoudis, 2011) (Bindschedler P, Lassalle, 2010). Il substrato può essere migliorato con sostanze nutritive per la crescita della pianta (ad esempio, miscele di fertilizzanti organici e inorganici, chelati metallici, minerali, nutrienti e ormoni per piante o altri additivi) (Sichello, 2010). Alcuni LWS modulari indicano l'inserimento di substrati di coltivazione in sacchi di geotessile per impedirne il distacco. Questi sacchi possono occupare l'intero modulo e consentire l'inserimento di più piante (Koumoudis, 2011), oppure coprire singolarmente i substrati di coltura di ciascuna pianta (Urriola, 2011) (Yap, Wong, Tan, Lim, Palanisamy, Tan, 2011). In alternativa, ogni pianta può includere una copertina anteriore individuale per evitare la caduta del substrato (Sichello, 2010).

3.2.4 New substrates for living walls [2013] Larcher, F.; Fornaris A.; Devecchi, M.

In questo caso studio si utilizza un sistema di verde verticale brevettato con l'aggiunta di feltro sminuzzato nel substrato di coltura,

essendo un residuo industriale.

Essendoci una necessità di nuovi prodotti riciclati e a basso consumo energetico per una maggiore sostenibilità ambientale nell'ambito della pianificazione del paesaggio, c'è in corso uno studio per sperimentare sui supporti alternativi costituiti da residui industriali che riguardano le pareti verdi.

Per effettuare le prove è stato scelto il sistema di verde verticale brevettato Reviwall® (Reviplant, Italia). Poiché lo scopo principale è valutare la possibilità di utilizzare substrati alternativi ed eco-compatibili, in sostituzione della fibra di cocco sono stati scelti feltri sminuzzati, residuo industriale della produzione di feltrini per sedie. Per verificare l'idoneità di questo nuovo materiale e per identificare la migliore combinazione di pianta e substrato, sono state provate tre diverse specie (*Lonicera nitida*, *Bergenia cordifolia* e *Luzula sylvatica*) su quattro differenti substrati composti da differenti percentuali di feltri. Sono stati testati sei blocchi di 216 pannelli di pareti viventi per una superficie totale di 43 m² e 18 piante (3 pannelli) per ciascuna tesi (combinazione pianta-substrato) sono state organizzate in modo casuale all'interno di ciascun blocco. Sono state effettuate indagini mensili per monitorare la crescita delle piante e la qualità del manto verde, considerando i parametri di crescita e ornamentali. I primi risultati consentono di affermare che i feltrini sono un valido sostituto della fibra di cocco per la coltivazione di piante sui muri viventi, soprattutto con *Bergenia* e *Lonicera*, mentre *Luzula* ha dato risultati negativi.

3.3 I substrati alternativi testati

3.3.1 *Myriophyllum spicatum*



Fig. 16 Foto della specie *M. spicatum* (Liao, et al. 2020).

Il primo substrato analizzato è il *M. spicatum*, una pianta acquatica sommersa, macrofita.

Le proporzioni usate per ottenere la miscela di questo substrato sono 1/3 di *M. spicatum* e 2/3 di terriccio universale, così come è stato fatto per il substrato di buccia di grano e pure come è stato fatto nella tesi di Matteo De Lucia, 2020.

Il substrato alternativo è stato composto utilizzando un terriccio universale e il *M. spicatum* prelevato dal Lago di Viverone, provincia di Biella.

La miscela terriccio e *M. spicatum* ha un pH neutro pari al valore 6-7.

Il substrato alternativo è stato comparato ad un altro substrato innovativo di buccia di grano.

Con il termine macrofita si fa riferimento alla vegetazione acquatica macroscopica (rispetto a piante microscopiche come il fitoplancton), di cui fanno parte macroalghe come le *Chara* e *Nitella*; epatiche acquatiche, muschi e felci; così come piante vascolari fiorite.

Il *M. spicatum* è caratterizzato da gruppi di quattro foglie piumate disposte attorno a un fusto circolare. Il gambo può essere di colore leggermente rossastro e i fiori sono rossi.

Da non confondere con *M. verticillatum* che ha foglie emergenti di colore verde chiaro, o *M. alterniflorum*, una specie caratteristica delle acque oligotrofiche (poco nutrienti/leggermente acide).



Fig. 17 Tre specie di *Myriophyllum*, *alterniflorum*, *spicatum* e *verticillatum* (Acquefredde.it, 2019)

Il *Myriophyllum spicatum* forma spesso densi popolamenti monospecifici, viene comunemente associato alla lenticchia d'acqua canadese (*Elodea canadensis*). Questa pianta cresce tipicamente in laghi, stagni e fossati, ma non si trova in acque con forti correnti. Si riproduce principalmente per via vegetativa, ma anche per frammentazione delle punte delle piante a crescita rapida, ma anche tramite i suoi semi. (Centre for Aquatic Plant Management "Information Sheet 10 Spiked Water Milfoil")

Il *M. spicatum* può assorbire i nutrienti sia dai sedimenti dall'acqua dei laghi e dei fiumi (Planas, 1981; Angelstein et al., 2009). È stato anche dimostrato che il *M. spicatum* rilascia polifenoli che influenzano la comunità batterica epifita nell'acqua salmastra del Schaproder Bodden sulla costa baltica (Hempel et al., 2008).

CARATTERI DIAGNOSTICI

Forma biologica	idrofito radicante
Forma di crescita	rizomatosa acquatica
Modalità di propagazione	si riproduce principalmente per via vegetativa, sia per frammentazione delle punte delle piante a crescita rapida; anche tramite i suoi semi.
Dimensioni	da qualche cm ad alcuni metri
Fioritura	Giugno - Agosto
Foglie, fiori, frutti e semi	



Fig. 18 Caratteri diagnostici *M. spicatum* (Gangstad, 2018)

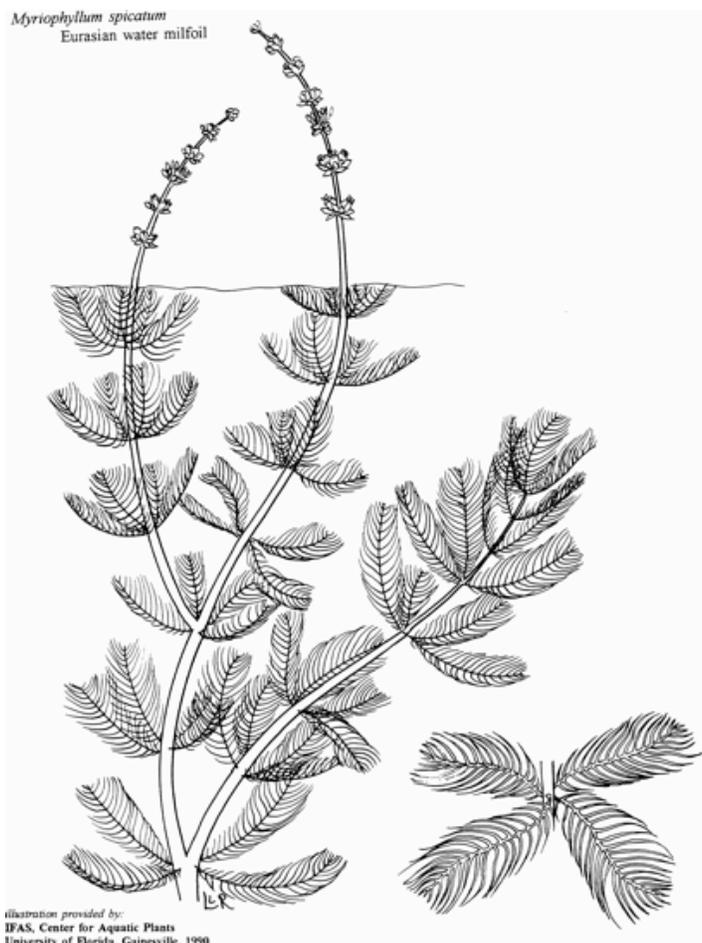


Fig. 19 Disegno del *M. spicatum* presa da Centre for Aquatic Plant Management "Information Sheet 10 Spiked Water Milfoil", 2018)

Il successo di questa specie come invasore è dovuto alla sua elevata adattabilità. Il *M. spicatum* si trova tipicamente sia nei corpi idrici da oligotrofici (caratterizzati da un basso contenuto di nutrienti) sia in sistemi eutrofici (caratterizzati da alti livelli di nutrienti). Riesce a crescere in situazioni sfavorevoli in un ambiente con lievi correnti e una serie di fattori ambientali, tra cui salinità, temperatura e luce. Ad esempio, può tollerare una salinità fino a 15 parti per mille e può tollerare un'ampia gamma di pH (ad es. 5,0-11,0), condizioni salmastre e intervalli di temperatura. La coltivazione su larga scala di *M. spicatum* può aiutare la bioestrazione dei nutrienti e inibiscono la crescita delle microalghe nei corpi idrici marini a bassa salinità (Liu et al., 2018). (Bao, Huo, Duan, He, Wu, Yang, & Sun, 2020).

Il *M. spicatum* è resistente a fattori ambientali estremi, capace di svernare in acque dolci e canali ghiacciati, muore in autunno, mentre l'apparato radicale potrebbe sopravvivere all'inverno; è anche in grado

di crescere in sistemi poco profondi e surriscaldati (Aiken et al., 1979; Perkins e Sytsma, 1987; Titus e Adams, 1979; Smith e Barko, 1990).

La crescita rapida, l'assenza di predatori, la capacità di diffondersi ecc., rendono questa pianta fortemente invasiva e causa dell'alterazione della struttura dell'ecosistema acquatico e si traduce in cambiamenti di degrado dell'ecosistema nella qualità dell'acqua e cambiamenti nell'habitat per la popolazione di pesci e fauna selvatica con altre caratteristiche dell'acqua biologiche ed ecologiche (AERF, 2005, Nicholas, 1994, Smith & Barko 1990). Questa specie produce acidi ellagici, galici e progallici e polifenoli allelopatici (+) catechine che abitano la crescita di *Microsistis aeruginosa* diminuendo la produttività acquatica (Nakai al 2000) e la tossicità perché le loro alghe producevano microcistine tossiche dannose per la salute umana e animale (Barsanti e Gaulteri, 1995).

Il pH i dell'acqua di due stagni presi come campione, indica la naturale condizione alcalina (7.69). Entrambi i solidi totali disciolti, DO ed EC sono alti; l'acqua è alcalina, dura, ricca di calcio e potassio e di sostanze nutritive, è ricca di cloruro (Cl-1) che è 139,4. Cl-1. (Aziz, Farhad, 2015)

Parametri	Gen	Feb	Mar	Media
Temperatura dell'aria (°c)	19.0	15.2	21.0	18.40
Temperatura dell'acqua (°c)	19.7	15.5	20.2	18.46
pH	7.87	7.38	7.82	7.69
EC $\mu\text{s.cm}^{-1}$	975	892	966	944
TDS mg.l^{-1}	602.1	511.8	565.2	559.7
Turbidity NTU	5.1	7.3	6.2	6.2
T.Alcalinità mg.l^{-1}	270.7	370.6	252.2	297.8
T.Acidità mg.l^{-1}	25.1	16.1	12.4	17.87
T.Durezza mg.l^{-1}	204.6	202.2	230.2	212.3
Ca+2 mg.l^{-1}	89.4	79.2	80.4	83
NO3 mg.l^{-1}	2.5	2.1	2.7	2.43
Cl-1 mg.l^{-1}	132	132	154.3	139.4
mg.l^{-1} Do	1.6	5.6	5.5	5.73

Fig. 20 Tabella con proprietà fisico-chimiche dell'acqua di due stagni di *M. Spicatum* nel sottodistretto di Gwer (Aziz, Farhad, 2015)

Metalli pesanti	Zn	Mn	Fe	Cu	Cr	Cd	Pb
Concentrazione ($\mu\text{g/kg}$)	302.4	412.88	7954.95	61.82	98.13	0.9	N.D

Fig. 21 Tabella con contenuto di metalli pesanti nel *M. Spicatum* (Aziz, Farhad, 2015)

3.3.1.1. Caratteristiche tecniche

Questo substrato presenta delle ottime potenzialità, l'unico problema in cui si potrebbe incorrere è la peribilità del materiale se non venisse essiccato subito. Ma dato che la raccolta avviene solitamente nel periodo estivo, la macrofita si può essiccare facilmente lasciandola all'aria aperta.

Una volta raccolta, essiccata e tritata e aggiunta al terriccio universale il substrato di *Myriophyllum spicatum* assume caratteristiche fisiche e chimiche simili ai substrati commerciali, con un pH leggermente acido, un peso specifico non elevato e un aumento della biodisponibilità degli elementi nutritivi.

	Valore	Unità di misura
Peso specifico	1000-800	Kg/m ³
Densità	1000-800	Kg/m ³
Dimensioni	0,4	mm
Criticità	Nessuna	-
Durata	24	mese
pH	6-7	-

Fig. 22 Tabella con le caratteristiche tecniche del *M.Spicatum*

Le informazioni appena descritte sono state riassunte all'interno della scheda tecnica (identikit). Sono state create queste schede tecniche per avere un elaborato grafico più diretto ed efficace rispetto al testo scritto.



REGNO

vegetale

Identikit

Myriophyllum spicatum

PIANTA ACQUATICA VASCOLARE RADICATA

FORMA BIOLOGICA

idrofita radicante

FORMA DI CRESCITA

**rizomatosa
acquatica**

FIORITURA

Giugno-Agosto

IMPOLLINAZIONE

anemofila

DIMENSIONI

**da alcuni cm
ad alcuni m**

COLORE FUSTO

**bruno-
rossastro**

HABITAT

**acque basse,
substrati fangosi**

CARATTERI

molto

DIVISIONE

spermatofite

SOTTODIVISIONE

angiosperme

CLASSE

dicotiledoni

ORDINE

saxifragales

FAMIGLIA

haloragaceae

GENERE

myriophyllum

DESCRIZIONE

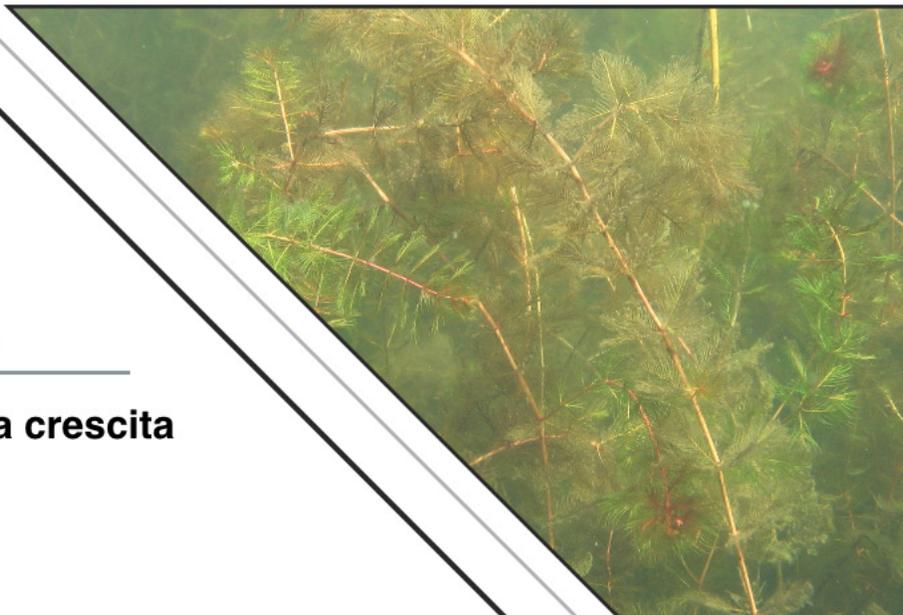
filifolia

CARATTERISTICA

resistente

CRESCITA

**pianta a crescita
rapida**



3.3.2 Cruschello (buccia di grano)

Come affermato precedentemente, i substrati alternativi analizzati sono due e sono caratterizzati dall'impiego di scarti di produzione, per quanto riguarda il cruschello (o buccia di grano) e

Il secondo substrato analizzato è chicco di grano, la cariosside, è suddiviso in diverse parti: la buccia esterna (tegumenti) costituisce la crusca, mentre al suo interno sono presenti germe (o embrione) ed endosperma, cioè la sezione che, contenendo l'amido e le proteine che formano il glutine. Sostanzialmente, la crusca è più ricca di minerali invece l'endosperma (ha una grande percentuale di amido) ne contiene molti meno. (Dissapore, 2019)

Le proporzioni usate per ottenere la miscela di questo substrato sono 1/3 di buccia di grano e 2/3 di terriccio universale. Questa proporzione utilizzata tra la buccia di grano e il terriccio fa riferimento ai risultati della tesi di Laurea di Zanninelli (2015), "Utilizzo di compost e lolla di riso in florovivaismo: prove di coltivazione in vaso di abelia e rosa", proporzioni già utilizzate da Matteo De Lucia nella sua tesi (2020). Il substrato alternativo è stato composto utilizzando un terriccio universale e la buccia di grano avuta dal Mulino Marino, provincia di Cuneo.

La crusca rappresenta circa il 14,5% della cariosside ed è a sua volta costituita da 7 strati sovrapposti, ricchissimi di fibra, soprattutto insolubile (cellulosa e lignina). Queste sezioni, assieme a quelle relative al germe di grano, costituiscono gli strati più esterni del chicco e vengono trattate in modo specifico dagli impianti di macinazione.

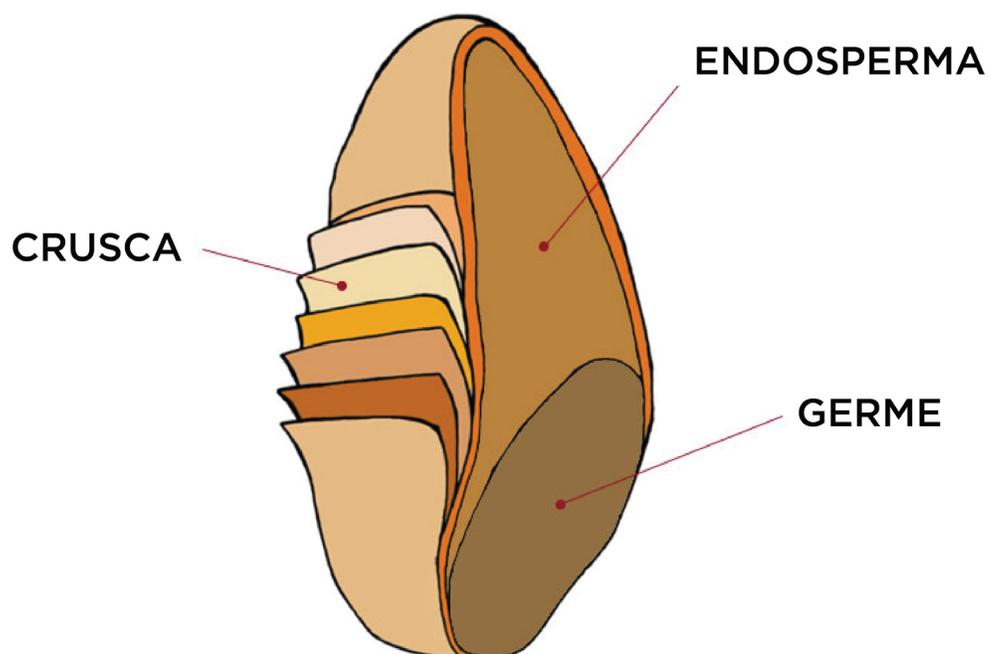


Fig.23 Composizione della cariosside, Fonte <https://molinobongermينو.it/curiosita-sul-grano-e-la-semola/>



Fig. 24. Le diverse frazioni cruscali ottenute tramite molino a cilindri. Da sinistra verso destra: farinaccio, tritello, cruschello, crusca. Tratto da <https://www.mulinopadano.it/blog/approfondimenti/cos-e-la-crusca/>

Si può notare, dall'immagine 24, che nel chicco di grano non è presente una sola tipologia di crusca, ma tante frazioni, che vengono genericamente identificate in ambito molitorio come "cruscami". Si tratta di farinaccio, tritello, cruschello e crusca, tutti prodotti che sono naturalmente presenti nel chicco di grano, e la cui estrazione può essere attuata, in tutto o in parte, con un molino a cilindri, qualora non si vogliono produrre farine integrali.

Per caratterizzare con semplicità queste frazioni, si può dire che complessivamente costituiscono circa il 23-25% dei prodotti della macinazione del grano tenero e che, passando dal farinaccio alla crusca, aumentano la granulometria, il tenore di ceneri ed il contenuto in fibre, mentre cala il contenuto di amido. (Mulino padano, 2020)

Semplificando, dopo la lavorazione effettuata dalla finitrice da crusca, otterremo due prodotti:

- una farina, che verrà inviata al silos previa ulteriore vagliatura
- un prodotto più grossolano, che viene scartato dalla spazzola e viene inviato al successivo passaggio di rottura in un laminatoio.

Questo processo di lavorazione, eseguito sulle frazioni granulometriche più grossolane dei passaggi di rottura, prosegue gradualmente fino all'ultimo di questi passaggi, la cui frazione granulometrica più grossa sarà inviata all'ultima finitrice da crusca, il cui prodotto sarà la crusca a foglia larga, pulita da ogni residuo farinoso.

Il cruschello nascerà in modo analogo, da un'altra finitrice da crusca, a cui sarà inviata la frazione dell'ultimo passaggio di rottura caratterizzata da una granulometria leggermente inferiore rispetto a quella tipica della crusca a foglia larga. (Mulino padano, 2020)

Per terminare la panoramica dedicata ai cruscami, possiamo dire che il farinaccio non presenta molto interesse dal punto di vista dell'alimentazione umana: viene estratto per essere commercializzato come mangime ed è particolarmente indicato per l'allevamento dei vitelli in ragione del suo profilo nutrizionale ricco di amido e proteine.

Il tritello, alla pari del farinaccio, viene impiegato prevalentemente in zootecnia, ma trova anche applicazione in varie ricette di pani tradizionali italiani, come il pane di Lariano. (Mulino padano, 2020)

I cruscami (crusca e cruschello) sono inseriti nelle categorie di sottoprodotti della filiera e possono essere reintegrati nella produzione di cibi per l'alimentazione umana e successivamente quella animale. Sabbia organica e BG(buccia di grano) non sono inserite in nessun registro, possono rappresentare quindi un'occasione di studio per capirne le caratteristiche.

Entrambe in base alle richieste vengono vendute a terzi o smaltite come rifiuto. Il prezzo di vendita nel settore mangimistico raggiunge un massimo di 0,30 €/kg. (Perozzi, 2019)

3.3.2.1 Caratteristiche tecniche

La buccia di grano è un materiale 100% naturale e di facile smaltimento che si presenta con una granulometria fine, leggera.

Possiede un elevato potere assorbente ed è in grado di assorbire piccole quantità d'acqua per poi rilasciarle nei periodi più secchi. Grazie alla sua capacità di mantenere delle ottime condizioni fito-sanitarie viene

largamente utilizzato negli allevamenti. Non andando incontro a marcescenze e a decomposizione nel medio-breve periodo non ha bisogno di sostituzioni cadenzate ma tende ad avere una durata abbastanza lunga.

	Valore	Unità di misura
Peso specifico	500	Kg/m ³
Densità	-	-
Dimensioni	0,3-1,5	mm
Criticità	Nessuna	-
Durata	-	-
pH	7	-

Fig. 25 Tabella con le caratteristiche tecniche della buccia di grano

3.4. Comparazione substrati

I due substrati alternativi, *M. spicatum* + terriccio e cruschetto + terriccio, sono entrambi di origine organica, il primo è una minaccia in alcuni laghi eutropici, mentre l'altro è un sottoprodotto della filiera cereagricola. In entrambi i casi

l'idea è quella di impiegare un materiale di scarto, inutilizzato altrimenti.

Entrambi i materiali alternativi, alla base dei due substrati, sono secchi, quindi non dovrebbero far insorgere muffe. Tuttavia, è necessario evidenziare che nel caso della buccia di grano, essa potrebbe presentare, se non impiegata prima, nell'arco di un paio d'anni la presenza di *Plodia interpunctella*.

P. interpunctella è considerato l'insetto infestante le derrate in assoluto più dannoso dal punto di vista economico. Le larve hanno un apparato boccale molto robusto e riescono a penetrare le confezioni alimentari. È caratterizzato da un'elevata polifagia per cui si può riscontrare su sfarinati di cereali, pasta e prodotti da forno, semi, spezie e frutta secca o alimenti ad alto tenore proteico quale carne essiccata. Consumatrice secondaria si riscontra in svariate industrie alimentari in differenti filiere. Il monitoraggio può essere condotto con trappole a colla innescate con feromone sessuale o trappole luminose. (Vai a Portale Disinfestazione, n.d.)



Fig. 26 A sinistra substrato di terriccio + M. spicatum, a destra terriccio+ cruschetto



Metalli pesa

CADMIO

mg/kg 0

Identikit

Cruschello

FIBRA DERIVANTE DALLA CRUSCA

ORIGINE BOTANICA

**Triticum
aestivum**

COLORE

beige

ODORE

**delicato di
tostatura**

ASPETTO

scaglia

PESO SPECIFICO

30-32 Kg/hl

UMIDITÀ

≤ 8%

CENERI

± 5-5,50%

VALORE E

277 kca

nti e micr

0,2*	PIOMBO <hr/> mg/kg 0,2*	AFLATOSSINA B1 <hr/> ppb ≤2*	AFLATOSSINA B1+B2 +G1+G2 <hr/> ppb ≤4*
	OCRATOSSINA A <hr/> ppb ≤3	ZEARALENONE <hr/> ppb ≤75*	DON <hr/> ppb ≤750*

Caratteristiche microbiologiche

a piccola	CARICA BATTERICA MISOFILA/SALMONELLA <hr/> UFC/g ≤20.000	LIEVITI E MUFFE/ ESCHERICHIA COLI <hr/> UFC/g ≤1.000
ENERGETICO <hr/> al/1146 kJ	CONSERVAZIONE <hr/> 8 mesi	FILTH TEST (TOT.)/ STAFIOLOCOCCHI <hr/> ≤25/50 g

* valori limite di legge





Capitolo 4

ECONOMIA CIRCOLARE E DESIGN SISTEMICO

Capitolo 4

ECONOMIA CIRCOLARE E DESIGN SISTEMICO

“The global economic model of value creation is wasteful and – for all practical purposes – continues to operate in a linear (take-make-dispose) system. Adopting Circular Economy principles could generate \$4.5 trillion of additional economic output by 2030 whilst decoupling economic growth and natural resource consumption¹”

(Lacy and Rutqvist, 2015)

Un tema approfondito durante la tesi è l'economia circolare e il design sistemico, poichè i due substrati utilizzati per la parete verde rientrano nei criteri di economia circolare e design sistemico, dato il riuso di materiali che altrimenti sarebbero dei rifiuti oppure recherebbero disturbi all'ecosistema.

L'economia circolare è il modello di business di post-produzione più sostenibile. Utilizza stock naturali, umani, culturali e manufatti per migliorare l'ecologia, fattori sociali ed economici che compongono la sostenibilità.

La sfida di questo nuovo paradigma risiede sia nell'ambizione di trasformare l'attuale modello di Business as usual in senso circolare attraverso un vero e proprio cambio di direzione.

Nonostante siano state elaborate diverse modalità di presentazione di tali principi, la più nota è quella offerta nel 2012 dalla Ellen MacArthur Foundation, sviluppata nel rapporto intitolato “Towards the Circular Economy – Accelerating the Scale-up Across Global Supply Chains”, in

¹ “Il modello economico globale di creazione di valore è uno spreco e, per tutti gli scopi pratici, continua a funzionare in un sistema lineare (prendi-fai-butti via). Adottare i principi di economia circolare potrebbe generare 4,5 trilioni di dollari di produzione economica aggiuntiva entro il 2030, disaccoppiando la crescita economica e il consumo di risorse naturali”

sintesi si può dichiarare che gli elementi costanti e ricorrenti nel modello di economia circolare siano dati dalla centralità assunta da tre parole chiave: capitale naturale, ciclicità e sistema.

“Un modello di economia concepito e progettato per essere rigenerativo. Un processo di innovazione di sistema nel quale prodotti e servizi sono concepiti per essere di lunga durata, facilmente riutilizzabili, rigenerati e rifabbricati e, in ultima istanza riciclati, minimizzando al contempo gli impatti ambientali. Sostenendo la transizione verso l’energia rinnovabile, il modello economico circolare genera capital economico, naturale e sociale”.

Ellen MacArthur Foundation

sintesi si può dichiarare che gli elementi costanti e ricorrenti nel modello di economia circolare siano dati dalla centralità assunta da tre parole chiave: capitale naturale, ciclicità e sistema.

L’economia circolare si propone come alternativa al modello lineare e attraverso la progettazione sistemica studia i processi produttivi agricoli e industriali, con l’obiettivo di trasformare gli output, cioè gli scarti di un’attività in input, cioè in risorse per un’altra attività. Lo scopo è quello di tendere ad azzerare le emissioni e ridurre la quantità di rifiuti e l’impatto ambientale della produzione su ispirazione dei principi della natura. (Bistagnino, 2009)

“Il design sistemico progetta relazioni tra i componenti che generano il sistema, valorizza l’identità e le risorse locali e produce sviluppo e benessere per il singolo e la collettività.”

SmileLab (n.d.)

Il sistema economico in cui viviamo si basa sul cosiddetto modello lineare e dall’enorme quantità di rifiuti che produciamo si capisce che tale sistema punta solamente alla qualità del prodotto finale, senza preoccuparsi degli scarti. Il design sistemico si basa strettamente sul territorio, perché attiva una rete di relazioni tra le attività produttive locali. L’identità nasce dalla consapevolezza dei propri valori, che si esprimono attraverso i comportamenti. Il confronto tra comunità locali produce una cultura globale (**glocale** agg. e s. m. – Individuo, organizzazione o comunità che ha un’estesa rete di relazioni locali e interazioni a lunga distanza. È il modo in cui le forze locali e le relazioni globali assumono una forma concreta, Treccani).

La crescita avviene per autopoiesi e ciò che si ottiene è uno sviluppo sostenibile.(SmileLab, n.d.)

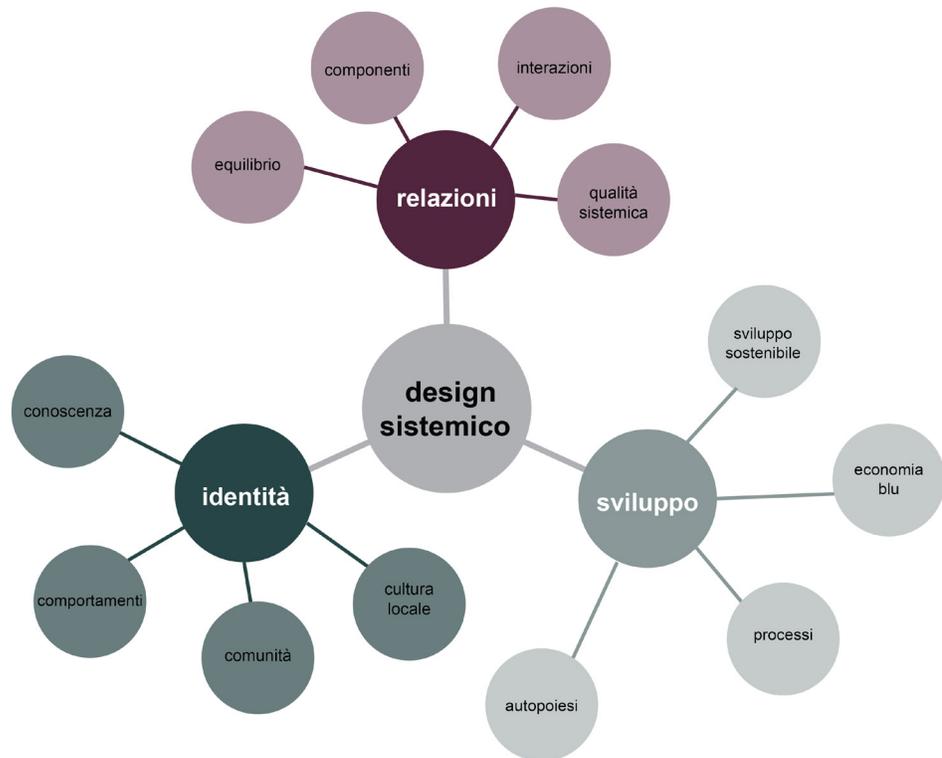


Fig. 27 Schema tratto dal sito internet, <http://www.systemicdesign.c/systemic-design/design-sistemico>

Gli scopi del design sistemico sono:

- coinvolgimento bilanciato di tutti gli stakeholder (portatori d'interesse)
- creare reti locali
- gli sprechi sono risorse

Il principio base è: *“Gli output (scarti) di un sistema diventano input (risorse) per altre catene produttive”* (Bistagnino, 2012).

Linee guida:

1. **Input/output.** Gli output (scarti) di un sistema diventano input (risorse) per un altro sistema generando aumento del flusso economico e nuove opportunità di lavoro.
2. **Creare relazioni.** Le relazioni che si instaurano generano il sistema stesso aperto (i sistemi chiusi sono quelli lineari attuali): tutti nel sistema sono elementi strategici e relazioni possono essere interne ed esterne.
3. **Autogenerazione.** I sistemi aperti e autopoietici (un sistema autopoietico è un sistema che si autodefinisce e tende a sostenere se stesso), che si sono messi in azione si sostengono e si riproducono autonomamente, definendo il proprio campo di azione ed evolvono congiuntamente.
4. **Agire localmente.** Il contesto in cui si opera è fondamentale e

4.1 Inquadramento territoriale - Lago di Viverone

Per poter applicare un modello di economia circolare e un approccio sistemico bisogna condurre un'analisi territoriale, per avere il quadro generale dell'area e redigere una proposta creata ad hoc per il contesto locale.

In seguito ad una serie di ricerche svolte all'individuazione del lago più vicino all'area di Torino e con più problematiche riguardo all'inferstazione della pianta acquatica, *Myrophyllum spicatum*, si è redatta una lista con diversi laghi potevano essere candidati, tra cui il Lago di Viverone, il Lago di Candia e il Lago grande di Avigliana; sono tutti laghi in provincia di Torino, tranne quello di Viverone che è in provincial di Biella. Sono tutti dei laghi eutrofici, privi di emissari ed immissari, in cui si rileva annualmente la presenza *M. spicatum*.

Grazie a diversi articoli pertinenti al tema della proliferazione del *M. spicatum*, tra questi laghi piemontesi, è stato scelto il Lago di Viverone anche perchè ci sono state delle spedizioni di raccolta effettuate da volontari, per risolvere il suddetto problema. Si può affermare che il fenomeno di eccessiva proliferazione del *M. spicatum*, è un problema radicato e che si presenta annualmente in prossimità della primavera/estate.

Quindi la vicinanza a Torino e la quantità di pianta acquatica presente nel Lago di Viverone sono state le ragioni principali per la scelta del luogo di prelievo.

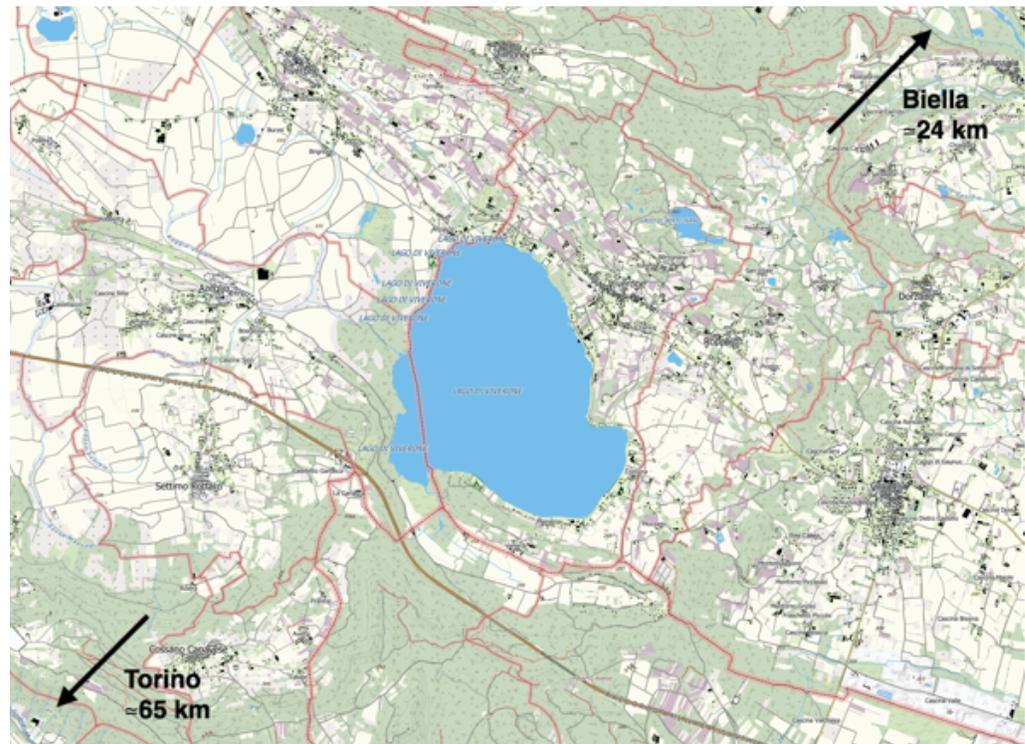


Fig. 29: Cartografia del Lago di Viverone (Geoportale), Scala 1:25.000

Il lago di Viverone o d'Azeglio è situato nell'anfiteatro morenico di Ivrea e rappresenta il più grande dei bacini lacustri intermorenici, si tratta del terzo lago del Piemonte per estensione. In seguito alla ritirata del ghiacciaio della Valle d'Aosta, si originò il lago (Regione piemonte, 2017).

Il Lago di Viverone fa parte delle provincie di Biella, Torino e Vercelli.

Viene alimentato dalla Cariola o di Piverone, da una serie di piccole rocce, che hanno una portata trascurabile e dallo scambio con le falde acquifere mentre ha un solo emissario, la roggia Fola collegato al bacino idrografico della Dora Baltea.

Questo lago è caratterizzato da una forte eutrofizzazione causata da una robusta presenza di nutrienti che, saltuariamente, causano fioriture algali anche molto persistenti. Ciononostante non hanno mai presentato un livello di tossicità che potesse dar luogo a rischi per la salute umana.

È manifestato un altissimo interesse naturalistico e paesaggistico nella zona del lago. Il valore naturalistico del lago, inserito all'interno del SIC omonimo, è elevato grazie alla presenza di una florida avifauna sia stanziale che migratoria ed agli ambienti umidi annessi al lago, molto importanti per particolari tipi di vegetazione.

L'interesse storico e culturale è invece dato dalla presenza di diversi villaggi palafitticoli costruiti durante il tardo neolitico, nello specifico nell'età del bronzo.

Dal 2008 è stata ripristinata la fruizione balneare del lago su tutte le stazioni, soprattutto grazie agli interventi di manutenzione al collettore circumlacuale che raccoglie i reflui di gran parte del bacino imbrifero. (ARPA Piemonte, 2010)



Fig.30 Foto aerea del Lago di Viverone presa da <https://www.quotidianocanavese.it/cronaca/ambiente-balneabili-tutte-e-quattro-le-spiagge-del-lago-di-viverone-28151>

Il Lago di Viverone è un'area di interesse naturalistico e Conservazionistico, Sito di Importanza Comunitario Dir. 92/43/CEE ("Habitat") e Zona di Protezione Speciale Dir. 2009/147/CE ("Uccelli").

L'importanza naturalistica del lago è legata:

- habitat prioritari e di interesse comunitario
- numerose specie vegetali rare
- è uno dei più importanti siti di riproduzione e svernamento per uccelli acquatici del Piemonte
- presenza di una cinquantina di specie di Lepidotteri diurni e di diverse specie di anfibi.

L'eutrofizzazione del lago di Viverone è dovuto all'aumento di produttività negli ambienti acquatici e all'arricchimento di sostanze nutrienti, particolarmente azoto e fosforo, derivati soprattutto da aziende agricole locali, che sacricano nel lago.

L'**eutrofizzazione** è un fenomeno di arricchimento trofico di laghi, di stagni e, in genere, di corpi idrici a debole ricambio; è dovuto al dilavamento dei fertilizzanti usati nella coltivazione delle terre circostanti o all'inquinamento organico prodotto dalle attività umane o a prodotti di rifiuto industriali. Provoca le cosiddette fioriture del fitoplancton che, abbassando il tasso di ossigeno, rendono l'ambiente inadatto per altre specie (per es., pesci). (Treccani)

A partire dall'anno 2001 il Lago di Viverone fa parte della rete di monitoraggio regionale dei laghi del Piemonte ed il termometro per la valutazione dello stato di qualità ambientale del lago è rappresentato dagli indici previsti dal D.Lgs. 152/99 e s.m.i. (ARPA Piemonte, 2011).

VIVERONE: Fosforo totale (conc. media nel lago) e saturazione % di ossigeno a -20 m di profondità (valori medi annui nel periodo 2001-2011)

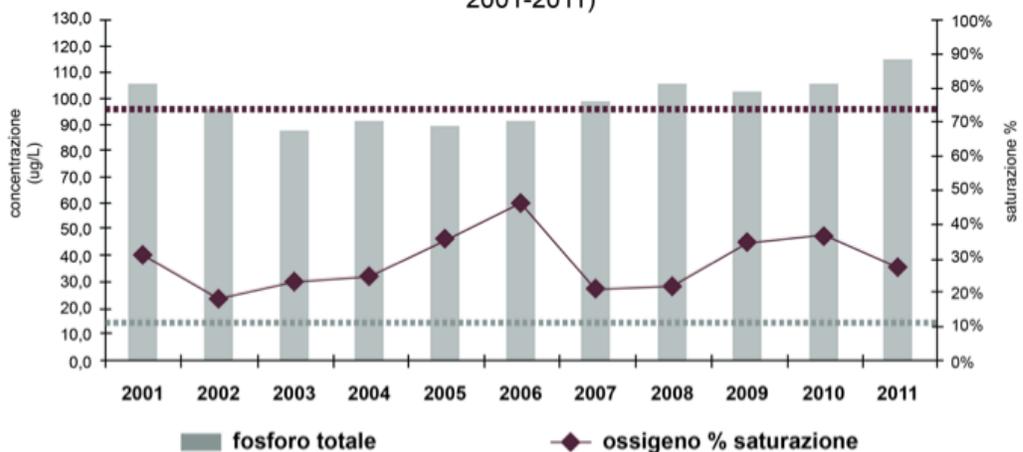


Fig. 31: Tabella concentrazione di fosforo

In seguito ad un'analisi territoriale basata su una desk research (ricerca a tavolino), è stata effettuata un'attenta ricerca ed analisi dei dati ambientali trovati; quali: qualità dell'aria, dell'acqua e del suolo. Tutti reperiti dal sito dell'Arpa Piemonte, questi dati sono riferiti agli anni 2018-2019. In seguito a questa ricerca si sono potute produrre delle schede tecniche del Lago - identikit - con le qualità ambientali principali.



Qualità de

STATO CHIM

buono

Identikit

Lago di Viverone

ITALIA / 45° 25' 2.361" N 8° 2' 11.471" E

PROVINCIA

Biella, Torino

ORIGINE

intermorenica

TIPOLOGIA

naturale

ALTITUDIN

230 m s

QUOTA MEDIA

230 m s.l.m.

SUPERFICIE LAGO

5,73 km²

SUPERFICIE BACINO
IMBIFERO

21,4 km²

QUOTA MA
BACINO IM

529 m s

ell'acqua

<u>STATO ECOLOGICO</u>	<u>LTLEco</u>	<u>SQUA INQUINANTI SPECIFICI</u>
sufficiente	sufficiente	buono
<u>ICF FITOPLANCTON</u>	<u>PH</u>	<u>CLORURI</u>
sufficiente	7,1 NoUni	4,8 mg/l
<u>NITRATI</u>	<u>ALCALINITÁ</u>	<u>SOLFURI</u>
0,24 mgNO₃	2.206 meq/l	0 mg/l
<u>VELOCITÀ MEDIA</u>	<u>OSSIGENO DISCIOLTO</u>	<u>CONDUCIBILITÁ</u>
s.l.m.	4,05 mg/l	254 μS/cm 20°C
<u>VELOCITÀ MASSIMA TURBIFERO</u>	<u>VOLUME</u>	<u>AMMONIO</u>
s.l.m.	131,5 10⁶ m³	0,26 mgNH₄/l

http://www.ise.cnr.it/limno/schede/v_viverone.htm



Qualità d

PM10

16-25 µg

Identikit **Lago di Viverone**

Qualità del suolo

CROMO

area critica

NICHEL

**area omogenea
di concentrazione**

COBALTO

**area omogenea
di concentrazione**

ARSENICO

**area omogenea
di concentrazione**

NICHEL

**area omogenea
di concentrazione**

ZINCO

**area omogenea
di concentrazione**

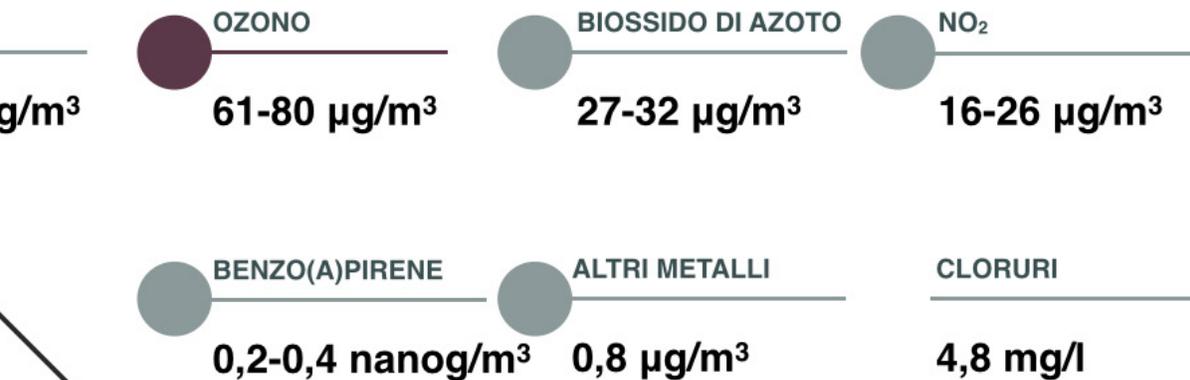
RAME

**area omogenea
di concentrazione**

POLICICLO
(PCB - m)

**area omogenea
di concentrazione**

ell'aria - Media annuale



o

omogenea
concentrazione

ROBIFENILI
g/kg)

omogenea
concentrazione

DIOSSINE E FURANI
(PCDD/DF - ng/kg I-TE)

area critica



Infine è stata creata una cartina con i punti critici del *M. spicatum*, la presenza di cianobatteri, le spiagge balneabili, i punti d'interesse del lago, i circoli nautici e i lidi.

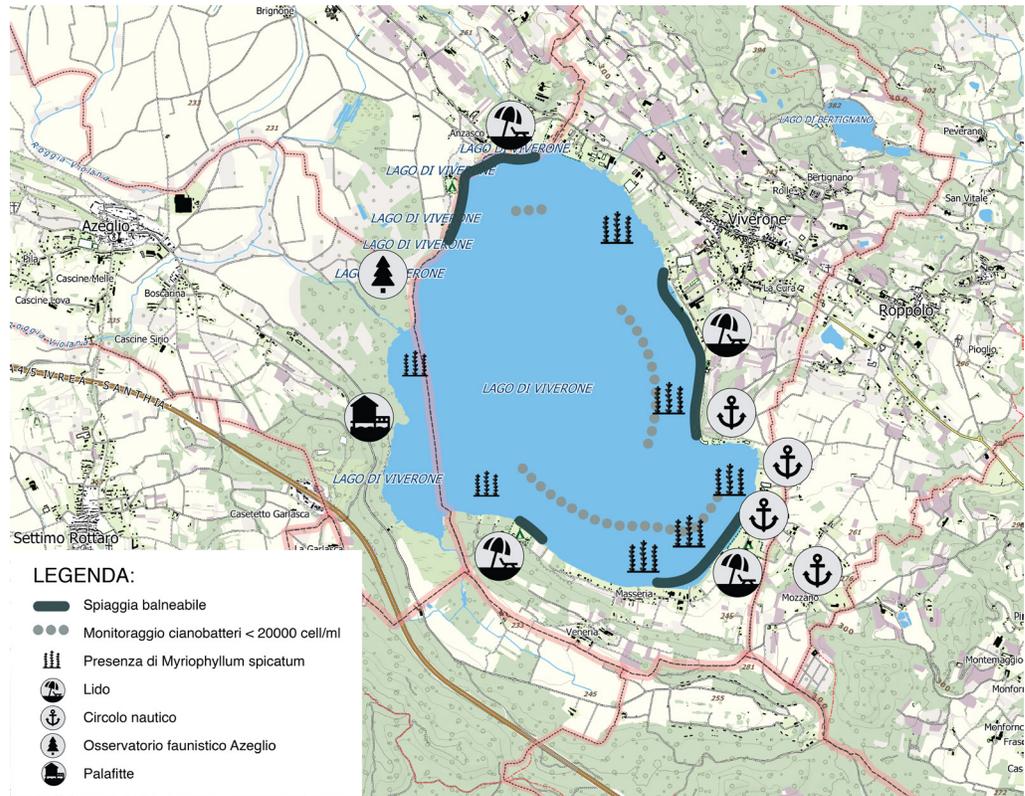


Fig. 32 Cartografia Lago di Viverone con punti d'interesse (cartografia presa dal Geoportale e modificata con i dati reperiti dal sito dell'Arpa Piemonte riferiti al 2019), fuori scala

I cianobatteri sono un insieme di batteri che sono capaci di svolgere il processo di fotosintesi. Sono in grado di ricavare energia dalla luce, proprio come le piante. Perciò sono stati spesso considerati alghe, venivano infatti chiamati "alghe azzurre" o "cianofite" (vedi figura n).

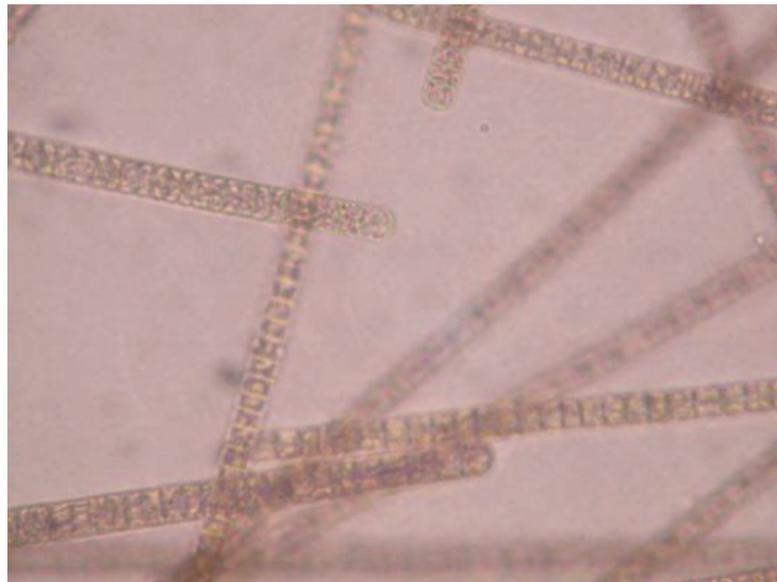


Fig. 33 Colonie filamentose di cellule cianobatteriche (Bollettino acque di balneazione, ARPA Piemonte)

La presenza di cianobatteri non è indice di inquinamento delle acque, perché sono organismi presenti naturalmente nelle acque, soprattutto laghi e stagni.

Se il corpo idrico è soggetto ad una quantità eccessiva di sostanze nutritive (eutrofizzazione) molte tipologie di cianobatteri sono favorite e si possono moltiplicare più facilmente.

È riportato che molti laghi di dimensioni medio-piccole possono essere soggetti ad un elevato numero di nutrienti derivati da scarichi o fertilizzanti, impiegati in agricoltura. Quindi, in questi laghi, la presenza dei cianobatteri è abbastanza presente in alte densità.

In base alle analisi condotte dall'Arpa Piemonte, si può notare che la concentrazione di cianobatteri nel Lago di Viverone è sotto controllo, avendo una densità minore a 20000 cel/ml.

Inoltre sono stati individuati i siti in cui è più facile reperire il *M. spicatum*.

Gli scarichi non controllati arricchiscono le acque del lago di azoto e fosforo che rappresentano un nutrimento fondamentale per le piante acquatiche. È l'evento legato peraltro alle alte temperature estive che viene denominato "fioritura algale" che potrebbe provocare problemi seri al lago anche sotto l'aspetto sanitario.

«Ed è per questo – conferma Francesca Vietti – che i nostri monitoraggi tengono conto ogni volta anche della componente algale. In tal modo possiamo tenere sotto controllo l'eventuale proliferazione che potrebbe portare a seri problemi a livello sanitario. Le alghe, in determinate circostanze, emettono delle tossine, i cianobatteri, che sono dannosi per la salute umana...». (Prima Biella, 2018)



Fig.34 Foto del Lago di Viverone, Fonte: <https://primabiella.it/altro/lago-di-viverone-balneabile-ma-a-rischio/>

4.2 Impatto del *Myriophyllum spicatum* sull'ecosistema

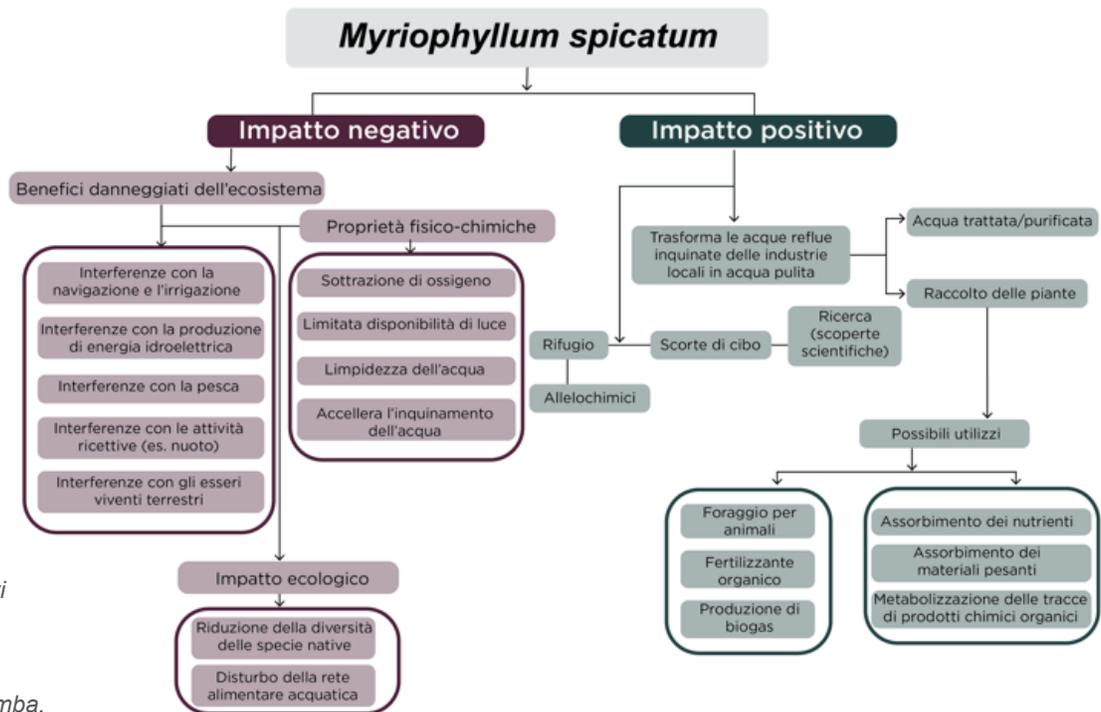


Fig. 35 Impatti positivi e negativi del *M. Spicatum* sui servizi dell'ecosistema, (Nsenga Kumwimba, Dzakpasu, & Li, 2020)

Ci sono prove considerevoli che la specie *M. spicatum* sia direttamente e indirettamente associata a diversi servizi ecosistemici, come si può notare nella figura soprastante (Fig.35), compresa la purificazione dell'acqua, alimentazione animale, agricoltura, materiale per generare biocarburanti. Evidentemente, l'uso diretto più significativo del *M. spicatum* è nelle zone umide (sia costruite che naturali) o vegetate, ruscelli o fossati (Kumwimba et al., 2017b; Luo et al., 2017).

La capacità di questa pianta acquatica di assorbire e tollerare metalli e tracciare sostanze chimiche organiche da sistemi che ricevono vari tipi di acque reflue rende questa specie un'ottima candidata per il fitorisanamento di questi inquinanti (Souza et al., 2013).

È stata scelta come substrato perchè crea dei problemi all'ecosistema tra cui:

• Sottrazione di ossigeno

La sottrazione di ossigeno è un fattore critico che potrebbe alterare il ciclo dei nutrienti e la qualità dell'habitat dei pesci e degli invertebrati dentro un lago (ad esempio la specie *M. spicatum*) (Eiswerth et al., 2000; Villamagna e Murphy, 2009; Frodge et al., 1990). Molte specie sensibili di pesci e macroinvertebrati possono essere notevolmente influenzati quando l'ossigeno disciolto scende al di sotto di 5 mg L⁻¹ e

la maggior parte di essi ne risente negativamente quando l'ossigeno disciolto scende al di sotto di 2,5 mg L⁻¹ (Frodge et al., 1990). A causa dei loro alti tassi di attività fotosintetica, le macrofite acquatiche e alghe rilasciano ossigeno durante il giorno e lo consumano di notte, con una conseguente variazione diurna di sottrazione di ossigeno con concentrazioni massime durante luce diurna e concentrazioni minime notturne (Caraco e Cole, 2002).

I livelli di sottrazione di ossigeno si sono notevolmente ridotti e si avvicinavano ai livelli ipossici (<3 mg O₂ L⁻¹) nelle aree dominate da *M. aquaticum* rispetto a specie autoctone (Kuehne et al., 2016).

• **Danni alle barche e alla navigazione**

Nonostante il loro significato ecologico, la presenza di *M. spicatum* negli ambienti acquatici può compromettere gravemente molte delle attività umane essenziali che dipendono dalle risorse idriche come l'irrigazione e la navigazione (Eiswerth et al., 2000, 2009; Painter e McCabe, 1988). Diminuendo il flusso d'acqua, i popolamenti di *M. spicatum* potrebbero ostacolare il drenaggio dell'acqua e favorire gli allagamenti. Nei canali di irrigazione impedisce il flusso e ostruisce le prese delle pompe utilizzate per il convogliamento dell'acqua di irrigazione. Poiché *M. spicatum* si diffonde facilmente per frammenti, le attività ricreative compreso l'uso di motoscafi o il trasporto su barche e apparecchiature nautiche (Scales e Bryan, 1979; Johnstone et al., 1985; Smith e Barko, 1990; Johnson e Carlton, 1996). La maggior parte del traffico marittimo nei sistemi lacustri sarebbe costituito da veicoli ricreativi. Se lasciato non gestito, il *M. spicatum* può interrompere completamente le attività nautiche; molte barche sono incapaci di passare attraverso i tappetini di superficie. Inoltre, il *M. spicatum* diventa un fastidio quando si impiglia nelle eliche dei motoscafi.

• **Disagi alla fauna locale e danni al turismo**

La densa crescita delle specie di *M. spicatum* potrebbe diventare un terreno fertile per le zanzare, che causano malattie che influiscono sfavorevolmente sulla salute umana. In quei casi, se il tasso di espansione della pianta infestante che aumenta, potrebbe derivarne in cattive condizioni di salute delle persone che vivono nell'area circostante. Le zanzare anofele femmine hanno aumentato i tassi di deposizione delle uova durante la ripresa densità raggiunte circa (1000 m⁻²), poiché *M. aquaticum* agisce come riparo dai predatori (Orr e Resh, 1989). Ci sono state molte malattie che sono state segnalate, come la mielinopatia vacuolare aviaria, che sta portando alla morte le aquile calve e gli uccelli acquatici attraverso l'impatto bacini idrografici nel sud-est degli Stati Uniti. Si è scoperto che questa malattia è connessa con i cianobatteri, che vivono su molte erbacce invasive, e gli uccelli mangiano la neurotossina generata dai cianobatteri epifiti come

fonte di cibo, che è la ragione principale della mortalità (Williams et al., 2007).

Inoltre questa pianta acquatica si potrebbe incastrare con la fauna locale, portando anche all'asfissia, soprattutto per quanto riguarda i volatili.



Fig. 36 Foto scattate durante il sopralluogo al Lago di Viverone, in data 30/10/20

• Rischi legati alla sicurezza a chi pratica sport acquatici

Il *M. spicatum*, in molti casi, ha gravi ripercussioni su a molte attività ricreative a base d'acqua impedendo l'accesso umano, interferendo con l'operazione di nuoto, immersioni, sci, moto d'acqua e lenze da pesca (Eiswerth et al., 2005; Eiswerth et al., 2000; Madsen et al., 1991; Newroth, 1985). Come molti invasori, l'elevata biomassa generata dal *M. Spicatum* potrebbe diventare pericoloso per i nuotatori; i nuotatori si potrebbero impigliare portando a situazioni pericolose. Per esempio, ci sono stati casi in cui le specie di *M. Spicatum* si sono impigliate ai nuotatori e hanno causato o contribuito annegamento (Eiswerth et al., 2005; Eiswerth et al., 2000; Madsen et al., 1991; Newroth, 1985). Tra il 1990 e il 2007, sono successi degli incidenti di annegamento nelle acque infestate da *M. spicatum* degli Stati Uniti (Getsinger et al., 2014). *M. spicatum* e l'acqua stagnante creano anche l'habitat per il parassiti che causano prurito del nuotatore e zanzare (Marsollier et al., 2004; Jacobs e Mangold, 2009; OISAP Ontario's Invading Species Programma di sensibilizzazione, 2013).

• Danni alla pesca

Il *M. spicatum* pone grossi problemi ai pescatori durante la colonizzazione rapida e forma una densa copertura in superficie e alcuni dei suoi gli effetti possono essere dannosi per la pesca

(Lillie e Budd, 1992). Ad una densità elevata il *M. spicatum* influenza notevolmente lo stato fisico, chimico e componenti biotici del sistema di acqua dolce, nonché l'ampiezza di sottrazione di ossigeno diurno, pH e temperatura rispetto a molte piante acquatiche native, diminuendo l'idoneità dell'habitat per alcuni pesci, uccelli acquatici e macroinvertebrati (Keast, 1984a, b; Morin e Kimball, 1983).

In Sud Africa, Jacot-Guillarmod (1977) ha segnalato problemi per pesca dovuta all'infestazione da *M. aquaticum*. Potrebbe anche ostacolare spazio per nuotare di pesci pelagici, intralza molti pesci giovani e disturbare gli spostamenti di foraggiamento dei piscivori (Engel, 1995). Ostacola la disponibilità di luce e il flusso d'acqua, diminuisce l'ossigeno nel acqua (ad esempio arrestando la circolazione del vento con l'acqua al di sotto del suo spessore baldacchino o anche attraverso la decomposizione delle piante) che potrebbero causare pesci morti o un ecosistema debole (Engel, 1995).

• **Limitazione della disponibilità di luce e dei processi di scambio idrico**

Il *M. spicatum* cresce a velocità esplosive, formando dense chiome che sovrastano e ombreggiano le specie autoctone circostanti e intercettano la luce (utilizzata per la fotosintesi) che penetra nei corpi idrici (Madsen et al., 1991). Quando la penetrazione della luce diminuisce, la produzione della macrofita acquatica native è limitata; quindi, modificando l'abbondanza e la diversità della comunità acquatica e struttura della rete alimentare (Smith e Barko, 1990; Madsen, 1994). Queste condizioni non potevano portare solo a un basso l'ossigeno disciolto nella colonna d'acqua, ma anche migliorare in modo significativo le temperature della colonna d'acqua su base diurna che possono essere direttamente stressante o addirittura mortale per la maggior parte delle specie ittiche (Caraco e Cole, 2002; Frodge et al., 1995). Un semplice modello concettuale (come riportato in (Madsen et al., 2001)) dimostra la complessità delle interazioni tra macrofite acquatiche, velocità di flusso e dinamica dei sedimenti.

M. spicatum è leggermente limitato nella maggior parte dei sistemi di acqua dolce, con torbidità essendo un parametro importante che limita la disponibilità di luce (Barko et al., 1986). La rapida velocità del flusso aumenta la risospensione dei sedimenti all'interno letti scarsamente macrofite, che diminuisce ulteriormente la luce disponibile per la crescita di piante acquatiche sommerse.

• **Limpidezza dell'acqua**

La limpidezza dell'acqua è uno dei fattori limitanti che hanno un impatto sulla struttura della comunità. Recentemente, studi hanno esaminato direttamente come *M. spicatum* abbia un impatto sulla limpidezza

dell'acqua locale (Su et al., 2019). Una densa coltre di *M. spicatum* è associata ad una maggiore trasparenza dell'acqua locale grazie alla riduzione dei sedimenti sospesi, popolazioni di fitoplancton, assimilazione di nutrienti e secrezione di sostanze allelopatiche (Madsen et al., 1991; Su et al., 2019). Pertanto, la limpidezza dell'acqua è spesso migliorata nelle zone con più macrofite acquatiche. Su et al. (2019) hanno studiato trentacinque laghi in varie aree geografiche nella pianura alluvionale del fiume Yangtze e ha trovato un risultato positivo di controreazione tra *M. spicatum* e la chiarezza dell'acqua (ad es maggiore è la densità di *M. spicatum*, più pulita è la limpidezza dell'acqua) nei bassi fondali ecosistemi di acqua dolce (Verhofstad et al., 2017). Anche gli scienziati hanno anche esaminato specifici meccanismi che possono consentire al *M. spicatum* di essere di più efficiente nel diminuire la torbidità (Barko et al., 1986; Madsen et al., 2001; Petticrew e Kalff, 1992; Su et al., 2019). Nella maggior parte dei casi, *M. spicatum* riduce la velocità del flusso sia all'interno che adiacente al fondo, con conseguente aumento della sedimentazione e diminuzione della torbidità. Diminuita la torbidità aumenta la disponibilità di luce per *M. spicatum*, aumentandone la crescita.



Fig. 37 Foto scattate durante il sopralluogo al Lago di Viverone, in data 30/10/20

4.3 Proposte per migliorare la situazione attuale

Ci sono stati diversi investimenti per quanto riguarda l'ambiente e la tutela delle acque del lago di Viverone, da parte Città metropolitana di Torino. Sono state piantate tremila nuove piante tra la cittadina biellese e il paese di Azeglio. Lo scopo sarebbe quello di creare delle «fasce tampone» in opposizione ai usati nell'agricoltura (derivanti soprattutto dai campi coltivati del Canavese), evitando quindi la proliferazione delle alghe.

Il sindaco Carisio racconta che la città metropolitana di Torino, vuole creare delle aree di bosco vicino al lago per migliorare l'ambiente lacustre e salvaguardarlo il più possibile dal processo di eutrofizzazione, con l'incremento di tremila nuovi alberi sarà aumentata la fascia di protezione.

Questo intervento rientra nel piano d'azione stipulato dalla Regione Piemonte, Contratto di lago.

Le fasce tampone di bosco hanno il compito di scacciare in maniera natural gli scarichi organici che provengono dal settore agricolo che finiscono direttamente nel lago e portano ad un aumento del processo di eutrofizzazione e quindi vanno a peggiorare anche la qualità delle acque.

La situazione al momento del rilascio dell'articolo era sotto controllo, grazie alle temperature non troppo elevate e la realizzazione di un collettore ben funzionante, anche se la prima causa di eutrofizzazione sono proprio i prodotti chimici usati nell'agricoltura.

È il più grande dei bacini lacustri intermorenici, pichè è stato originato dal ritiro del ghiacciaio della Valle d'Aosta. È una zona di grande interesse naturalistico.

Il sindaco Carisio conclude affermando che l'azione della Città metropolitana è stata molto positiva, perchè fa in modo di tutelare tutte le specie che vivono in questo luogo. Si sbilancia dicendo che sono certi che gli interventi ambientali daranno la possibilità di aumentare le aree a bosco e ad evitare che alter specie possano estinguersi, questo favorirà anche il turismo. (Roberto, 2019)

4.4 Situazione attuale – Sistema lineare

I dati per poter avere il sistema di riferimento attuale sono stati reperiti da articoli di giornale e dalla collaborazione del Geometra Claudio Oddone, responsabile dell'ufficio tecnico del Comune di Viverone della sezione "Gestione associata del Lago di Viverone".

In seguito ad un'intervista di alcune domande, effettuata in modo telefonico, si è potuto affrontare il tema in modo più specifico. È riportata in allegato l'intervista condotta al Geometra Oddone.

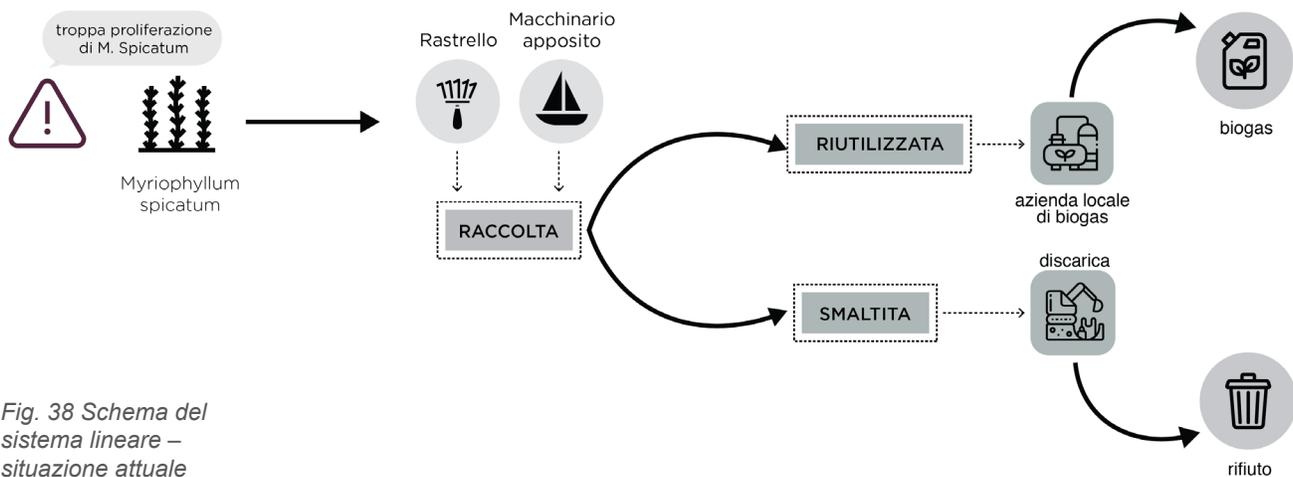


Fig. 38 Schema del sistema lineare – situazione attuale

I dati raccolti da questa intervista sono:

- Il *M. spicatum* è una vera e propria specie vegetale, e non un'alga come è stato riportato in qualche articolo. Sono presenti anche delle alghe, ma non recano danni e disagi all'ecosistema del lago.
- Il nome di questa specie vegetale è *Myriophyllum spicatum*, sono delle piante idrofite con fusto e radici e proliferano in modo copioso tra Aprile ed Agosto, sono state riportate le annate del 2018 e del 2020 come annate estremamente prolifiche.
- Le piante acquatiche sono state sia prelevate da volontari armati di rastrelli e tridenti, mentre la parte più significativa è stata raccolta con una barca munita di un macchinario sfalcia alghe dotato da una specie di tapis-roulant che preleva ed inseguito le accumula in un cestello.
- Se lasciate ad essicare all'aria aperta diventano polvere, nel 2018 dato che la quantità è stata davvero spropositata, un'azienda locale di biogas e passata a recuperarle per trasformarle in biogas.
- È una specie autoctona che però è diventata estremamente

invasiva, dato c'è stato questo sviluppo abnorme ha portato diversi problemi al comune tra cui: sottrazione d'ossigeno, problemi di navigazione (queste piante acquatiche si possono incastrare nei motori delle barche), possono anche essere una minaccia per la fauna locale (potrebbero soffocarsi con essa), e dal punto di vista estetico e dal punto di vista olfattivo (dato che emanano un odore spiacevole).

4.5 Visione sistemica

In base alla situazione attuale del Lago di Viverone è stata ipotizzata una proposta basata sull'approccio sistemico, per poter risolvere il problema della quantità prodotta della pianta acquatica *M. spicatum*.

Il modello produttivo attuale è basato sulla concorrenza, mentre il modello produttivo sistemico si basa sulla collaborazione tra aziende diverse e si basa su scienze diverse, tra cui l'economia, le scienze umanistiche, il design e l'ingegneria.

L'approccio di questo nuovo modello è di tipo olistico, è una visione del tutto visto come unicum e non come somma delle parti di cui è composto. Olistico è quindi qualcosa che viene visto come intero e non scindibile in vari settori, fra cui: medicina, psicologia e pedagogia, fisica, filosofia, marketing. (Marchetti, C., n.d.)

Partendo quindi dalla grande quantità di *M. spicatum* nel Lago di Viverone, si sono ipotizzate una serie di modi per riutilizzarla, basati da una ricerca bibliografica su altri casi studio che potrebbero essere applicati.

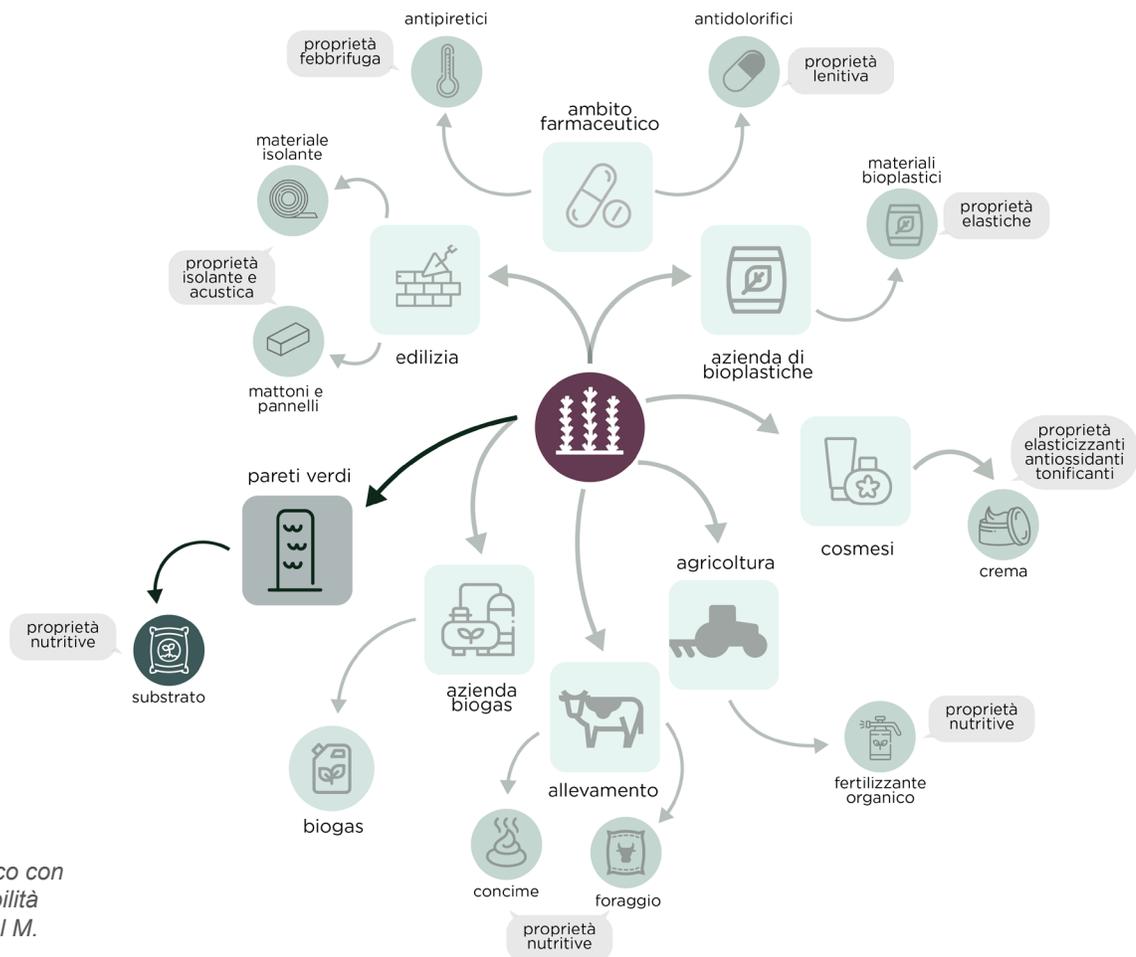


Fig. 39: Grafico con tutte le possibilità di riutilizzo del *M. spicatum*

Sono stati individuati alcuni settori in cui il *M. spicatum* potrebbe essere riutilizzato, per poter trasformare un rifiuto in una risorsa per un'altra attività, I settori individuati sono:

- Edilizia
- Farmaceutica
- Bioplastiche
- Agricoltura
- Allevamento/pesca
- Biogas
- Pareti verdi
- Cosmesi

Per ogni ambito sono state trovate delle soluzioni seguendo dei casi studio già esistenti, per poi arrivare alla scelta della strada intrapresa, che è stata quella del substrato alternativo per le pareti verdi.

EDILIZIA

Per quanto riguarda l'edilizia si è ipotizzato un uso come fogli per materiale isolante, oppure come mattoni o pannelli; in entrambi i casi sarebbe utilizzata per delle proprietà isolanti. Tra i materiali di origine naturale utilizzabili in edilizia come isolanti si sta diffondendo l'uso della fibra di alghe, ricavata dalla *Posidonia oceanica*. L'alga è stata riscoperta come materiale per l'edilizia grazie a studi compiuti nel Nord Europa sulle sue eccellenti qualità di isolamento dal punto di vista termico e acustico.

Le piante marine in genere sono piuttosto interessanti per l'edilizia, soprattutto per la sostanziale non infiammabilità e la resistenza alla muffa.

La fibra si ottiene da alghe marine raccolte dal mare, pulite, tagliate ed essiccate senza l'aggiunta di additivi artificiali. Esse mantengono infatti il loro contenuto salino e possono essere utilizzate senza trattamenti chimici, sono quindi un materiale completamente naturale, anallergico e interamente riciclabile.



Fig. 40 Fibre di alga marina © Neptu GmbH, Fonte <https://www.teknoring.com/news/efficienza-energetica/coibentare-con-la-fibra-di-alga-marina-e-possibile-ecco-come/>

La fibra di alghe presenta ottime proprietà:

- Durevolezza
- Non attrae i parassiti, in quanto non contenendo proteine non è oggetto di interesse a fine alimentare da parte di altri organismi viventi
- È resistente alle muffe e ai funghi
- Risulta ignifuga grazie all'elevato contenuto di silicio
- Agisce da dissipatore di umidità, in quanto le fibre assorbono il vapore acqueo consentendo la traspirazione della superficie isolata.

Invece le sue caratteristiche tecniche sono:

- Coefficiente di conduttività termica pari a 0,0450 W/(mK)
- Valore – R simile ai materiali isolanti quali carta, fibra di vetro e schiume poliuretaniche
- Classificazione B2 per comportamento ritardante al fuoco secondo le norme DIN 4102-2
- Resistenza alla diffusione del vapore acqueo classificata 1 o 2 secondo le norme DIN 4108
- Capacità termica specifica di 2,0 kJ/(kgK).

Vedendo queste caratteristiche, si può dire che la fibra di alghe, tra le altre proprietà, si presenta come isolante ancora migliore del legno, essendo in grado di mantenere le abitazioni fresche in estate e calde in inverno (Guida per Casa, 2018).

FARMACEUTICA

Questa pianta acquatica ha proprietà lenitive e febbrifuche quindi potrebbe essere utilizzata nel campo farmaceutico. Il *Myriophyllum* è utilizzato da secoli nella medicina orientale, grazie alle proprietà prima citate.

Il *Myriophyllum* è una specie edibile ed è largamente utilizzata nella medicina orientale. Il gusto è dolce, molto rinfrescante, lenitivo e la pianta non è tossica. Viene prescritta quando si ha la febbre, per alleviare la sete. Può anche essere usata come decotto come trattamento per l'amenorrea. (Stuart, Smith, & Li, 1987)

BIOPLASTICHE

Una bioplastica composta da una macrofita è stata brevettata nel 2017, la composizione bioplastica può contenere alcuni componenti biodegradabili e rinnovabili. Di solito, la composizione bioplastica include almeno un tipo di biomassa macrofita acquatica, che può contenere una composizione nativa di proteine e carboidrati, in una miscela con uno o più tipi di polimeri termoplastici biodegradabili o durevoli. La composizione di macrofita acquatica può fornire un

equilibrio di proprietà sia polimeriche che rinforzanti alla bioplastica miscelata non tipicamente esibita da materie prime terrestri come farina di soia o amido di mais. Una tale composizione bioplastica può essere formata in articoli stampati usando estrusione, stampaggio a iniezione, stampaggio a compressione o simili.

Una composizione bioplastica è costituita essenzialmente da:

- una biomassa macrofita che varia da circa il 10% in peso a circa l'85% in peso della composizione bioplastica;
- un polimero termoplastico che va da circa il 90% in peso a circa il 15% in peso della composizione bioplastica, in cui la biomassa macrofita ha dimensioni delle particelle che vanno da circa 1 micrometro a circa 300 micrometri, in cui la biomassa macrofita è miscelata in modo omogeneo con il polimero termoplastico, e in cui la biomassa macrofita comprende inoltre proteine che vanno da circa il 10% in peso o più della biomassa macrofita (Sharma, Hunt, & Zeller, 2017).

AGRICOLTURA

Un migliore utilizzo dei tessuti decomposti di macrofite indesiderabili per offrire materia organica e nutrienti per i terreni a bassa fertilità (ad esempio i terreni sabbiosi) è un mezzo semplice ma utile per utilizzare piante invasive ed è un metodo più semplice di qualsiasi altra alternativa esistente. Le specie di *M. spicatum* raccolte potrebbero essere utilizzate sui terreni agricoli sia come pacciamatura superficiale che come compost (Neve et al., 2009; Zhou et al., 2018; Little, 1979), che può ridurre l'uso di fertilizzanti chimici. Nella zona costiera del Vietnam centrale, alcune piante acquatiche invasive tra cui *M. spicatum* sono utilizzate da alcuni agricoltori come fonte esterna di materia organica per migliorare la fertilità dei suoli sabbiosi (Neve et al., 2009). *M. spicatum* ha mostrato capacità di fertilizzazione, equivalente a 100 mg di urea-N kg⁻¹ di terreno stimata dalla resa della biomassa. Riemer e Toth (1969) hanno studiato la variazione nella composizione chimica di diverse specie di watermilfoil del New Jersey e hanno dimostrato il loro interesse per l'uso delle specie watermilfoil per i compost. Hanno scoperto che il contenuto di N delle specie di *M. Spicatum* era sufficientemente alto in modo che non sarà necessario alcun N extra per preparare il compost da esse. Studi precedenti hanno riportato lo smaltimento riuscito di *M. spicatum* e *M. heterophyllum* come ammendanti. Queste alghe sono state preparate tritando e disidratando (Thompson e Hartwig, 1973). È stato dimostrato che la pacciamatura delle colture da campo con *M. verticillatum* aumenta la produzione di tè e la sua qualità (Zhou et al., 2018). I rapporti sulla produzione di compost da *M. aquaticum* come risorsa di letame sono stati raccolti generalmente anche da pochi gruppi di ricerca nei paesi in via di

sviluppo (Thiébaud e Dutartre, 2009). A causa dell'elevato contenuto di acqua, la maggior parte delle piante acquatiche non è adatta alla produzione di fertilizzanti organici. Per la produzione di fertilizzanti organici, il contenuto di acqua del 75% o leggermente inferiore nella biomassa fresca di giacinto d'acqua era ottimale per ottenere buone qualità di fermentazione. Gli alti livelli per la concimazione del letame, una miscela appropriata con alcuni additivi di gusci di arachidi, lettiera di pollame e compost di letame della pancia di tabacco potrebbero essere efficacemente compostati in una composta aerobica ad alta velocità (Wile et al., 1978). Il compost di *M. spicatum* ha un'elevata capacità di biosorbimento e può essere utilizzato per la rimozione di metalli pesanti dalle acque reflue (Milojkovič et al., 2014, 2016). Ciò ha dimostrato che il compost di *M. spicatum* potrebbe essere ulteriormente utilizzato come letame dopo lo sfruttamento come bioassorbente adatto (Milojkovič et al., 2014). Durante l'utilizzo delle specie *Myriophyllum* per la pacciamatura o il compostaggio, è necessario prestare attenzione che non venga spruzzato con erbicidi. Il compostaggio tradizionale, appropriato per una produzione a basso capitale ad alta intensità di manodopera, potrebbe essere effettuato combinando materiale vegetale essiccato con cenere, terra e un po' di letame animale/rifiuti domestici organici. È stato anche segnalato il vermicomposting delle specie watermilfoil (Ding et al., 2014). Il vermicompostaggio con *M. aquaticum* miscelato con perlite in diversi rapporti di livelli di perlite ha dimostrato che in tutti i trattamenti è stata registrata una diminuzione delle concentrazioni di pH, sostanza organica, soluzione alcalina di azoto e metalli pesanti; suggerendo che l'applicazione del *M. aquaticum* vermicompost non potrebbe avere alcun effetto negativo sulle colture (Ding et al., 2014).



Fig. 41 *M. Spicatum*,
Fonte <https://www.pondplants.co.uk/product/myriophyllum-spicatum/>

ALLEVAMENTO/PESCA

Gli alti tassi di crescita e le qualità nutrizionali delle specie *Myriophyllum* ne rendono possibile il loro utilizzo per il consumo animale. Materiale per mangimi come *Myriophyllum* insieme a mais, farina di soia e polvere di paglia di fagioli viene utilizzato per produrre un mangime adatto per polli, anatre e maiali in Cina e altrove (Muztar et al., 1976; Zhou et al., 2018). Gli autori hanno affermato che la miscelazione di una proporzione uguale di erba medica disidratata a *M. exalbescens* ha prodotto la digeribilità della sostanza secca e delle proteine grezze. Uno studio ha indagato il contenuto proteico grezzo del 25,5% in *M. aquaticum* (Zhao et al., 2012), che è superiore a quello delle altre specie di macrofite potenziali nutrizionali, ad esempio (giacinto d'acqua, *Canna indica* e *Hydrocotyle verticillata*), inferiore a contenuto proteico grezzo da lenticchia d'acqua (19,8–45,0%), ma significativamente superiore ad alcuni residui agricoli, come mais (8,1%) e riso (8,0%) (El-Shafai et al., 2007; Leng et al., 1995; Sauvant et al., 2004). I risultati di cui sopra dimostrano che le specie *Myriophyllum* sono arricchite di proteine e possono essere ulteriormente valutate per lo sviluppo di mangimi per bovini e pollame. Altri autori hanno anche dimostrato che le specie *Myriophyllum* possono potenzialmente servire da integratore alimentare sostanziale o fonte di minerali poiché i livelli di Ca, Mg, Fe, Mn soddisfano i requisiti del bestiame e del pollame, persino della pesca (Zhao et al., 2012; Snow and Ghaly, 2008). La specie *M. spicatum* è stata utilizzata dalle comunità locali in Asia come foraggio. *M. spicatum* è stato aggiunto con successo alla dieta basale dei suini per aumentarne la crescita (Yap et al., 1979). Inoltre, i suini alimentati con il 10% della razione macrofita hanno mostrato un'efficacia del mangime sostanzialmente aumentata. Le specie di *Myriophyllum* sono preferite al giacinto d'acqua per la produzione della carpa erbivora (Pine and Anderson, 1991). Si potrebbe concludere approssimativamente che le specie di watermilfoil possono soddisfare la maggior parte dei requisiti di qualità nutrizionale per le specie animali produttive. L'uso di specie di watermilfoil come ingredienti principali nelle razioni di animali interi nei paesi in via di sviluppo, tra cui Cina e India, può aiutare a risolvere alcuni dei problemi nutrizionali che esistono in queste nazioni. Nonostante l'uso nell'alimentazione animale, la consapevolezza riguardo alle caratteristiche nutrizionali del *Myriophyllum* è ancora limitata. Pertanto, una ricerca più rigorosa è essenziale per sfruttare appieno i vantaggi del watermilfoil per alimenti e mangimi in tutto il mondo. Inoltre, foglie e frutti di watermilfoil sono un'importante fonte di cibo per gli uccelli acquatici, che si ritiene siano una fonte significativa di semi e dispersione clonale.

BIOGAS

Sono stati fatti molti sforzi per utilizzare la biomassa di specie invasiva

come materia prima sostitutiva per la generazione di biocarburanti (Kaur et al., 2018; Malik, 2007; Xu et al., 2012). Come altre piante acquatiche, il *M. spicatum* risulta ricco di proteine, cellulosa, emicellulosa, amido ma generalmente inferiore nel contenuto di lignina, si utilizzano queste piante acquatiche per la produzione di biocarburanti, potrebbe fornire evidenti vantaggi nella gestione della loro proliferazione negli ecosistemi acquatici.

La resa della biomassa assimilando i nutrienti dalle acque reflue porta ad una integrazione sistema per il trattamento delle acque reflue e la raccolta di energia (Zhou et al., 2018). Le specie *Myriophyllum* sono potenziali substrati per i biocarburanti data la grande contenuto di carboidrati (ad es. 40,0–60,9%) che è simile ad altri segnalate piante acquatiche (ad esempio giacinto d'acqua (31,9-61,1% e lenticchia d'acqua (31,0–75,0%). I rapporti hanno dimostrato che l'utilizzo di *E. crassipes* e lenticchie d'acqua nella produzione di biocarburanti potrebbero essere possibili (Baliban et al., 2013; Nigam, 2002), indicando che le specie di *Myriophyllum* potrebbe possedere potenziali applicazioni in questo settore. Uno studio (Malik, 2007) ha anche dimostrato che il contenuto di fibra grezza dal giacinto d'acqua (16,3–18,9%) era paragonabile a quello ottenuto dalla pianta *Myriophyllum* (11,4-20,5%), che ha portato all'interesse per la sua conversione in corda, fibra di legno e carta di alta qualità se mescolati con iuta o rifiuti di carta. Prese insieme, la possibilità di utilizzare le specie *Myriophyllum* per le prospettive commerciali devono essere ulteriormente approfondite.

PARETI VERDI

Può essere utilizzato come substrato alternativo a quelli commerciali, che spesso possono essere poco sostenibili. In questo caso si sostituirebbe per esempio ad uno strato di argilla espansa, che ha buone proprietà drenanti ma ha un grosso impatto sull'ambiente. Perché le cave dove viene prelevata l'argilla espansa, sono a cielo aperto ed hanno un sensibile impatto ambientale, condizione contraria alla bioedilizia ecologica. Quando viene prodotta ha un grande dispendio di energia e vengono usati gas e lubrificanti che se non filtrati adeguatamente, causerebbero danni al sistema ecologico.

Dall'analisi di questa pianta acquatica si sono scoperte delle qualità ignifughe, igroscopica, di isolamento termico, infatti le balle di alghe hanno delle proprietà isolanti del 20% maggiori rispetto al legno (possono immagazzinare energia $x2,5(kJ/kg \cdot K)$), di isolamento acustico.

BIOMASSA

La produzione e l'utilizzo della biomassa raccolta è stata vista come la migliore soluzione al problema del *M. spicatum* invasivo e una strategia per compensare i costi di gestione relativamente alti delle infestanti

invasive. Sfortunatamente, finora non sono stati sviluppati utilizzi economici della pianta acquatica raccolta, nonostante molti studi valutino l'utilità della biomassa vegetale raccolta per produrre mangimi, biocarburanti, fertilizzanti e altri preziosi sottoprodotti. Fino al 75-85% della biomassa delle macrofite sommerse è acqua, di conseguenza 10 tonnellate di *M. spicatum* producono solo 452 kg di sostanza secca. Un'altra sfida è l'incertezza nella disponibilità delle risorse di biomassa del *M. spicatum*. Ad esempio, le specie di *M. spicatum* tagliati si verificano solo una o due volte l'anno. La variazione stagionale rappresenta una sfida importante per garantire una vigorosa catena di approvvigionamento di risorse di biomassa da utilizzare come materie prime. Nelle nazioni in cui le leggi lo autorizzano, la biomassa di *M. spicatum* non trattata può essere alimentata direttamente al bestiame, sebbene sia necessario mettere in atto meccanismi per garantire che il materiale non contenga e/o bassi livelli di cianotossine. La gestione mirata alla riduzione della biomassa del *M. spicatum* avrà un impatto sulle specie autoctone nell'ecosistema. Nei loro studi, Zhao et al. (2012) hanno analizzato la composizione chimica delle parti di piante per i metalli pesanti e hanno scoperto che, secondo il National Research Council (USDA, NRCS, 2000) e Hygienical Standard for Feeds in China (GB 13078-2001), la biomassa di *M. spicatum* raccolta può essere utilizzata per nutrire il bestiame.

COSMESI

Esiste una start up di cosmesi naturale che utilizza la Posedonia oceanica per la prima volta nella cosmesi. La Posidonia oceanica è una pianta acquatica, tipica del Mediterraneo e fondamentale nell'ecosistema marino. Antichissima, nasce come specie terrestre, per poi adattarsi alla vita acquatica ben 120 milioni di anni fa, coniugando così le proprietà tipiche delle piante terrestri con altre proprie delle alghe. La prateria di Posidonia oceanica più estesa del Mediterraneo si trova nell'Area Marina Protetta delle Isole Egadi: uno sconfinato polmone verde sommerso che raggiunge un'ampiezza di 7.700 ettari.

Dopo una collaborazione tra Egadi cosmesi e il Polo Botanico, DISTAV, dell'Università di Genova, l'Istituto di Biofisica del CNR, il Laboratorio di sintesi chimica e spettrometria di massa del Cerb dell'Università di Genova e il Dipartimento di Scienze e Innovazione Tecnologica dell'Università del Piemonte Orientale DISIT, si è ottenuto un estratto che ha dimostrato ottime virtù antiossidanti, elasticizzanti, tonificanti, rivitalizzanti che sarà brevettato da Egadi cosmesi.

Per la preparazione si utilizzano solo foglie che derivano da defogliazione naturale, raccolte su costa rocciosa, nel pieno rispetto dell'ambiente e in accordo con l'Area Marina Protetta delle Isole Egadi, secondo un protocollo tecnico operativo stabilito in conformità alle linee

guida ministeriali in materia.

Le foglie sono raccolte ancora verdi, appena spiaggiate a seguito delle mareggiate. Poi vengono accuratamente selezionate, essiccate e triturate in loco, a Trapani, in collaborazione con l'Istituto di Biologia Marina del Consorzio Universitario della Provincia di Trapani, Università di Palermo (Repubblica.it, 2016).



Fig. 42 : Posidonia oceanica (Fonte: https://www.adnkronos.com/la-bellezza-viene-dal-mare-da-favignana-i-primi-cosmetici-naturali-a-base-di-posidonia-oceanica_3lm8fiOStYmwqE1QyFyBaC?refresh_ce)



4.6 I servizi all'ecosistema e le conclusioni

Per capire meglio l'impatto che il *M. spicatum* ha all'interno dell'ecosistema si può usare questo grafico che comprende tutti i benefici per gli esseri umani che derivano dalla natura. Ci sono quattro categorie principali associate alla produzione di benefici per gli esseri umani:

- **Culturale**
- **Approvvigionamento**
- **Regolamento**
- **Supporto.**

All'interno di queste categorie sono state scelte delle proprietà più specifiche come:

- **Valore estetico**
- **Ricreazione e di eco-turismo**
- **Acqua corrente**
- **Regolazione della qualità dell'aria**
- **Regolazione dell'acqua**
- **Purificazione dell'acqua e trattamento dei rifiuti.**

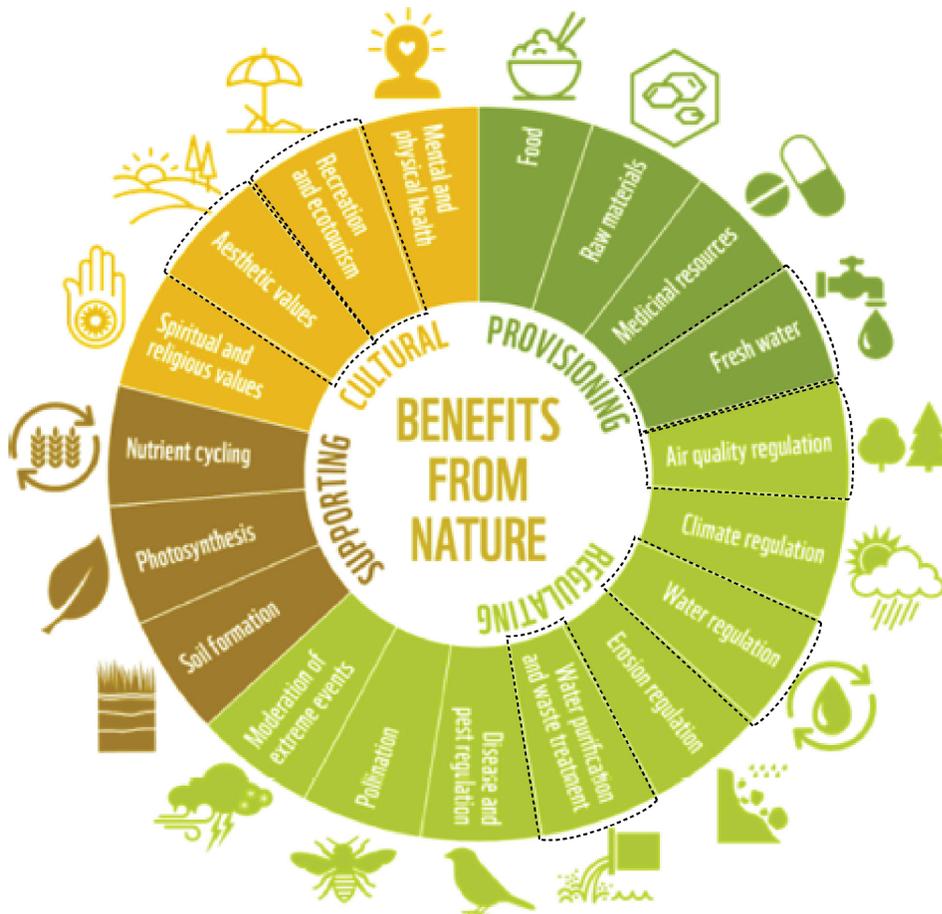


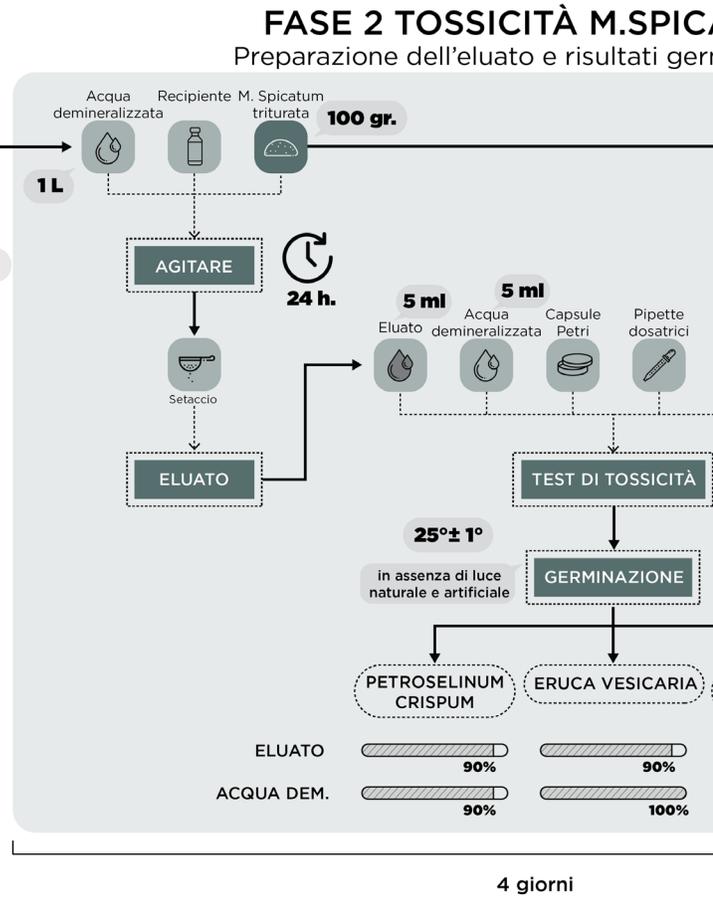
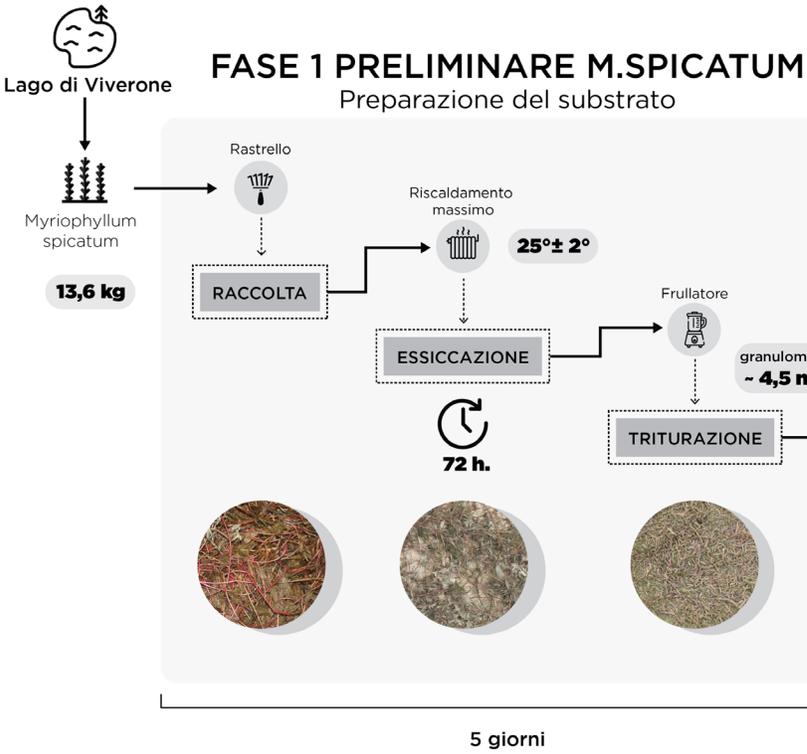
Fig. 43 : Servizi ecosistemici e i benefici che ne traggono dalla natura, Slide di "Procedures for environmental sustainability", Open Systems Lab (a.a. 2019/2020)





Capitolo 5

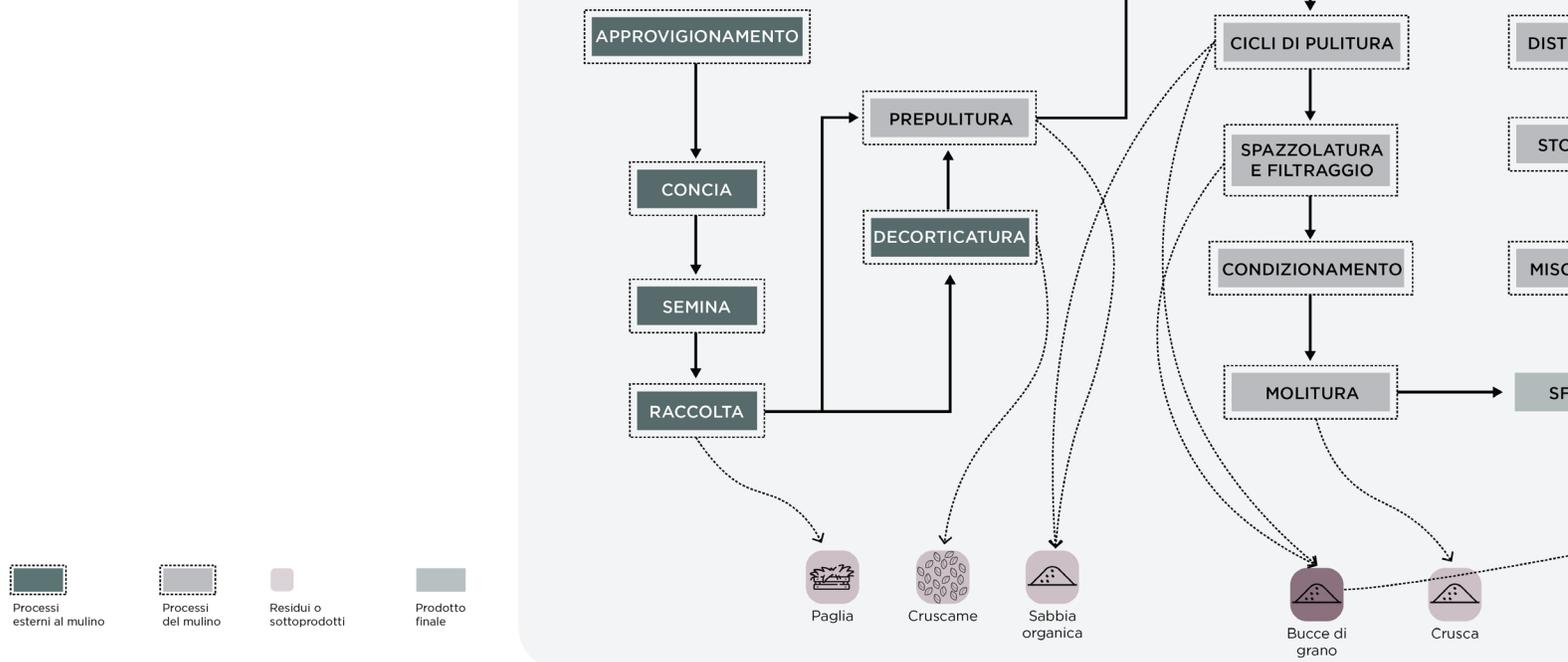
PREPARAZIONE E VALUTAZIONE DEI SUBSTRATI E MONITORAGGIO DELLO STATO DI SALUTE DELLE PIANTE



FASE 1-2 PRELIMINARE

BUCCIA DI GRANO

Filiera del grano



ATUM
minazione

10 semi
di *E. Vesicaria*, *P. Crispum*
e di *V. Officinalis* in
triplice copia

Dischetti
cotone

Semi

72 h.

**VALERIANA
OFFICINALIS**

NON TOSSICA

100%

90%

ENDITA

RIBUZIONE

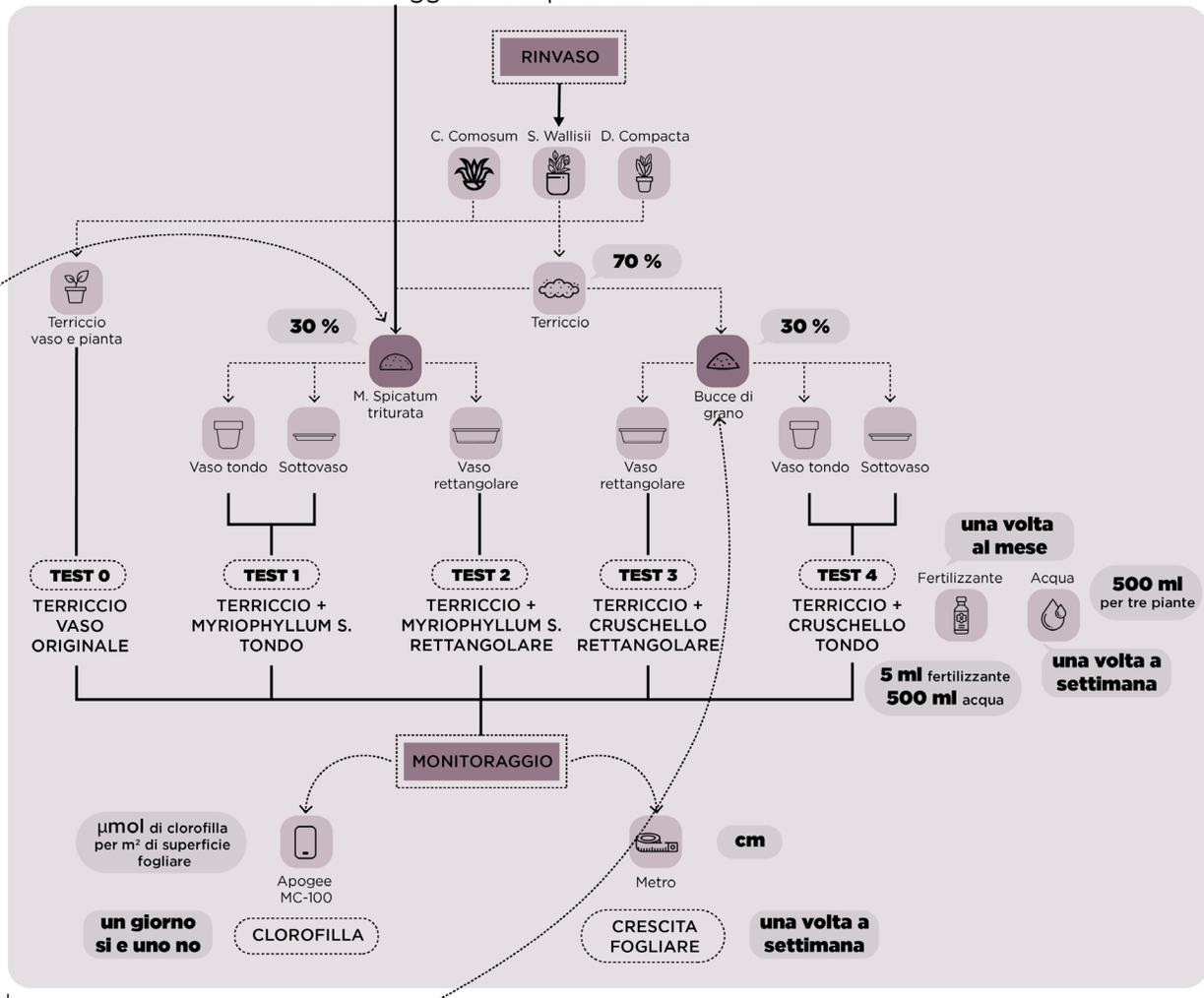
CCAGGIO

CELAZIONE

ARINATI

FASE 3 RACCOLTA DATI

Monitoraggio e campionamento dati



134 giorni

Fig. 44 Grafico della metodologia

Capitolo 5

PREPARAZIONE E VALUTAZIONE DEI SUBSTRATI E MONITORAGGIO DELLO STATO DI SALUTE DELLE PIANTE

Questa sezione della tesi rappresenta la spina dorsale di tutto il lavoro svolto, tutto quello che è stato eseguito si basa su un protocollo sperimentale.

Questo protocollo è composto da diverse fasi, come riportato nello schema in figura 44:

Fase 1-2 – è uno stadio preliminare del cruschello, nella quale viene descritta la filiera del grano, nello specifico la buccia, usata per il substrato;

Fase 1 – Preliminare, di raccolta, essiccazione e triturazione del composto;

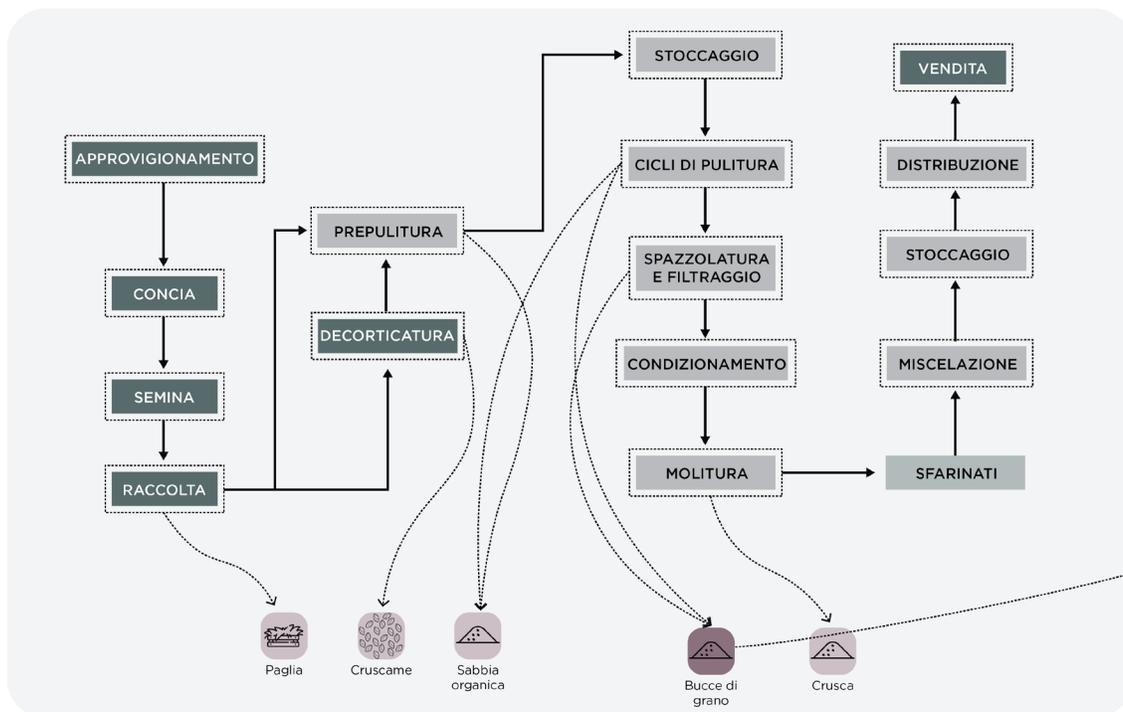
Fase 2 – Tossicità un test di tossicità del *Myriophyllum spicatum* – con preparazione di eluato e germinazione su test bianco ed eluato, con i seguenti risultati;

Fase 3 – la scelta delle specie vegetali e il conseguente rinvasamento, i parametri generali dell'ambiente in cui sono esposte le piante; in seguito il campionamento della crescita fogliare e della clorofilla ed infine i risultati e inoltre la discussione relativa ai risultati comparati.

In questo capitolo sono segnate le linee guida del processo, per poter capire se un substrato innovativo, di origine organica, può essere idoneo per essere utilizzato in una parete verticale.

FASE 1-2 PRELIMINARE BUCCIA DI GRANO

Filiera del grano



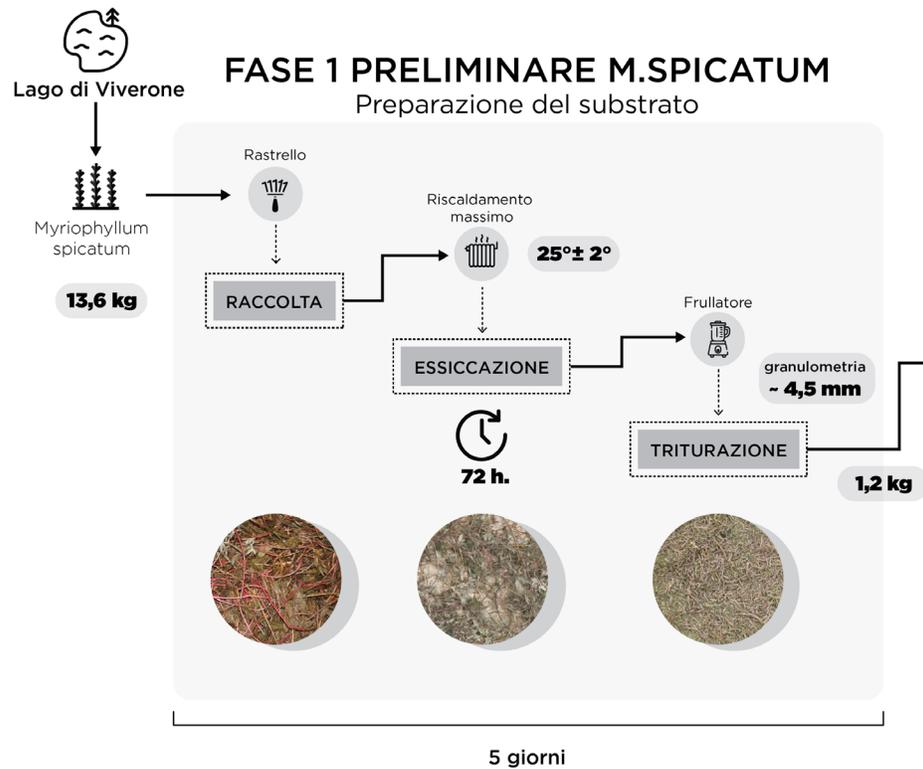
5.1 FASE 1-2 PRELIMINARE BUCCIA DI GRANO

La prima fase, che riguarda il cruschello inizia con tutta una fase di preparazione del grano, che avviene al di fuori del mulino (approvvigionamento, concia, semina, raccolta e decorticatura).

in seguito la materia prima viene portata la mulino e il grano viene processato, prepulitura, stoccaggio, cicli di pulitura, spazzolatura e filtraggio, condizionamento e molitura. Nell'arco di questi processi si creano degli scarti tra cui: paglia, cruscame, sabbia organica, crusca e bucce di grano, che vengono utilizzate come substrato per un sistema di inverdimento verticale.

Si arriva infine ai prodotti, gli sfarinati, di seguito c'è la miscelazione, lo stoccaggio la distribuzione ed infine la vendita.

della durata di 5 giorni, ha riguardato il prelievo, l'essiccazione e la triturazione del *Myriophyllum spicatum*. Questa pianta acquatica è stata prelevata sulle sponde del Lago di Viverone (Biella) durante un sopralluogo a fine Ottobre 2020. Il prelievo è effettuato da riva mediante l'uso di rastrelli, senza dover impiegare un'imbarcazione visto che questa specie vegetale si trova in gran quantità lungo le sponde del lago.



Dettaglio del grafico
sulla metodologia

5.2 FASE 1 – PRELIMINARE Preparazione del substrato

La prima fase, della durata di 5 giorni, ha riguardato il prelievo, l'essiccazione e la triturazione del *Myriophyllum spicatum*. Questa pianta acquatica è stata prelevata sulle sponde del Lago di Viverone (Biella) durante un sopralluogo a fine Ottobre 2020. Il prelievo è effettuato da riva mediante l'uso di rastrelli, senza dover impiegare un'imbarcazione visto che questa specie vegetale si trova in gran quantità lungo le sponde del lago.



Fig. 45 Raccolta delle
macrofite durante
il sopralluogo del
30/11/2020

Una volta raccolto, il *M. spicatum* è stato trasportato al Politecnico di Torino per la fase di essiccazione. In totale sono stati raccolti 13,6 kg di *M. spicatum*. Successivamente le macrofite raccolte sono state disposte su un supporto di cartone in strati molto sottili per velocizzare l'essiccamento naturale. Le macrofite sono state tenute ad una temperatura di $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ per 3 giorni e sono state capovolte una volta al giorno per un'essiccazione omogenea.



Fig. 46 e 47
Ridistribuzione del *M. spicatum* per essiccarle

Al fine di valutare il peso secco della macrofita, le piante raccolte sono state suddivise (su supporti di cartone singoli) in campioni dal peso specifico di 100 g ciascuno è stato monitorato un chilo della suddetta pianta acquatica (in peso umido). Ad essiccazione terminata, è stato ottenuto da 100 g di *M. spicatum* (peso umido) un peso secco pari a 88,30 g (8,83% del peso umido iniziale).

In seguito, il *M. Spicatum* è stato triturato con un frullatore, trasformando le parti della foglia in polvere e il fusto in una miscela con granulometria massima di $\sim 4,5$ mm.

Al termine della fase 1, si sono ottenuti complessivamente 1,2 kg di *Myriophyllum spicatum* da utilizzare per la preparazione del substrato.



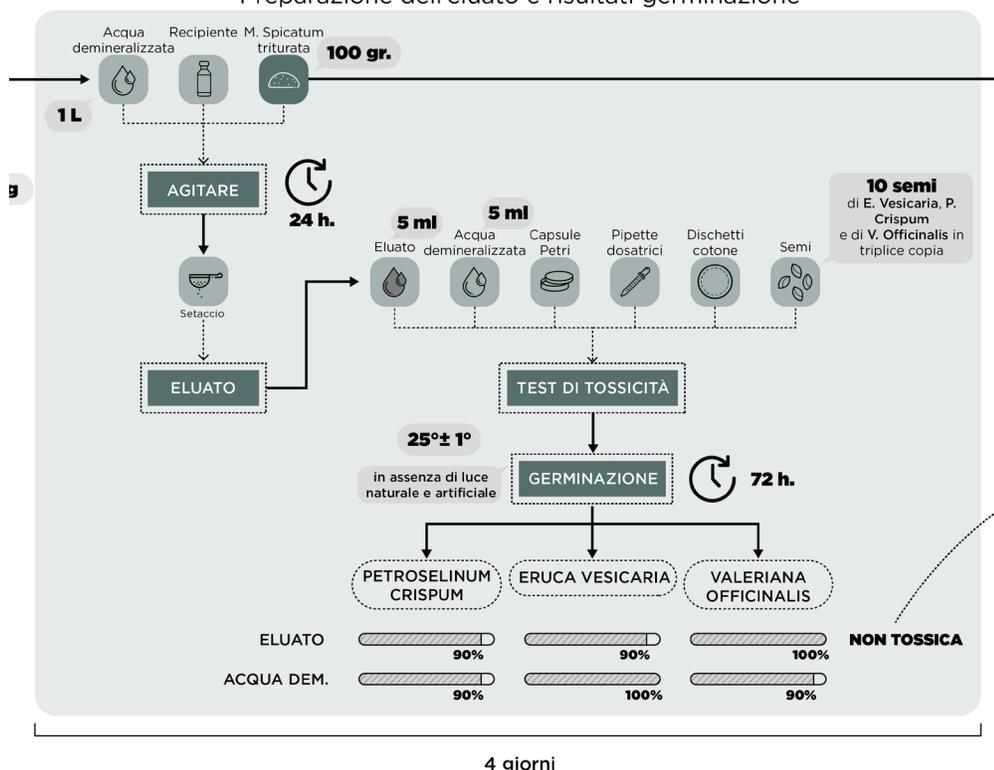
*Fig.48: M. Spicatum
all'interno del frullatore
prima di essere tritato*



*Fig.49: Miscela di
M. Spicatum con
granulometria massima
pari a circa 4,5 mm*

FASE 2 TOSSICITÀ M.SPICATUM

Preparazione dell'eluato e risultati germinazione



5.3 FASE 2 - TOSSICITÀ – Preparazione dell'eluato e risultati della germinazione

Una volta essiccato e triturato il *M. Spicatum* è stato valutata la tossicità del materiale raccolto. Per fare questo, il saggio di fitotossicità rappresenta l'approccio sperimentale più immediato per valutare l'effetto di un potenziale contaminante sulla germinazione dei semi e sulla crescita del germoglio (Martignon, 2009). In particolare, esso consiste nella preparazione di un eluato e nella realizzazione di alcune prove di germinazione sia su test bianco sia con l'eluato.

5.3.1 Eluato

Strumenti

- **Acqua demineralizzata**
- **Macrofita essiccata e triturata**
- **Recipiente**
- **Filtro/colino**



Fig.50: Miscela di *M. Spicatum*, filtri e acqua demineralizzata

Procedimento

Per preparare l'eluato bisogna pesare una quantità di campione (mc) pari a 90 g di campione secco, in una bottiglia da 1 litro.

$$m_{\text{camp per la prova}} = (m_{\text{essiccato}} \times 100) / \text{secco}\%$$

$$m_{\text{camp per la prova}} = \text{peso del campione di prova}$$

$$m_{\text{essiccato}} = \text{peso campione secco}$$

$$\text{secco}\% = \text{percentuale di sostanza secca}$$

Aggiungere acqua demineralizzata MilliQ in misura 10 volte superiore alla massa di campione secco (per es. 900 ml per 90 g). Agitare per $24 \pm 0,5$ ore, mantenendo una temperatura costante (preferibilmente 20°C). Lasciare decantare per 15 ± 5 minuti.

Filtrare su filtro a membrana da $45 \mu\text{m}$. Se la filtrazione non è possibile o è poco agevole, centrifugare prima e poi comunque filtrare. Misurare il volume di eluato finale con il cilindro graduato.

Conservare, in frigorifero, in bottiglia di politene.

In questo caso non avendo apparecchiature adatte è stato miscelato ogni mezz'ora.

5.3.2 Germinazione su campione bianco e su eluato

Strumenti

- Capsule Petri
- Pipette dosatrici
- Dischetti cotone
- Semi (*P. crispum*, *V. officinalis* ed *E. vesicaria*)
- Eluato
- Acqua demineralizzata



Fig. 51: Semi, pipette dosatrici e capsule Petri

Procedimento

Il protocollo di riferimento seguito per l'attuazione dei test di fitotossicità è quello stabilito da Baudo et al. (1999) per la messa a punto di un test ecotossicologico basato sull'uso di semi di diverse specie vegetali.

Il protocollo sperimentale messo a punto nei suddetti lavori prevede le seguenti condizioni operative:

- Semi: almeno 3 specie, preferibilmente 2 dicotiledoni e 1 monocotiledone perché le modalità di azione dei vari elementi tossici

possono essere diverse nelle due categorie;

- Pretrattamento: nessuno;
- Semina: 10 semi su carta da filtro Whatman N°1 in piastre Petri da 10 cm; Campione: 5 ml, sufficientemente grande da consentire la completa imbibizione dei semi;
- Incubazione: 72 ore a 25 ± 1 °C al buio;
- Endpoint: semi germinati, allungamento della plantula, indice di germinazione (%).

Alla conclusione della prova devono essere contati i semi germinati per misurarne separatamente germoglio e radice, oppure l'intera plantula. Si considerano germinati i semi con un allungamento radicale visibile di almeno 1 mm.

Per l'accettabilità dei test, la germinazione dei semi nei controlli negativi deve essere > 90%.

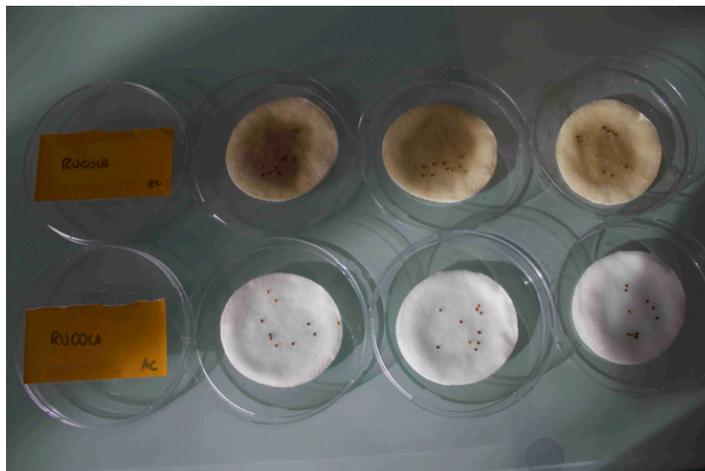
5.4 Risultati germinazione

Seguendo il protocollo riportato precedentemente, sono stati eseguiti i test di germinazione su tre tipologie di sementi in triplice copia. Le sementi utilizzate sono: *Valeriana officinalis* (valeriana), *Petroselinum crispum* (prezzemolo) e *Eruca vesicaria* (rucola).

I risultati della germinazione dei semi sono i seguenti:

- *P. crispum* in acqua demineralizzata e in eluato 90%
- *E. vesicaria* in acqua demineralizzata 100% e in eluato 90%
- *V. officinalis* in acqua demineralizzata 90%, in eluato 100%

Visto i risultati, si può affermare che il *M. spicatum* non sia una pianta tossica e quindi possibile utilizzarla per realizzare un substrato di coltura.



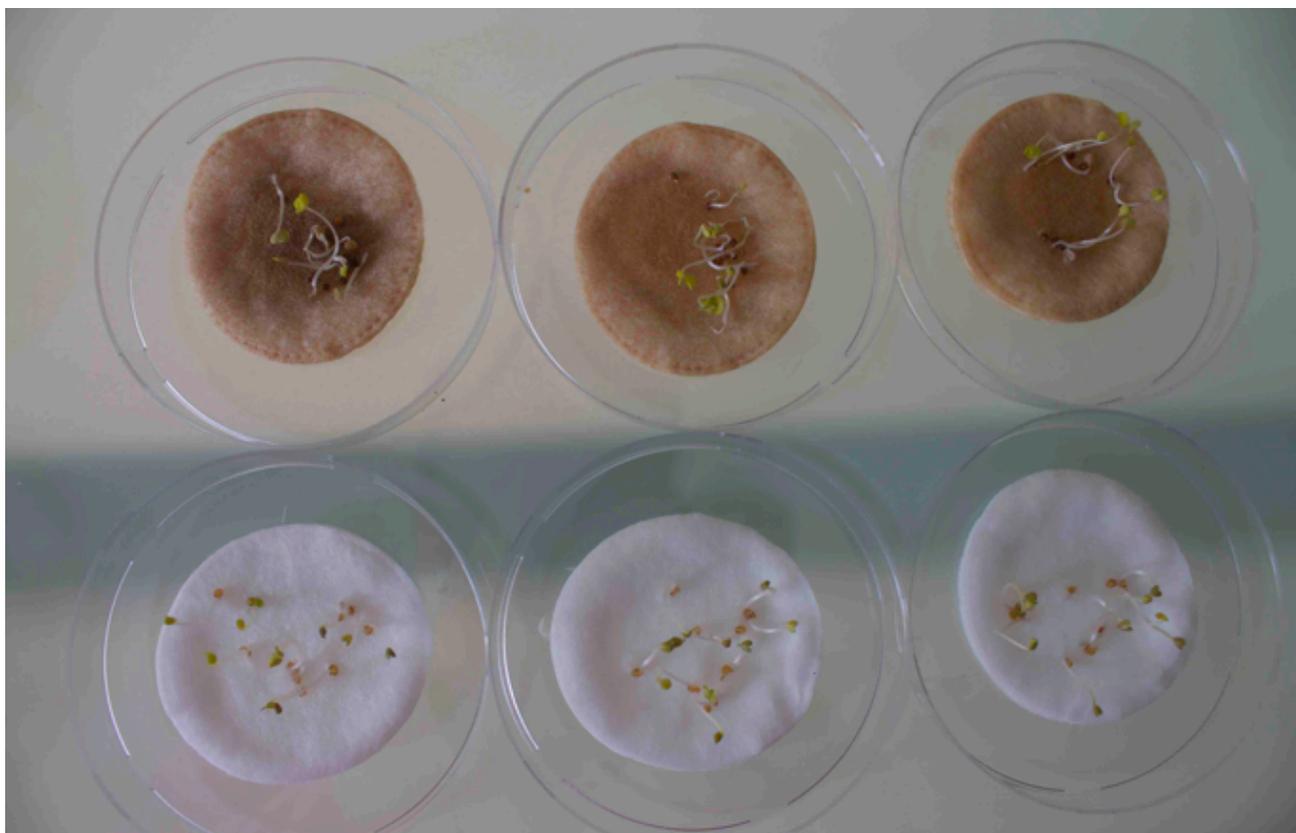
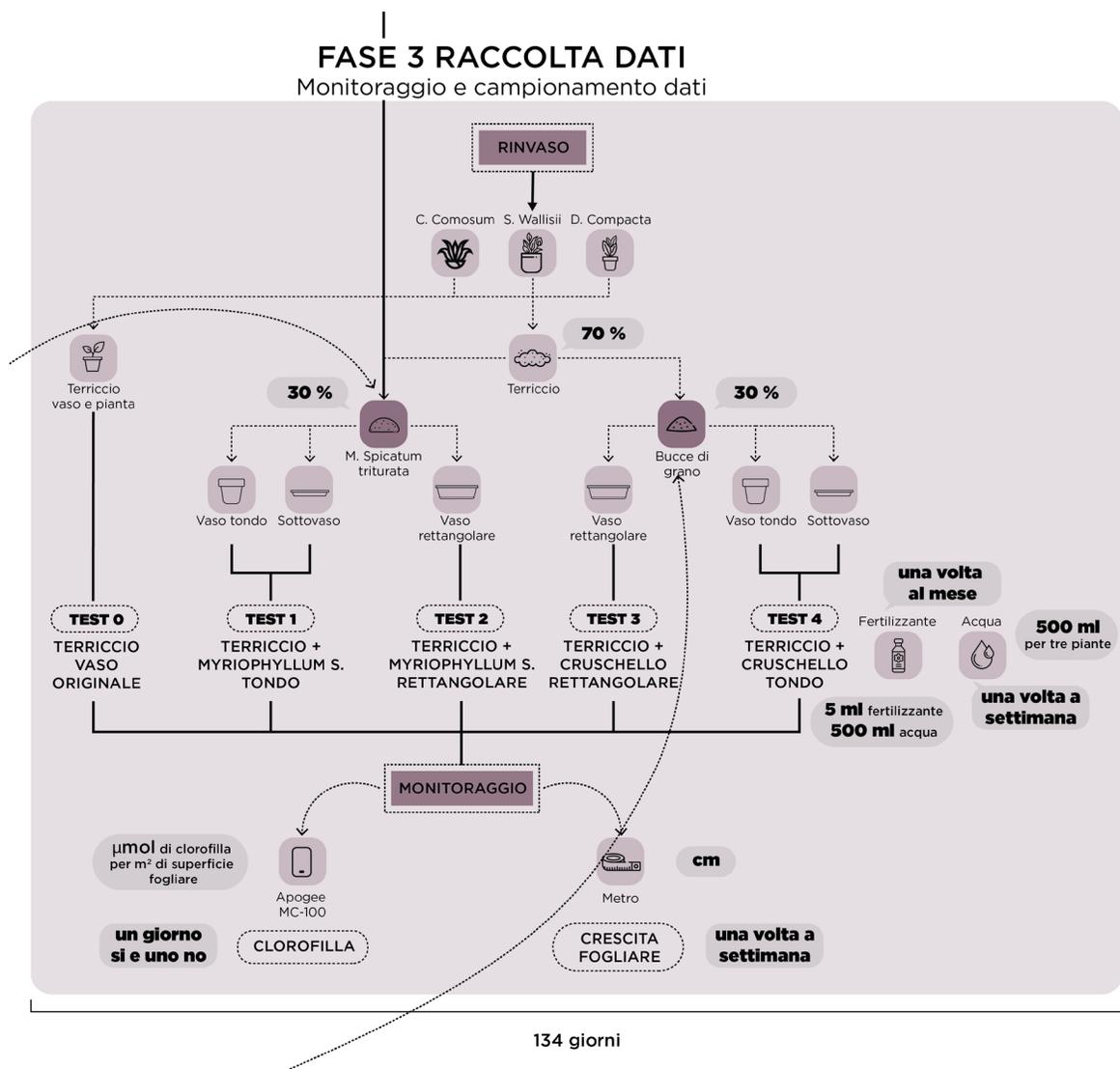


Fig. 52: Germinazione in triplice copia su eluato e su acqua demineralizzata di E. vesicaria



3. FASE 3 RACCOLTA DATI – Monitoraggio e campionamento dati

Al fine di valutare i substrati innovativi scelti, sono state monitorate tre specie vegetali diverse (*Chlorophytum Comosum*, *Spathiphyllum Wallisii* e *Dieffenbachia Compacta*) nei due substrati alternativi (*M. spicatum* e cruschetto) e sono state rinvasate in un vaso rettangolare oppure uno tondo oppure sono rimaste nel vaso e nel terriccio originario.

Queste piante sono state monitorate attraverso il campionamento della lunghezza delle foglie, avvenuto settimanalmente e attraverso l'uso di un apparecchio chiamato Apogee MC-100, che misura la concentrazione di clorofilla della pianta e in base a quella si può capire il benessere della pianta.

5.5 Specie vegetali

Le specie vegetali sono state scelte secondo criteri specifici, in primo luogo per avere una continuità con il lavoro svolto da Matteo De Lucia nella sua tesi magistrale – “Lolla di riso ed efficienza energetica: progettazione e valutazione di pareti verdi modulari indoor” – che propone un lavoro analogo a quello svolto in questa tesi ma con altri due substrati (uno formato da terriccio più lolla di riso e l’altro da argilla espansa); sia perchè sono delle specie vegetali comunemente molto usate nell’ambito indoor, sia perchè molto resistenti che non hanno bisogno di cure eccessive, e inoltre perchè purificano l’aria e sono adatte agli ambienti interni. Le specie prese in esame sono: *Chlorophytum Comosum*, *Dieffenbachia Compacta* e *Spatiphyllum Wassilii*.

CHLOROPHYTUM COMOSUM



Fig.53 Esempio di *C. Comosum* https://www.crocus.co.uk/plants/_/chlorophytum-comosum-ocean-pbr/classid.2000031745/#prettyPhoto

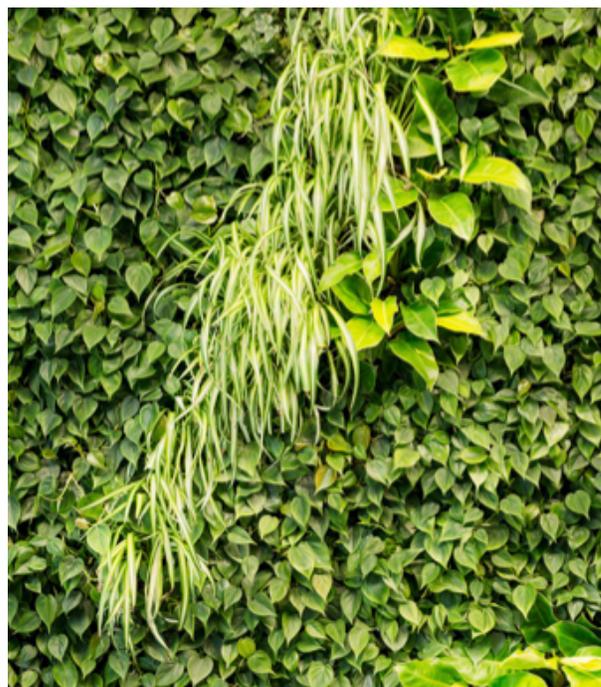


Fig.54 Parete verde con il *C. Comosum* <https://habithorticulture.com/projects/palo-alto-networks>

Il *Chlorophytum Comosum* (Fig.53) è una pianta perenne sempreverde originaria dell’Africa sub-sahariana, che fa parte della famiglia delle Agavaceae. In natura ne esistono svariate specie caratterizzate da svariate forme e colorazioni, ma il *C. Comosum* è la specie più coltivata.

Questa pianta presenta radici carnose e foglie basali disposte a rosetta molto ricurve all’infuori. Si riproduce mediante lunghi stoloni penduli all’estremità dei quali si sviluppano piccole piantine che

radicano spontaneamente a contatto con il terreno. In estate emette infiorescenze portate da lunghi steli carnosì e costituite da fiorellini bianco-verdastri. Mediamente questa specie raggiunge l'altezza di circa 25 cm e le foglie sono larghe 2 cm.

La temperatura minima invernale non deve essere inferiore a 7°C e non superare i 10-12 °C (sono preferibili ambienti non riscaldati).

Ha bisogno di una illuminazione buona e diffusa, con esclusione dei raggi diretti del sole. Bisogna tenere la pianta in una posizione aerata, ma al riparo da correnti d'aria. Le annaffiature devono essere abbondanti in primavera ed estate, tanto da mantenere il terreno costantemente umido, e ridotte in autunno-inverno, però senza lasciare seccare il terreno. Per aumentare l'umidità ambientale è consigliato effettuare spruzzature del fogliame durante il periodo estivo. Per quanto riguarda il substrato è consigliato un miscuglio a base di torba con aggiunta di sabbia, per aumentare la permeabilità. Per evitare che le punte delle foglie ingialliscano, le piante devono essere rinvasate ogni anno (in marzo-aprile) e, da giugno a settembre, si deve somministrare concime liquido una volta alla settimana. A causa delle radici carnose, sono piante soggette ai marciumi radicali. Bisognerà quindi porre particolare attenzione ad evitare ristagni d'acqua. Se l'umidità e le irrigazioni sono elevate durante il periodo invernale, possono verificarsi attacchi da parte del ragnetto rosso e dalle cocciniglie o marciume radicale.

Secondo recenti studi, la varietà falangio possiede ottime capacità depurative dell'aria domestica poichè è in grado di assorbire xylene e monossido di carbonio.

Il costo medio di una pianta di clorofito in vaso da 12 cm di diametro è di circa 8 €.

SPATHIPHYLLUM WALLISII

Lo *Spathiphyllum Wallisii* (Fig.55) è una pianta rizomatosa sempreverde perenne. Presenta foglie ovali o allungate, con apice acuminato, lucide, di colore verde scuro, portate da un lungo picciolo che origina direttamente dal rizoma o da un corto fusto. I fiori, ermafroditi e tutti fertili, sono bianchi, di piccole dimensioni e inseriti su di uno spadice eretto, con una breve stipola.

Appartiene alla famiglia delle Araceae ed è originaria dei paesi tropicali umidi del sud America e di alcune isole dell'Oceania.

Sono piante erbacee che raggiungono al massimo il metro di altezza, sono prive di fusto e le foglie crescono direttamente da un rizoma sotterraneo.

La temperatura minima invernale non deve essere inferiore a 10-12 °C.

Richiede una luce buona, ma diffusa, con esclusione dei raggi diretti del sole. Durante il periodo estivo bisogna annaffiare e spruzzare le foglie frequentemente. In autunno-inverno si dovranno ridurre le annaffiature, senza mai permettere però al substrato di asciugare del tutto, mentre sarà utile continuare a spruzzare il fogliame. Essendo una pianta tropicale richiede ambienti caldi, umidi e ombreggiati senza la luce diretta, però teme i ristagni idrici quindi in base alla stagione e alle temperature bisogna effettuare innaffiature periodiche con intervalli che variano da 2 a 3 settimane. Come tutte le piante tropicali il terreno deve essere ben drenato e necessita di un apporto di sostanze nutritive per garantire una crescita ottimale. Oltre ai ristagni idrici e alle temperature basse, lo spatifillo teme anche l'attacco degli afidi che possono provocare seri danni se non si interviene in tempo.

Ha bisogno di un substrato costituito da un miscuglio a base di terra di foglie e torba, con aggiunta di sabbia e tritumi di carbone, per contrastare le eventuali putrefazioni derivanti dall'umidità.

Si rinvasano annualmente in aprile aumentando il diametro dei contenitori, fino a raggiungere la misura di 15 cm. circa. Una volta raggiunta la dimensione massima sarà sufficiente sostituire lo strato superficiale di 2-3 cm. con della composta fresca.

Il prezzo medio è di 15 € ed è di facilmente reperibile essendo una specie molto utilizzata negli ambienti interni avendo la capacità di purificare l'aria da sostanze inquinanti come la formaldeide e il benzene.



Fig.55 Esempio di *S. Wallisii* <https://www.tiptonhurst.com/product/spath/>



Fig.56 Parete verde con lo *S. Wallisii* <https://www.greenmylife.in/top-10-ornamental-plants-vertical-garden/>

DIEFFENBACHIA COMPACTA

La *Dieffenbachia* (Fig.57) appartiene alla famiglia delle *Aracee*, è un arbusto sempreverde e perenne formato da un fusto carnoso, grosso, normalmente eretto. Le foglie, portate da lunghi piccioli carnosi semicilindrici, sono ovali, molto grandi, solcate da nervature ben evidenti. Il colore, a seconda delle specie, varia dal verde chiaro al verde scuro, sempre interrotto da macchiettature e screziature in bianco, crema o giallo e in toni contrastanti che danno alla pianta un aspetto marmorizzato.

La temperatura minima invernale tollerata varia da specie a specie, ma si aggira tra i 15 e i 18°C. Richiede una luce molto buona, per mantenere la variegatura del fogliame, con esclusione del sole diretto.

Le annaffiature dovranno essere frequenti in estate (2-3 volte la settimana), ridotte in inverno (1 volta la settimana), visto che la pianta cresce ininterrottamente tutto l'anno. Troppa acqua nel periodo invernale accentuerà la normale tendenza a perdere le foglie basali. Sono piante soggette alla marcescenza delle radici e che temono i ristagni di acqua nel sottovaso. L'umidità ambientale dovrebbe essere buona, anche se sopportano anche i climi asciutti dei nostri appartamenti. Saranno di particolare giovamento spruzzature e lavaggi delle foglie (specialmente in inverno, quando l'atmosfera dei nostri appartamenti risulta particolarmente calda e secca), che avranno anche l'effetto secondario di preservare le piante dall'attacco di cocciniglie cotonose, cui sono particolarmente soggette.

Ha bisogno di un substrato con miscela a pH abbastanza acido, composta da terra di foglie con aggiunta di torba e sabbia, allo scopo di aumentarne il drenaggio, che dovrà essere incrementato anche dalla presenza di sassi o cocci in fondo al vaso.

A causa del potere irritante e della tossicità della linfa delle *Dieffenbachie*, è bene utilizzare i guanti per maneggiarle.

Negli ultimi anni questa pianta è stata fortemente impiegata in ambienti indoor vista la sua capacità di purificare l'aria da sostanze inquinanti come formaldeide, toluene e xylene.

Il suo costo varia in base alla dimensione della pianta, ma mediamente un esemplare di 30 cm di altezza costa sui 5 €.



Fig.57 Esempio di *D. Compacta* <https://www.gardeningknowhow.com/houseplants/dumb-cane/dieffenbachia-care-in-winter.htm>



Fig.58 Parete verde con la *D. Compacta* <https://www.gardeningknowhow.com/houseplants/dumb-cane/dieffenbachia-care-in-winter.htm>



REGNO

plantae

Identikit

Chlorophytum comosum

FALANGIO_SPIDER PLANT

TIPO PIANTA

**pianta da casa
sempreverde**

GENERE

**erbacea
perenne**

TASSO DI CRESCITA

indoor: moderato semi o

ESPOSIZI

MANUTENZIONE

media

FORMA FOGLIA

lineare

PH TERRENO

5.5-7.5

TEMPERA

15°-24°

DIVISIONE

tracheophyta

SOTTODIVISIONE

spermatophytina

CLASSE

magnoliopsida

ORDINE

asparagales

FAMIGLIA

asparagaceae

GENERE

chlorophytum

POSIZIONE

ombreggiata

IRRIGAZIONE

moderata

UMIDITÀ

**evitare correnti
d'aria, vaporizzare**

STRUTTURA IDEALE

TIPO DI TERRENO

**ben drenato, sabbia,
terriccio, argilla**

ASSORBE

**formaldeide, xylene
benzene, tricloroet**

<https://www.kalliergeia.com/en/spider-plant-chlorophytum-comosum-description-uses/>
<https://www.houseplantsexpert.com/spider-plant.html>
<https://plants.ces.ncsu.edu/plants/chlorophytum-comosum/>



REGNO

plantae

Identikit

Spathiphyllum wallisii

SPATIFILLO_PEACE LILY

TIPO PIANTA

**pianta da casa
sempreverde**

GENERE

**erbacea
perenne**

TASSO DI CRESCITA

lento

ESPOSIZIONE

**semi ombra
all'ombra**

MANUTENZIONE

bassa

FORMA FOGLIA

ovale

PH TERRENO

5.8-7

TEMPERATURA

**temperatura
ambiente**

	DIVISIONE	SOTTODIVISIONE	CLASSE
	magnoliophyta	spermatophyta	liliopsida
	ORDINE	FAMIGLIA	GENERE
	arales	araceae	spathiphyllum
NE		IRRIGAZIONE	UMIDITÀ
ombreggiata/ ra		moderata	alta
TURA IDEALE	TIPO DI TERRENO		ASSORBE
atura te media	ben drenato, sabbia, argilla		formaldeide, acetone e benzene
		https://plants.ces.ncsu.edu/plants/spathiphyllum/ https://www.kalliergeia.com/en/peace-lily-spathiphyllum-wallisi-description-and-uses/ https://www.homeplantsexpert.com/peace-lily-plant.html	



REGNO

plantae

Identikit

Dieffenbachia Compacta

DIEFFENBACHIA_DUMB CANE

TIPO PIANTA

**pianta da casa
sempreverde**

GENERE

**erbacea
perenne**

TASSO DI CRESCITA

moderato

ESPOSIZIONE

**sole no
diretto**

MANUTENZIONE

bassa

FORMA FOGLIA

**oblunga
variegata**

PH TERRENO

**acido (< 6.0)
neutro (6.0-8.0)**

TEMPERATURA

18°-23°

DIVISIONE

tracheophyta

SOTTODIVISIONE

spermatophytina

CLASSE

magnoliopsida

ORDINE

alismatales

FAMIGLIA

araceae

GENERE

dieffenbachia

ONE

on

IRRIGAZIONE

moderata

UMIDITÀ

alta

TURA IDEALE

TIPO DI TERRENO

**alto contenuto di
materia organica**

ASSORBE

**formaldeide,
xylene, toluene**

https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=810167#null

5.6 Rinvaso

Dopo aver appurato che il *M. Spicatum* raccolto non fosse tossico, sono state preparate le piante al rinvaso nei due substrati alternativi, secondo lo schema riportato in figura 44, sono infatti state divise per specie vegetale, per tipologia di substrato (*M. spicatum* o cruschetto) e per tipologia di vaso (rettangolare o rotondo). In base a questo sono stati definiti 5 test, tutti sono stati monitorati per 134 giorni, secondo la lunghezza della foglia che secondo la concentrazione di clorofilla. Inoltre sono stati tutti irrigati ogni settimana e fertirrigati una volta al mese, seguiranno le specifiche.

Gli utensili utilizzati in questa fase sono stati:

- 2 vasi rettangolari (in cui sono state adagiate le 3 piante prese in esame in ciascun vaso, uno con il substrato di macrofita e l'altro con il cruschetto);
- 6 vasi singoli rotondi
- 3 sottovasi (uno per ciascun substrato + i vasi 0)
- 5 piante *Chlorophytum Comosum*
- 5 piante *Dieffenbachia Compacta*
- 5 piante *Spathiphyllum Wallisii*
- terriccio universale
- *M. Spicatum* triturrata
- Cruschetto
- Fertilizzante

Per ogni specie di pianta si sono allestiti 5 test diversi:

Test 0, con il terriccio e il vaso originale

Test 1, con il substrato di *M. Spicatum*+terriccio e vaso tondo

Test 2, con il substrato di *M. Spicatum*+terriccio e vaso rettangolare

Test 3, con il substrato di cruschetto+terriccio e vaso rettangolare

Test 4, con il substrato di cruschetto+terriccio e vaso tondo

La proporzione tra il terriccio e il materiale innovativo, *M. Spicatum* o cruschetto, è 70-30. Il 70% del peso secco di terriccio e il 30% del materiale alternativo.



Fig.59 : Specie vegetali rinvasate nell'ambiente in cui sono state monitorate

5.6.1 Parametri piante

Gli esperimenti sono stati svolti con tre specie vegetali diverse: il *Chlorophytum Comosum*, la *Dieffenbachia Compacta* e *Spatiphyllum Wallisii*. Le tre piante utilizzate sono state comprate in un vivaio, pronte per la vendita (*S. Wallisii* presentava dei fiori al momento dell'acquisto).

Le piante sono state soggette ad alcuni parametri: si trovavano in un ambiente interno con una temperatura di $23^{\circ} \pm 2$ con un'umidità relativa tra il 60-70%; le specie vegetali non sono mai state soggette a luce diretta, essendo poste in prossimità di un balcone ampio. Il riscaldamento del luogo è a pavimento e le piante sono state irrigate inizialmente ogni 4-5 giorni ed in seguito ogni 7 giorni, poichè il *C. Comosum* presentava segni di malessere dati dall'eccessiva irrigazione.

Inoltre è stata effettuata una fertirrigazione una volta al mese, seguendo le indicazioni riportate sul fertilizzante. La quantità d'acqua per ogni irrigazione è stata di 500 ml per test (tre piante).

5.6.1.1 Campionamento dati crescita fogliare TS

Il tasso di crescita della pianta si utilizza per quantificare la crescita e può essere definito secondo diverse caratteristiche della specie vegetale: altezza, numero di foglie, lunghezza delle foglie, peso a secco o umido e area fogliare.

Si calcola comparando la differenza di due misurazioni consecutive con il tempo trascorso tra esse.

Per questa tesi si è deciso di determinare il tasso di crescita considerando la lunghezza delle foglie:

$$TS = (S_i - S_{i-1}) / T$$

Dove:

S_i . la misura della lunghezza presa;

S_{i-1} . la misura precedente della lunghezza;

T. il tempo passato tra le due misurazioni.



*Fig. 60 Misurazione
lunghezza foglia di
clorofito nel substrato
di macrofita e terriccio*

5.6.1.2 Campionamento dati clorofilla

Le piante sono state campionate un giorno sì e uno no con lo strumento Apogee modello MC-100 per misurare la concentrazione della clorofilla.

Lo strumento fornisce un dato di stima della clorofilla in μmol di clorofilla per m^2 di superficie fogliare, oltre ai valori CCI e SPAD.

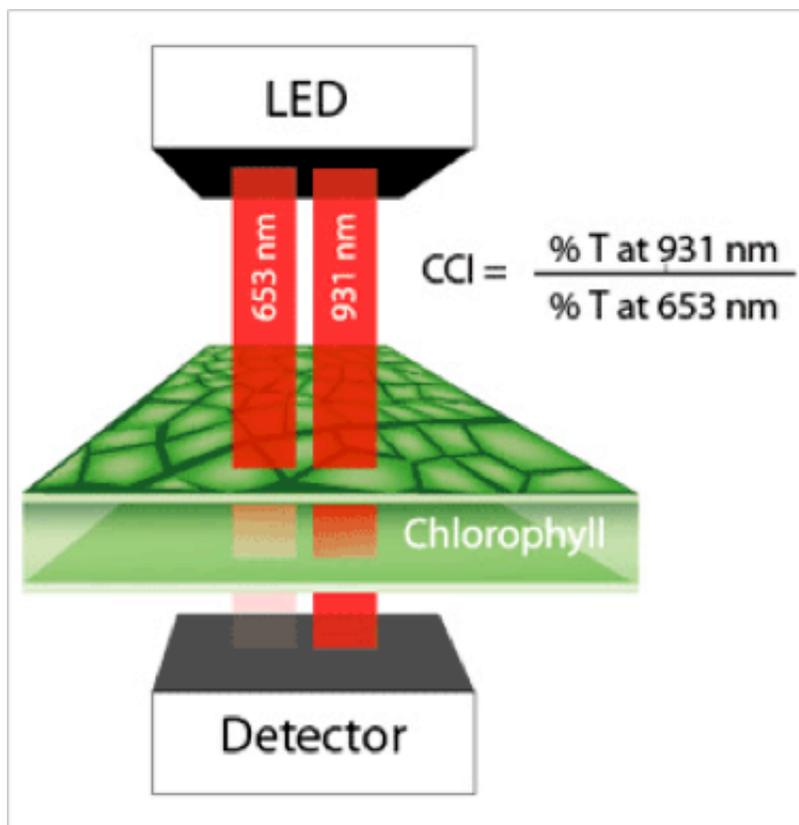
Il CCI è chlorophyll content index cioè l'indice di contenuto di clorofilla, mentre lo SPAD meter è Special Products Analysis Division, cioè misura la differenza tra la trasmittanza di una luce rossa (650 nm) e una luce infrarossa (940 nm) attraverso la foglia, generando un valore SPAD a tre cifre (Uddling et al., 2007).

L'aspetto più significativo, rispetto ai metodi di misura passati, è che i valori sono linearmente correlati all'effettiva presenza di clorofilla. Queste informazioni sono rilevanti per la valutazione dello stress ambientale e dell'efficacia dei fertilizzanti. (<https://www.apogeeinstruments.com/mc-100-chlorophyll-concentration-meter/>)

Il misuratore è di tipo palmare, e progettato per consentire la determinazione istantanea, diretta e non distruttiva delle concentrazioni di clorofilla in foglia. Lo strumento misura il rapporto tra le trasmittanze di due radiazioni, l'una proveniente dalla regione del rosso e la seconda dell'infrarosso vicino. Il dato fornito dal display è il valore di concentrazione di clorofilla, calcolato internamente.

Lo strumento è formato da due diodi emissivi e due sensori per determinare le trasmittanze di due lunghezze d'onda: una a 653 nm, campo particolarmente sensibile al contenuto di clorofilla, e una a 931 nm, utile come dato di supporto delle caratteristiche meccaniche della foglia. Il suo funzionamento si basa sulla particolarità della clorofilla di assorbire in maniera diversa le radiazioni aventi differente lunghezza d'onda (Figura a lato). In particolare, analizza l'assorbimento delle lunghezze d'onda di 550 nm, che è indice dello stato di salute della pianta.

Per compiere la misurazione è sufficiente inserire la foglia tra la testa campionatrice e il corpo dello strumento, aspettando tre secondi per visualizzare il valore sul display si otterrà il valore. La misurazione avviene internamente allo strumento e il risultato viene salvato in un file .txt facilmente scaricabile tramite cavo USB.



I campionamenti sono stati fatti su 5 punti diversi, generalmente su 5 foglie diverse, i campionamenti sono stati effettuati completamente in modo casuale.



Fig. 61, 62 e 63

Foto di Apogee MC-100,

Foto che fa vedere come funziona il dispositivo

Misurazione di concentrazione di clorofilla un esemplare di clorofito nel substrato di macrofita e terriccio

UNITÁ DI MISURA	AREA DI MISURA	RISOLUZIONE
umol di clorofilla per m² di superficie fogliare	63.6 mmq	+/- 10 umol/ m²
LINEARITÁ	RIPETIBILITÁ	TEMPO DI ACQUISIZIONE
+/- 1%	+/- 1%	< 3 sec
DIMENSIONI	PESO	AMBIENTE OPERATIVO
21 x 10 x 3.5 cm	210 gr	da 0 a 50°C

Caratteristiche tecniche di Apogee MC-100

5.7 Risultati e considerazioni

Una volta che sono state prese le misurazioni della concentrazione di clorofilla ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$) e della lunghezza delle foglie (cm), i dati sono stati inseriti nei grafici. Si è tenuto conto del tempo e alle relazioni tra le irrigazioni (500 ml per le tre tipologie di piante) e fertirrigazioni (stessa dose dell'irrigazione) effettuate nell'arco del periodo di campionamento.

Le irrigazioni inizialmente sono avvenute ogni 4/5 giorni, per poi passare ad un'irrigazione ogni 7 giorni; per quanto riguarda le fertirrigazioni sono state fatte una volta al mese.

Nello specifico, per meglio identificare tutte le caratteristiche dei due substrati e delle specie vegetali sono stati considerati dei macrogruppi di domande in base alla specie vegetale, in base al substrato, in base all'irrigazione e in confronto con altri dati registrati da Matteo De Lucia.

In base a questi macrogruppi ci sono formulate delle domande piú specifiche per poter analizzare al meglio tutti i dati prelevati nell'arco di tempo di 134 giorni (tempo utilizzato da Matteo De Lucia nella sua tesi, sopra citata).

5.7.1 Misurazione crescita delle piante

Per avere la prova che i due substrati alternativi fossero adatti ad essere usati nelle pareti verdi come substrati nutritivi, le specie vegetali sono state sottoposte ad un monitoraggio nell'arco di 134 giorni, i due parametri sono la concentrazione di clorofilla, come verrà approfondito in seguito, e la crescita fogliare, piú precisamente la lunghezza delle foglie.

I valori della crescita fogliare è avvenuto una volta a settimana e su tre foglie che sono state segnate per vedere i progressi.

Si può affermare che nei primi due mesi la crescita fogliare è stata maggiore rispetto ai mesi successivi, che via via si è andata a fermare con l'avanzare del tempo.

Solo sei test su quindici sono stati analizzati per tutti i 134 giorni previsti per il campionamento, poichè gli altri test sono deceduti prima della fine del campionamento dell'esperimento.

Specie	H1 (cm)	H2 (cm)	T (gg)	TDC (cm/gg)	TDC (%)
C. Comosum	13,5	16	53	0,0472	4,72
NUOVO C. Comosum	11	13,5	134	0,0187	1,87
S. Wallisii	13,2	14,5	123	0,0106	1,06
D. Compacta	20	22	129	0,0155	1,55

Fig. 64 Lunghezza foglie campionate e tasso di crescita per le tre specie vegetali di riferimento (test 0)

Specie	Vaso	H1 (cm)	H2 (cm)	T (gg)	TDC (cm/gg)	TDC (%)
C. Comosum	tondo	13	15	29	0,0690	6,90
	rettangolare	12,5	14,5	134	0,0149	1,49
NUOVO C. Comosum	tondo	9	11,5	134	0,0187	1,87
S. Wallisii	tondo	9,5	11,5	134	0,0149	1,49
	rettangolare	10,5	12	97	0,0155	1,55
D. Compacta	tondo	17,5	19,5	115	0,0174	1,74
	rettangolare	15	16,5	117	0,0128	1,28

Fig.65: Lunghezza foglie campionate e tasso di crescita per le tre specie vegetali con il substrato di *M. spicatum* (test 1-2)

Specie	Vaso	H1 (cm)	H2 (cm)	T (gg)	TDC (cm/gg)	TDC (%)
C. Comosum	tondo	16	18	35	0,0571	5,17
	rettangolare	12,5	13,5	57	0,0175	1,75
NUOVO C. Comosum	tondo	11,5	13	134	0,0112	1,12
S. Wallisii	tondo	12	14	134	0,0149	1,49
	rettangolare	13,5	16	111	0,0198	1,98
D. Compacta	tondo	15,5	17,5	109	0,0183	1,83
	rettangolare	11	13,5	101	0,0248	2,48

Fig.66: Lunghezza foglie campionate e tasso di crescita per le tre specie vegetali con il substrato di cruschetto (test 3-4)

5.7.2 MISURAZIONE TASSO DI CLOROFILLA

- PER SPECIE

1. Nella specie vegetale *C. comosum* i valori di concentrazione di clorofilla sono simili tra il substrato di cruschello e di *M. spicatum*? E in comparazione con il vaso 0?

Misura della clorofilla per la specie vegetale *C. comosum* nei diversi substrati

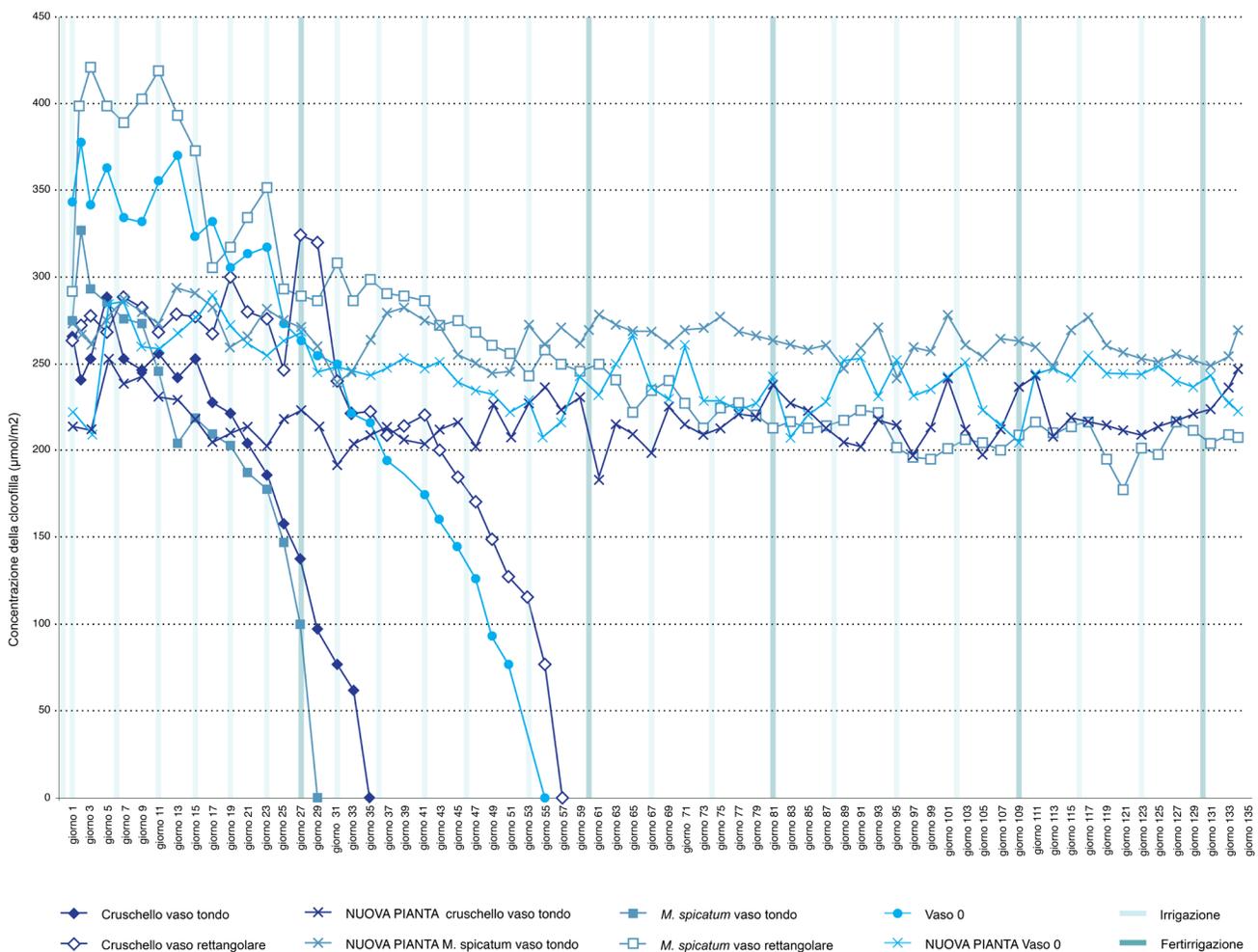


Fig.67: Grafico con tutte le tipologie di substrato per la specie vegetale *C. comosum*

Nel grafico in figura 67 sono stati riportati i dati della concentrazione di clorofilla ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$) del *Chlorophytum comosum* nei due substrati alternativi (cruschello e *M. Spicatum*) e anche in base al vaso (tondo o rettangolare), e nel substrato da vivaio di riferimento (vaso 0).

In riferimento alla specie vegetale *C. comosum*, la concentrazione di clorofilla del substrato ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$), i due test nel vaso tondo, sia con terriccio e cruschetto e quelli di terriccio e *M. spicatum*, hanno dei valori simili (che variano dai 300 ai 50 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$). Mentre per quanto riguarda i vasi rettangolari l'andamento nei due substrati è diverso, poichè il *C. comosum* nel substrato di *M. spicatum* è sopravvissuto fino al 134esimo giorno, mentre gli altri test sono sopraggiunti alla morte nell'arco di 57 giorni (29esimo giorno macrofita vaso tondo, 35esimo giorno cruschetto vaso tondo e 57esimo per il cruschetto vaso rettangolare). Guardando quindi questo grafico si può affermare che questa specie vegetale risponde meglio al substrato di macrofita, soprattutto nel vaso rettangolare.

I valori di questa specie vegetale è tra 400-0 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$, di concentrazione di clorofilla ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$), con i valori sui 400 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$, la pianta è in salute e i valori tra 100 e 0 se la pianta sta per perire. Sono riportate qui di seguito le foto all'inizio del campionamento e alla fine.



Fig. 68: *C. Comosum* test bianco (test 0): a sinistra 1°giorno e a destra 53° giorno.

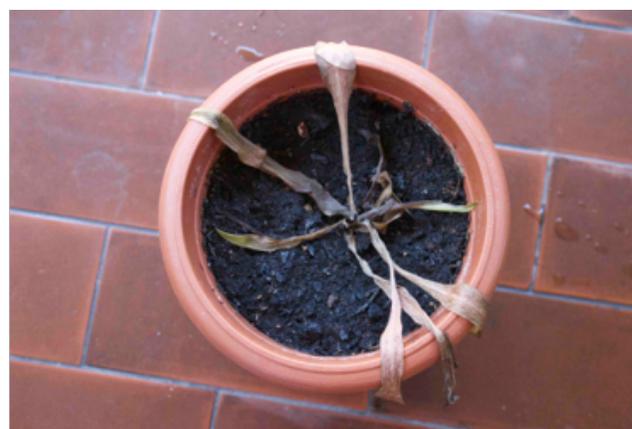


Fig. 69: *C. Comosum* in substrato di cruschetto (test 4): a sinistra 1°giorno e a destra 35° giorno

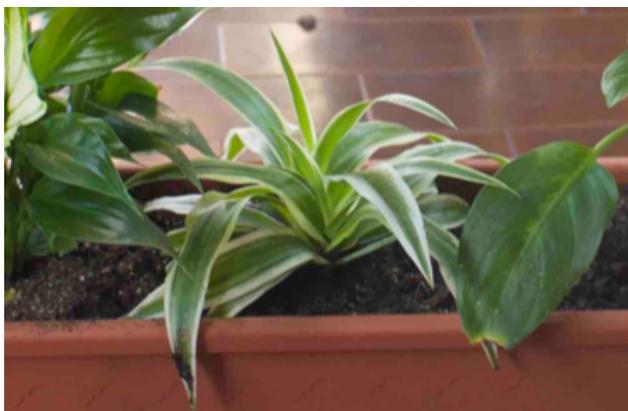


Fig. 70: *C. Comosum* in substrato di cruschello (test 3): a sinistra 1°giorno e a destra 57° giorno

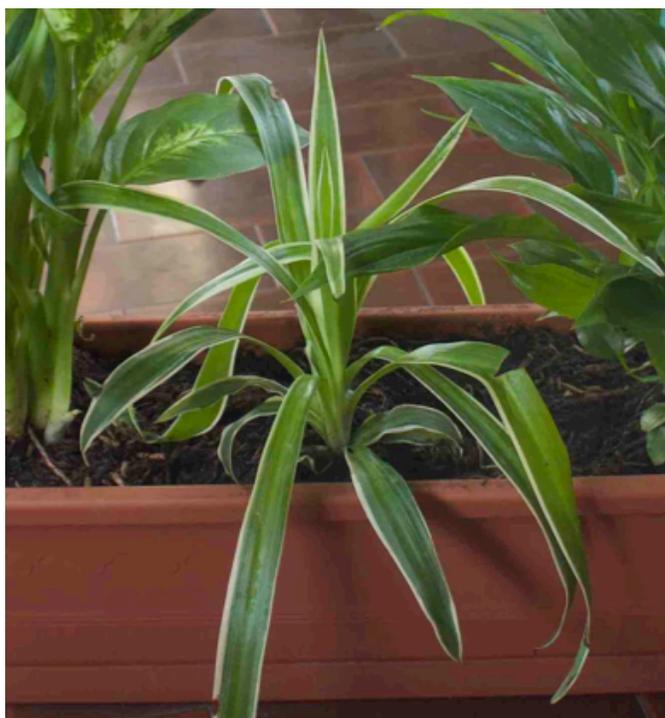


Fig. 71: *C. Comosum* in substrato di macrofita (test 2): a sinistra 1°giorno e a destra 134° giorno

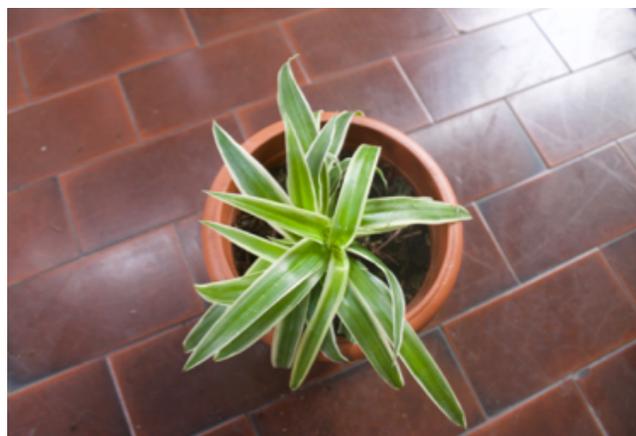


Fig. 72: *C. Comosum* in substrato di macrofita (test 1): a sinistra 1°giorno e a destra 29° giorno

2. I valori delle nuove piante di *C. Comosum* sono simili ai valori iniziali della stessa specie e nello stesso substrato? Seguono lo stesso andamento?

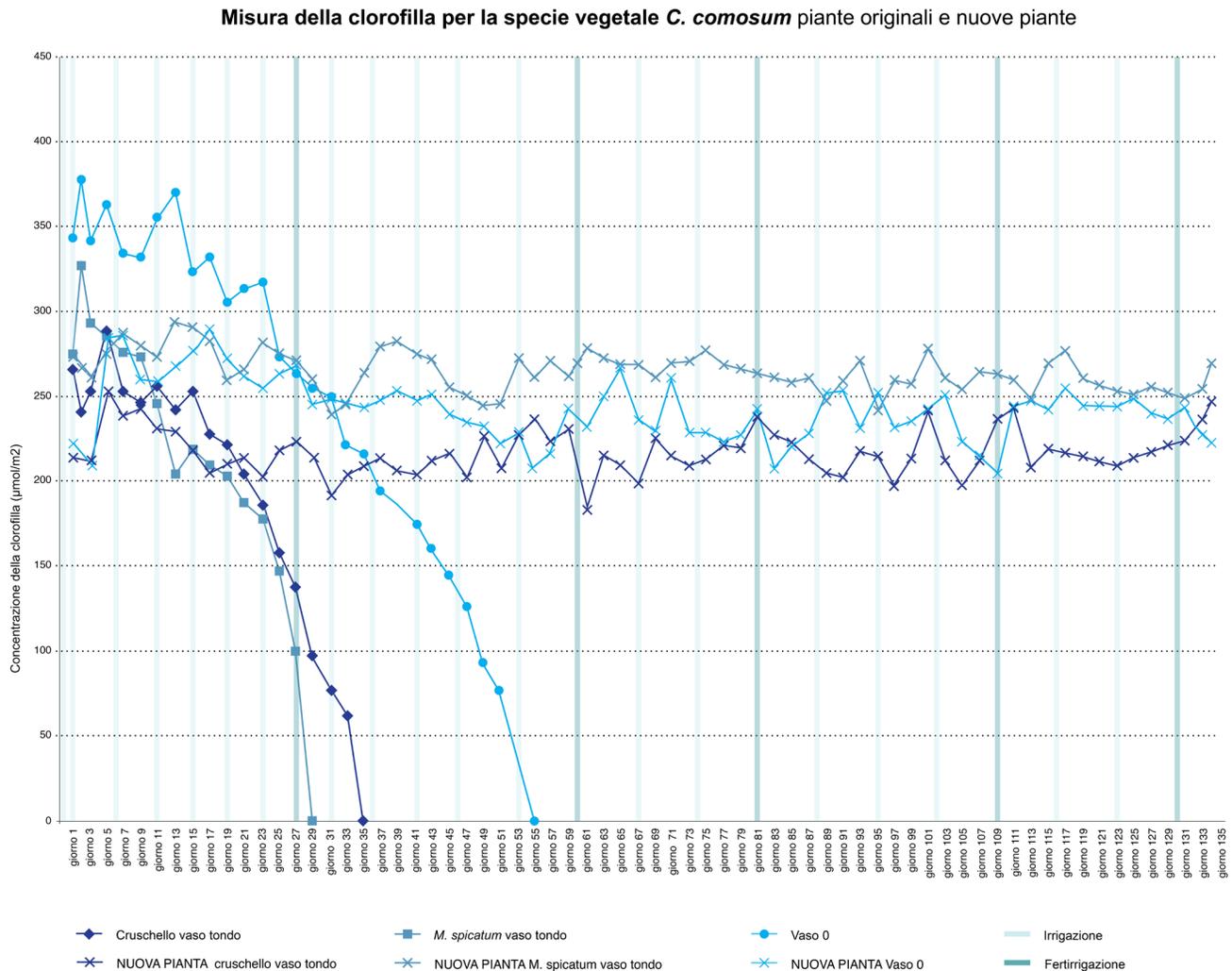


Fig. 73: Grafico con tutte le tipologie di substrato per la specie vegetale *C. comosum* test originali e nuovi a confronto

Secondo i dati della figura 73, si può ipotizzare che la specie del *C. comosum* abbia sofferto di marciame radicale, data dalla troppa irrigazione dilazionata in troppo poco tempo; un'altra ipotesi potrebbe essere che il substrato fosse poco drenante.

L'ipotesi più attendibile parrebbe quella della troppa irrigazione in un tempo troppo ravvicinato, dato che sono morti quattro esemplari su cinque, tra cui anche il test bianco (la pianta con il terreno e vaso originale). Per avvalorare questa ipotesi si sono comprate altri tre campioni di clorofito per avere la certezza che il problema fosse

l'irrigazione. Seguendo l'andamento dei nuovi esemplari si può dire che seguendo un'irrigazione una volta a settimana la concentrazione di clorofilla e quindi la salute fisica delle piante è nettamente migliorata rispetto agli esemplari iniziali che sono periti nell'arco di 53 giorni. Dopo aver finito il monitoraggio dei nuovi test, si può affermare che questa specie è quella che è resistita di più (quando viene bagnata nel modo appropriato), dato che 4 campioni su 5 sono resistiti fino alla fine dei 134 giorni di campionamento.

Sono riportate in seguito le foto dei nuovi esemplari di *C. comosum*, all'inizio e alla fine del periodo di monitoraggio.



Fig. 74: *C. Comosum* in substrato di macrofita (test 1): a sinistra 1°giorno e a destra 134° giorno



Fig. 75: *C. Comosum* in substrato di macrofita (test 1.1): a sinistra 1°giorno e a destra 134° giorno



Fig. 76: C. Comosum in substrato di cruschetto (test 4.1): a sinistra 1°giorno e a destra 134° giorno

3. Nella specie vegetale *S. wallisii* i valori di concentrazione di clorofilla sono simili tra il substrato di cruschetto e di *M. spicatum*? E in comparazione con il vaso 0?

Misura della clorofilla per la specie vegetale *S. wallisii* nei diversi substrati

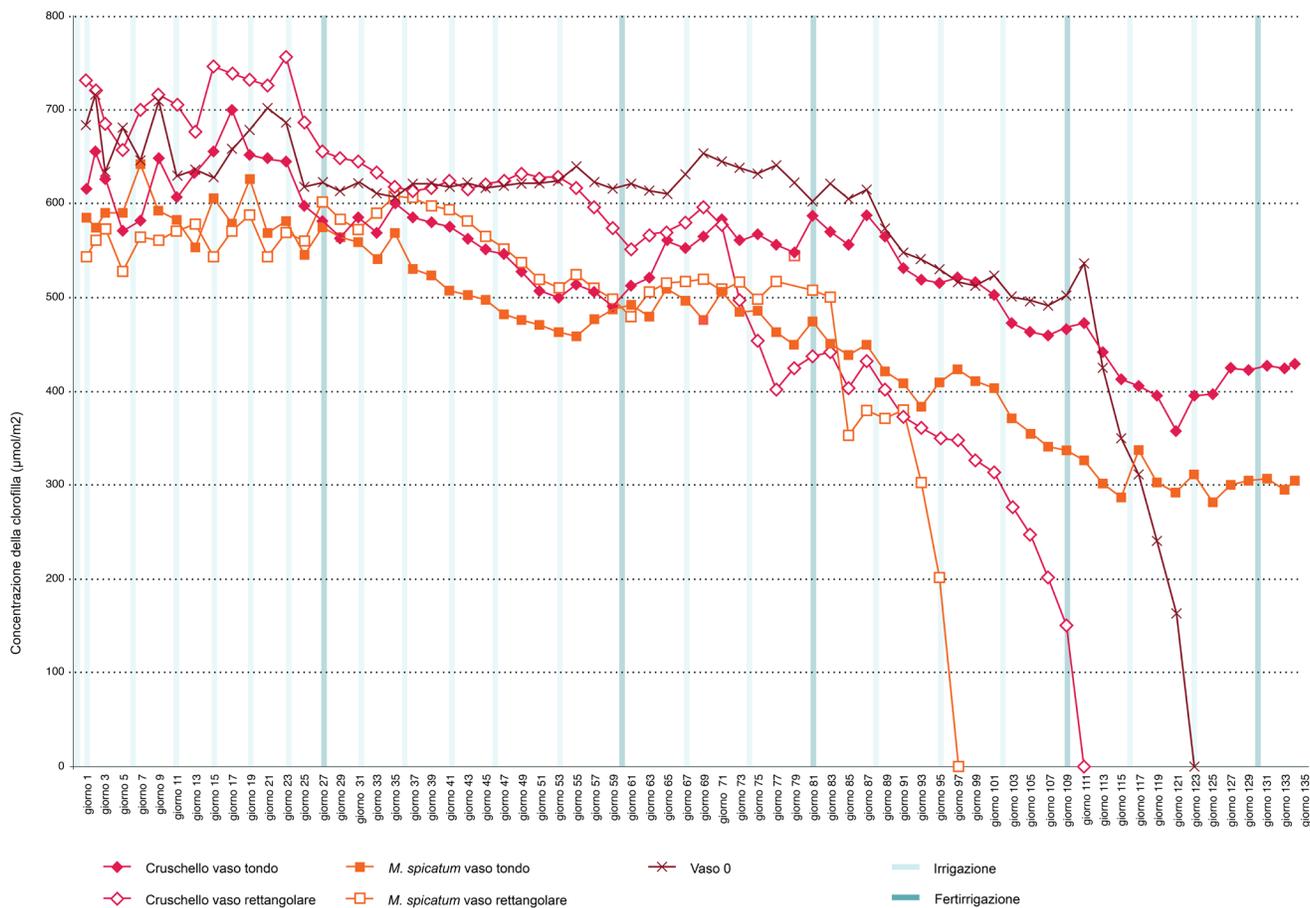


Fig.77: Grafico con tutte le tipologie di substrato per la specie vegetale *S. wallisii*

In base alla figura 77 si può dichiarare che in comparazione alla *Dieffenbachia* resiste meglio, con due test su cinque che sono arrivati al 134esimo giorno.

Quindi in base a quello detto in precedenza, si può anche affermare che questa tipologia di pianta non soffre le frequenti irrigazioni, e quindi non presenta un problema di marciume radicale.

Vedendo i valori di concentrazione di clorofilla si può vedere che il test bianco (test 0) dal giorno 25 al giorno 87 presenta un range di valori molto simili vicino ai 600 µmol/m², per poi andare a decrescere al

giorno 115 che porterà al decesso della pianta al giorno 123.

I test 2 e 3, rispettivamente col substrato di *M. spicatum* e di cruschetto, nel vaso rettangolare, seguono un andamento simile al test 0, anche se la decrescita è avvenuta prima; in particolare nel substrato di *M. spicatum* la morte avviene prima (giorno 97), ma il calo dei valori inizia dopo ed è più repentino (dal giorno 85) rispetto al substrato con il cruschetto. Infatti quest'ultimo resiste più di una settimana rispetto al campione nello strato di *M. spicatum*, e con un calo più graduale.

Per quanto riguarda i test 1 e 4, rispettivamente col substrato di *M. spicatum* e di cruschetto, nel vaso tondo hanno un comportamento simile, infatti si può notare che i valori di concentrazione di clorofilla sono a tratti simili ma su range diversi, i valori della pianta in questione nel substrato di cruschetto sono maggiori variano dai 700 ai 350 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$; mentre per il test nel substrato di *M. spicatum*, dai 600 ai 250 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$. Questi dei test sono sopravvissuti ai 134 giorni di campionatura richiesti.

Dalle immagini e dalla tabella si può affermare che due test su cinque sono sopravvissuti al periodo di campionamento di 134 giorni, nello specifico sono i test che sono stati ubicati nei vasi tondi. Si può quindi ipotizzare che la forma tonda o il fatto che siano in un vaso da soli abbia aiutato alla sopravvivenza dei test.



Fig. 78: *S. Wallisii* test bianco (test 0): a sinistra 1°giorno e a destra 87° giorno



Fig. 79: *S. Wallisii* in substrato di macrofita (test 1): a sinistra 1°giorno e a destra 134° giorno



Fig. 80: *S. Wallisii* in substrato di macrofita (test 2): a sinistra 1°giorno e a destra 97° giorno



Fig. 81: *S. Wallisii* in substrato di cruschetto (test 3): a sinistra 1°giorno e a destra 111° giorno



Fig. 82: S. Wallisii in substrato di cruschello (test 4): a sinistra 1°giorno e a destra 134° giorno

4. Nella specie vegetale *D. compacta* i valori di concentrazione di clorofilla sono simili tra il substrato di cruschetto e di *M. spicatum*? E in comparazione con il vaso 0?

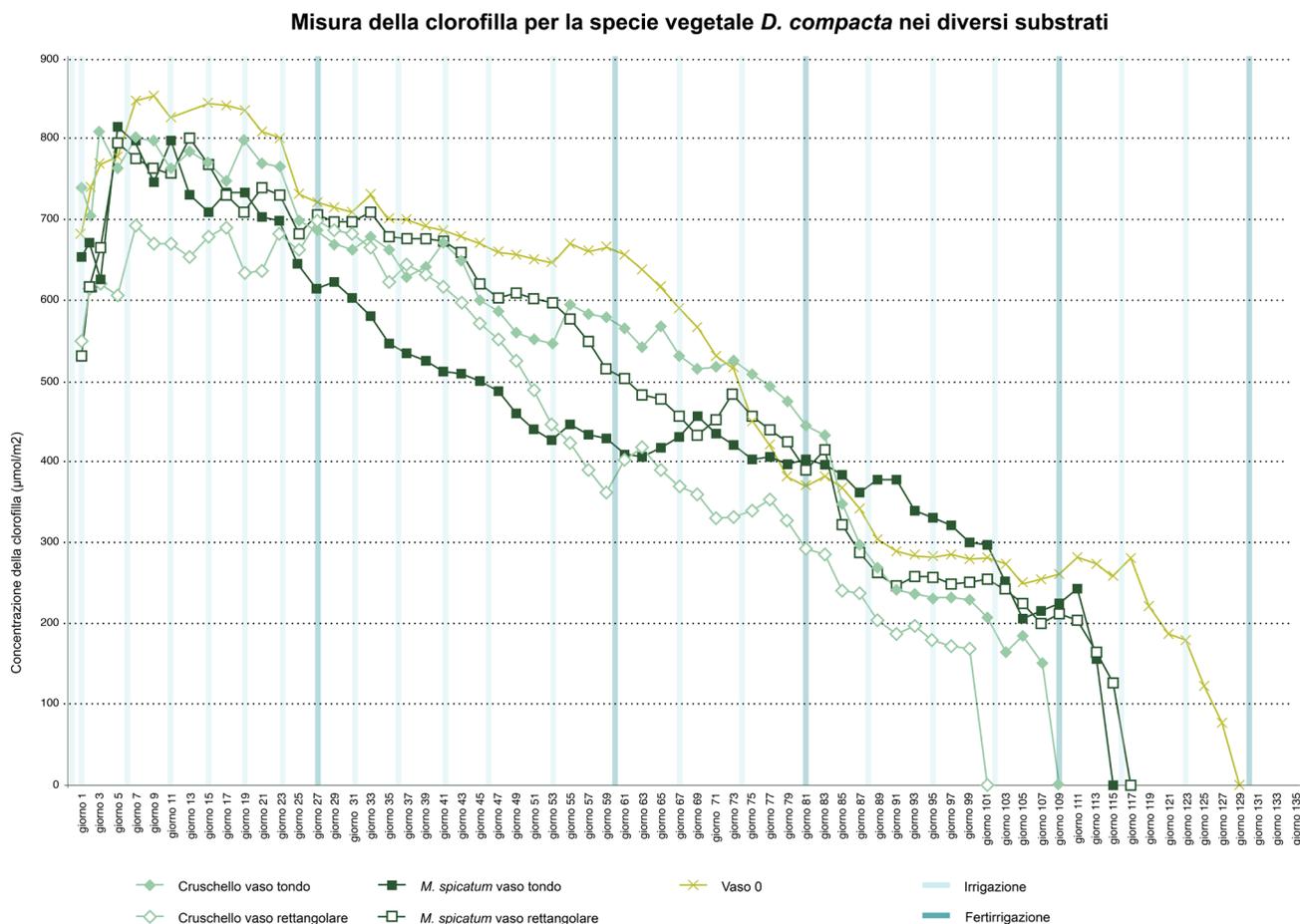


Fig.83: Grafico con tutte le tipologie di substrato per la specie vegetale *D. compacta*

Da come si può notare dalla figura 83, questa specie vegetale ha avuto calo drastico dei valori di concentrazione di clorofilla durante l'ultimo mese di campionamento dei dati. Si può supporre che nell'ultimo periodo abbiano sofferto di marciume radicale, data la propensione di questa tipologia vegetale a questo problema. Questa specie vegetale è la prima che ha avuto dei cali, anche lievi, di concentrazione di clorofilla. Infatti dal 25esimo giorno si può notare un'andamento discendente per tutti e cinque i test. Per quanto riguarda la *D. compacta* i cinque test seguono un pattern simile, con poi la morte nell'arco di venti giorni; la prima a perire è il test nel substrato di cruschetto nel vaso rettangolare;

mentre quella che ha resistito di più, fino al giorno 129 è quella nel test 0, quella nel vaso e nel substrato originale.

I valori variano dai 850 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ ai 250 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ in prossimità della fine.



Fig. 84: *D. Compacta* test bianco (test 0): a sinistra 1°giorno e a destra 129° giorno



Fig. 85: *D. Compacta* in substrato di macrofita (test 1): a sinistra 1°giorno e a destra 115° giorno



Fig. 86: *D. Compacta* in substrato di macrofita (test 2): a sinistra 1°giorno e a destra 117° giorno



Fig. 87: *D. Compacta* in substrato di cruschetto (test 3): a sinistra 1°giorno e a destra 101° giorno



Fig. 88: *D. Compacta* in substrato di cruschetto (test 3): a sinistra 1°giorno e a destra 109° giorno

5. Qual è la specie che risponde meglio al substrato di cruschetto?

Misura della clorofilla per le tre specie vegetali in terriccio + cruschetto

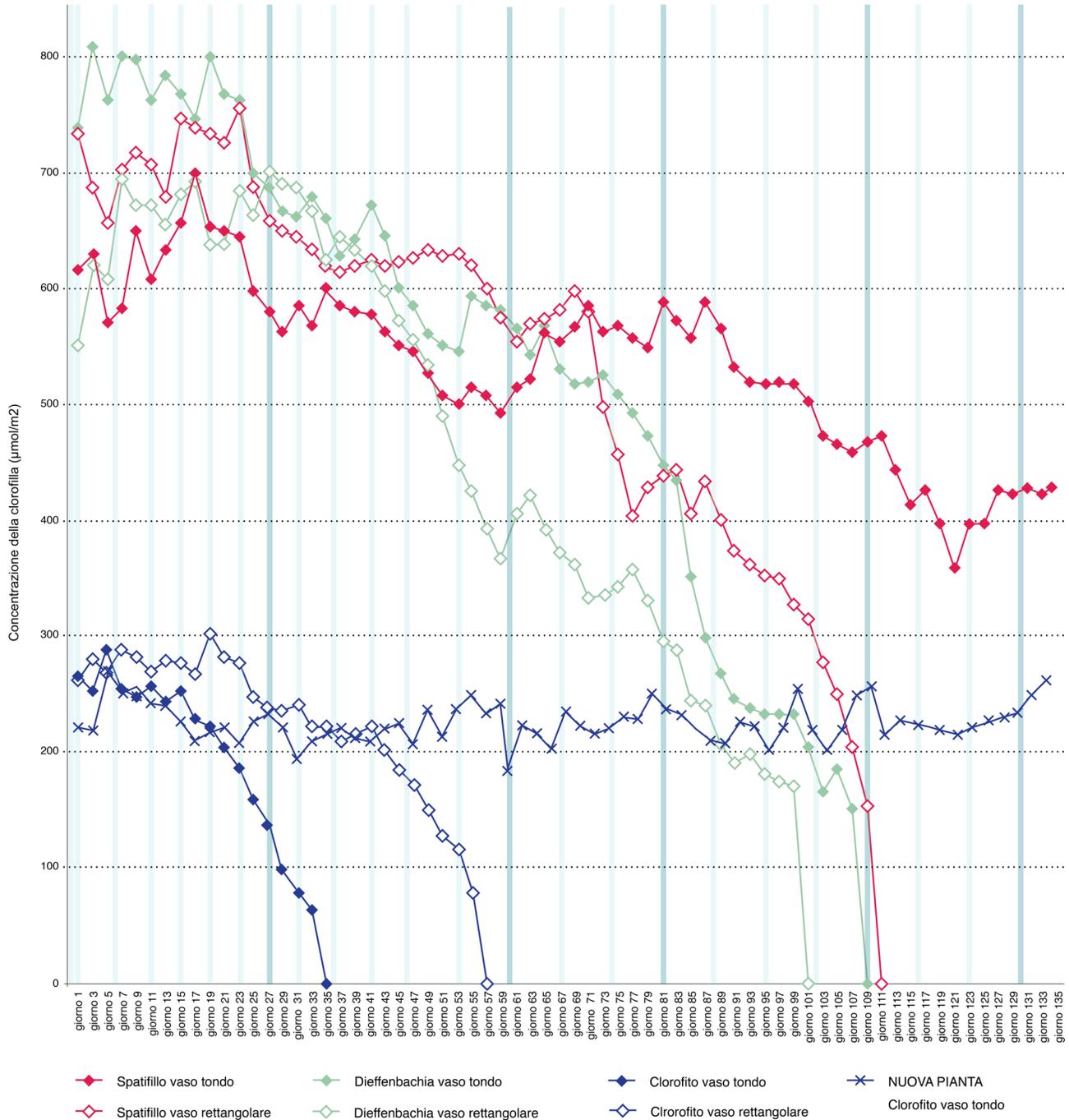


Fig. 89: Grafico per tutte le specie vegetali con il substrato di terriccio + cruschetto

In questo grafico si possono notare i valori della concentrazione di clorofilla ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$) nelle tre specie vegetali nel substrato di cruschetto. Rispetto al substrato di terriccio e *M. spicatum*, si può notare che solo un test è sopravvissuto tutta la durata del campionamento, il test 4, *S. wallisii* nel vaso tondo. Questo test, pur avendo un andamento calante, mantiene una concentrazione di clorofilla relativamente alta, la variazione dei valori è tra i $700 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ e i $350 \mu\text{mol}/\text{m}^2$. Il test 3 invece, *S. wallisii* nel vaso rettangolare, presenta una tendenza nel primo mese altalenante, per poi stabilizzarsi nel secondo mese, fino ad avere una decrescita repentina dal giorno 71 che ha portato alla morte del test al giorno 111.

I due test di *C. comosum* originali, sono periti dopo 35 (vaso tondo) e 57 giorni (vaso rettangolare); mentre i due test di *D. compacta* hanno resistito fino a 101 (vaso rettangolare) e 109 giorni (vaso tondo).

6. Qual è la specie che risponde meglio al substrato di *M. spicatum*?

Misura della clorofilla per le tre specie vegetali in terriccio + *M. spicatum*

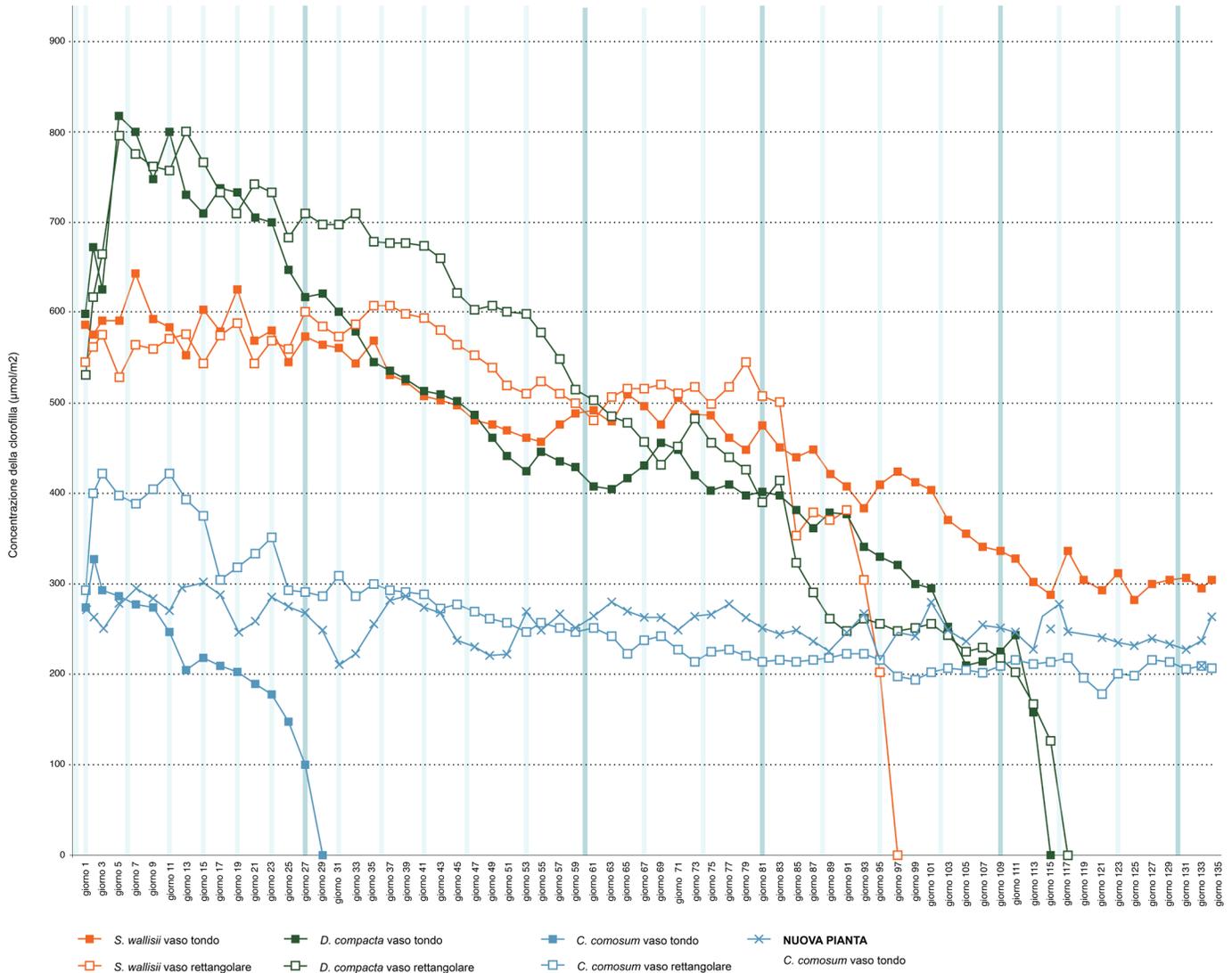


Fig. 90: Grafico per tutte le specie vegetali con il substrato di terriccio + *M. spicatum*

In base ai dati riportati nella tabella qui riportata, si può ipotizzare quale specie vegetale risponde meglio al substrato di *M. spicatum*, in base ai valori della concentrazione di clorofilla ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$).

Si può infatti sostenere che le specie vegetali che rispondono meglio allo strato alternativo di *M. spicatum* sono il *C. comosum*, soprattutto nel vaso rettangolare, che mantiene un range di valori abbastanza costanti, (bisogna vedere se il nuovo test reagisce bene fino alla fine del campionamento) e anche lo *S. wallisii*, che pur avendo avuto un

calo abbastanza importante di concentrazione di clorofilla ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$) rispetto ai valori iniziali, è riuscito a stabilizzarsi ed è sopravvissuto ai 134 giorni di monitoraggio; con valori tra i 650 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ e i 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$.

Il test 1 della specie *C. comosum* nel vaso tondo originale, è stato il primo a presentare segni di malessere, arrivando a valori di concentrazione di clorofilla minori di 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ già verso il giorno 21, fino ad arrivare alla morte il 29esimo giorno. Il nuovo test 1.1, della stessa specie vegetale sempre nel vaso tondo presenta un andamento più stabile negli 87 giorni finora campionati.

I due test della *D. compacta* iniziano ad avere un trend decrescente lieve verso il giorno 17, abbastanza costante, fino ad arrivare al giorno 115 (vaso tondo) e 117 (vaso rettangolare) con la morte dei test.

Lo *S. wallisii* nel vaso rettangolare presenta un'andamento diverso rispetto alla stessa specie vegetale nel vaso tondo, infatti dal giorno 63 al 65 c'è stato un calo di circa 150 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ per poi perire definitivamente al giorno 97.

- PER SUBSTRATO

7. Quale substrato risulta più efficace dal punto di vista di apporto nutritivo? E quindi ha un'influenza positiva sulla salute delle piante?

Misura della clorofilla per le tre specie vegetali in terriccio + cruschiello

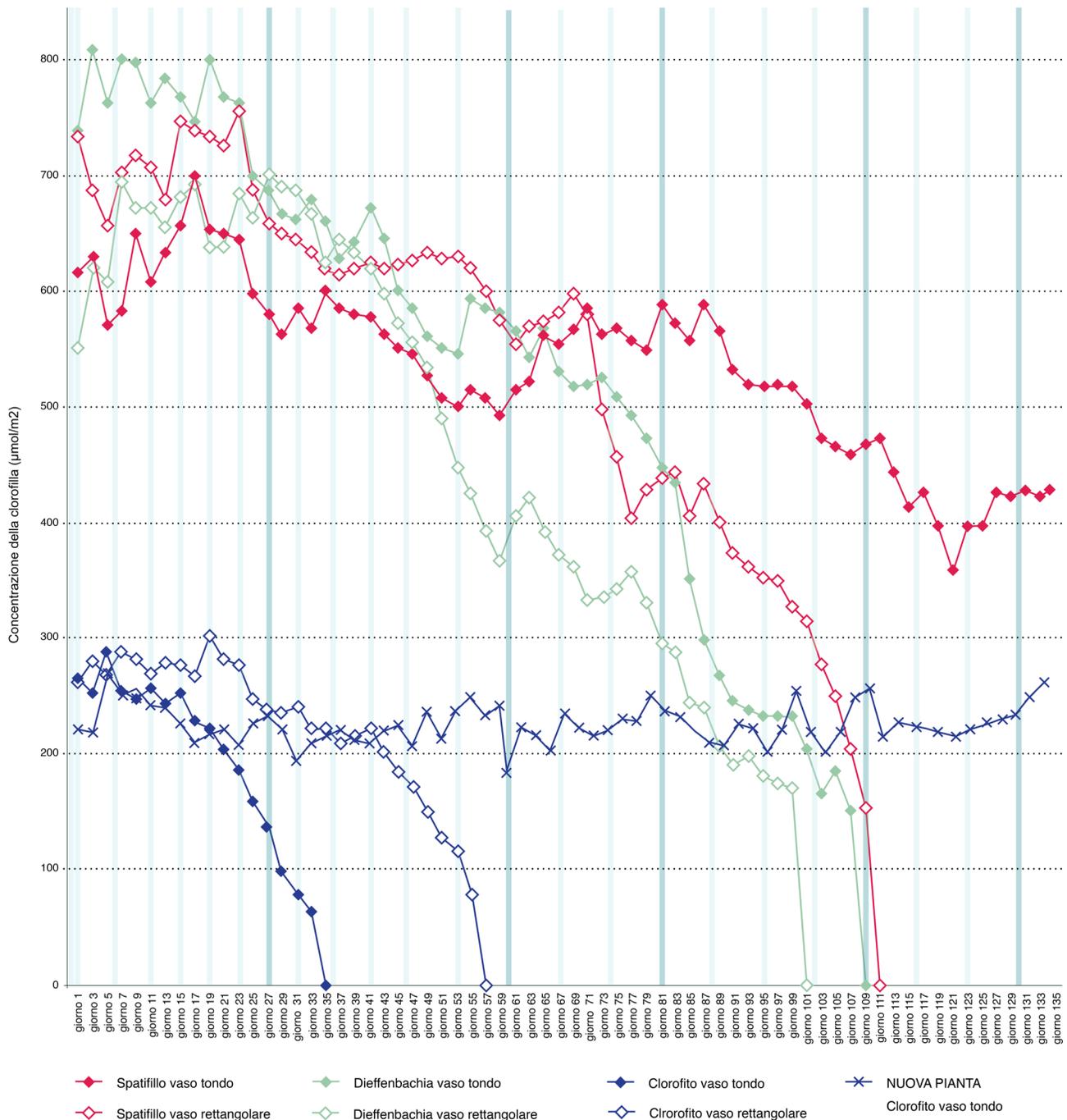


Fig. 91: Grafico per tutte le specie vegetali con il substrato di terriccio + cruschiello

Misura della clorofilla per le tre specie vegetali in terriccio + *M. spicatum*

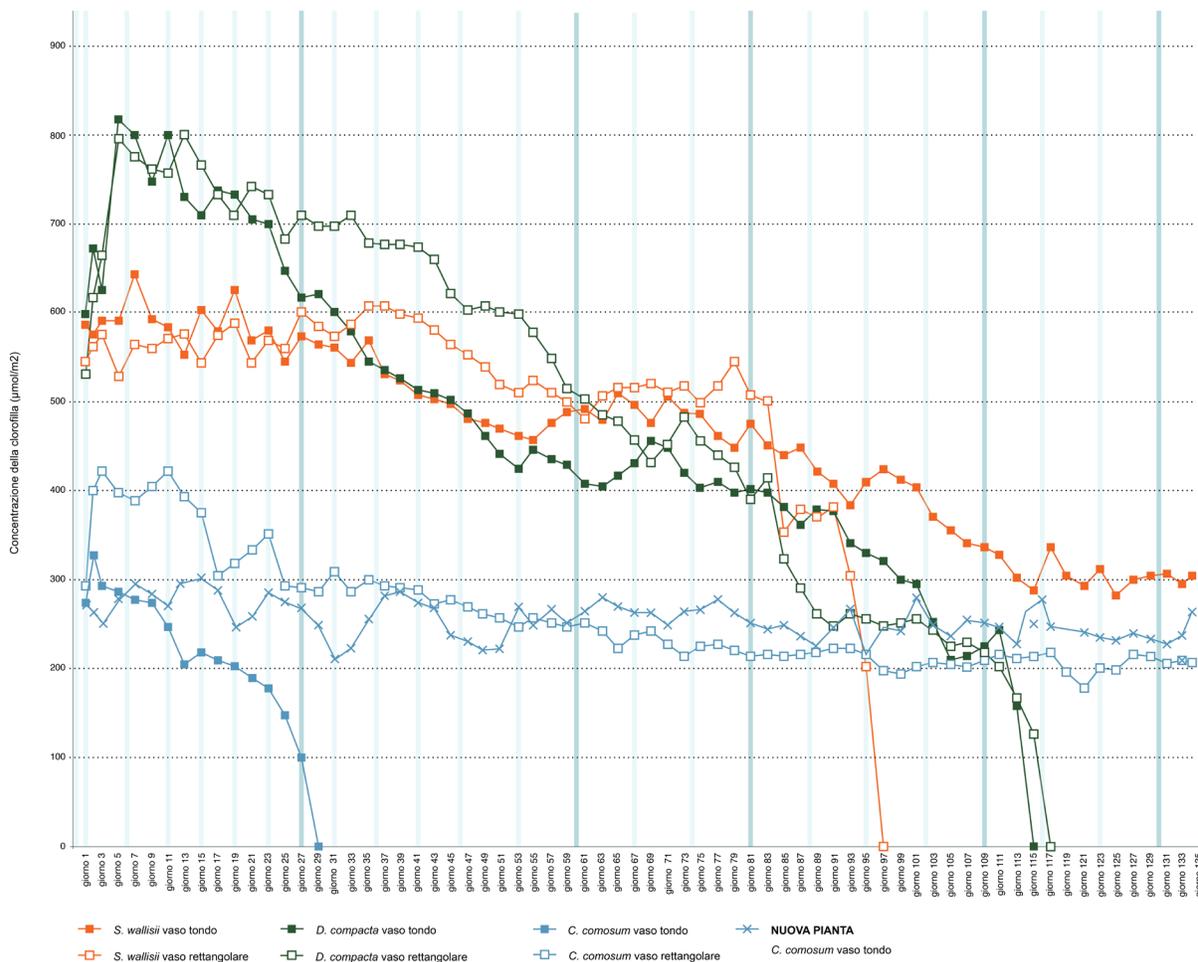


Fig. 92: Grafico per tutte le specie vegetali con il substrato di terriccio + *M. spicatum*

Mettendo a confronto i due substrati si può constatare quale materiale innovativo sia più adatto come substrato per una parete verde. Secondo i due grafici il maggior numero di specie vegetali che sono arrivate al 134esimo giorno sono nel substrato di *M. spicatum*, con tre specie vegetali sopravvissute, rispetto a due sopravvissute nel substrato di cruschello.

In base a questi risultati, basati sulla concentrazione di clorofilla (µmol/m²), si può supporre che il substrato con il *M. spicatum* abbia un apporto nutritivo maggiore, o che sia più drenante e quindi non abbia creato dei ristagni. Secondo i dati sembrerebbe essere più adatto come substrato per una parete verde.

Guardando le percentuali di sopravvivenza infatti si può vedere che il substrato di *M. spicatum* e terriccio ha una percentuale di sopravvivenza del 33%, mentre quello con il cruschello è del 16,7%. Bisogna anche sottolineare che nessuno dei test originali (test 0) è sopravvissuto fino alla fine del campionamento.

- IRRIGAZIONE

8. C'è qualche correlazione tra la fertirrigazione e la crescita/decrescita della clorofilla? Dopo la fertirrigazione ci sono stati dei miglioramenti o delle precipitazioni nei valori di clorofilla?

9. Aumentando i giorni tra un'irrigazione e l'altra c'è stato un miglioramento dei valori di clorofilla?

Queste analisi sulle irrigazioni e fertirrigazioni sono state eseguite in base alla specie vegetale, quindi ci sarà un grafico per ogni tipologia di pianta e in seguito l'analisi e la discussione dei dati.

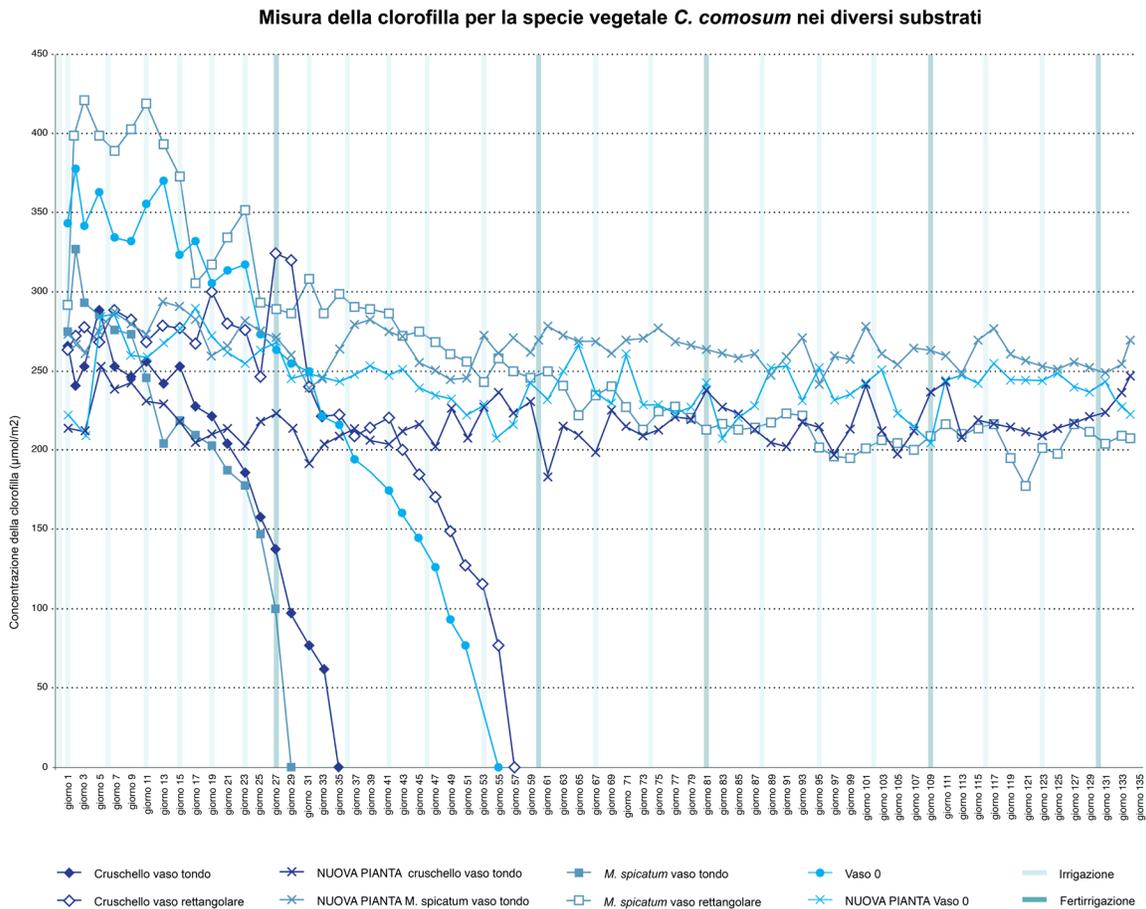


Fig. 93: Grafico con tutte le tipologie di substrato per la specie vegetale *C. comosum*

Per quanto riguarda il *C. comosum* si può affermare che le frequenti irrigazioni hanno portato ad un calo drastico della concentrazione di clorofilla, dato dal marciume radicale formatosi per il ristagno d'acqua nel substrato, questo è avvenuto in ogni substrato ed in ogni tipologia di vaso, anche il test bianco, tranne il test con il *M. spicatum* nel vaso rettangolare che è arrivato alla conclusione del periodo di monitoraggio. Con i nuovi test si può dire che irrigando solo volta a settimana questa

specie vegetale stia reagendo bene, infatti i parametri di concentrazione di clorofilla sono sui 300 e I 150 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$. Non si può affermare che dopo l'irrigazione ci sia un miglioramento dei valori di concentrazione di clorofilla, però dopo la fertirrigazione si può notare, per la maggior parte dei casi, un aumento dei valori.

Misura della clorofilla per la specie vegetale *S. wallisii* nei diversi substrati

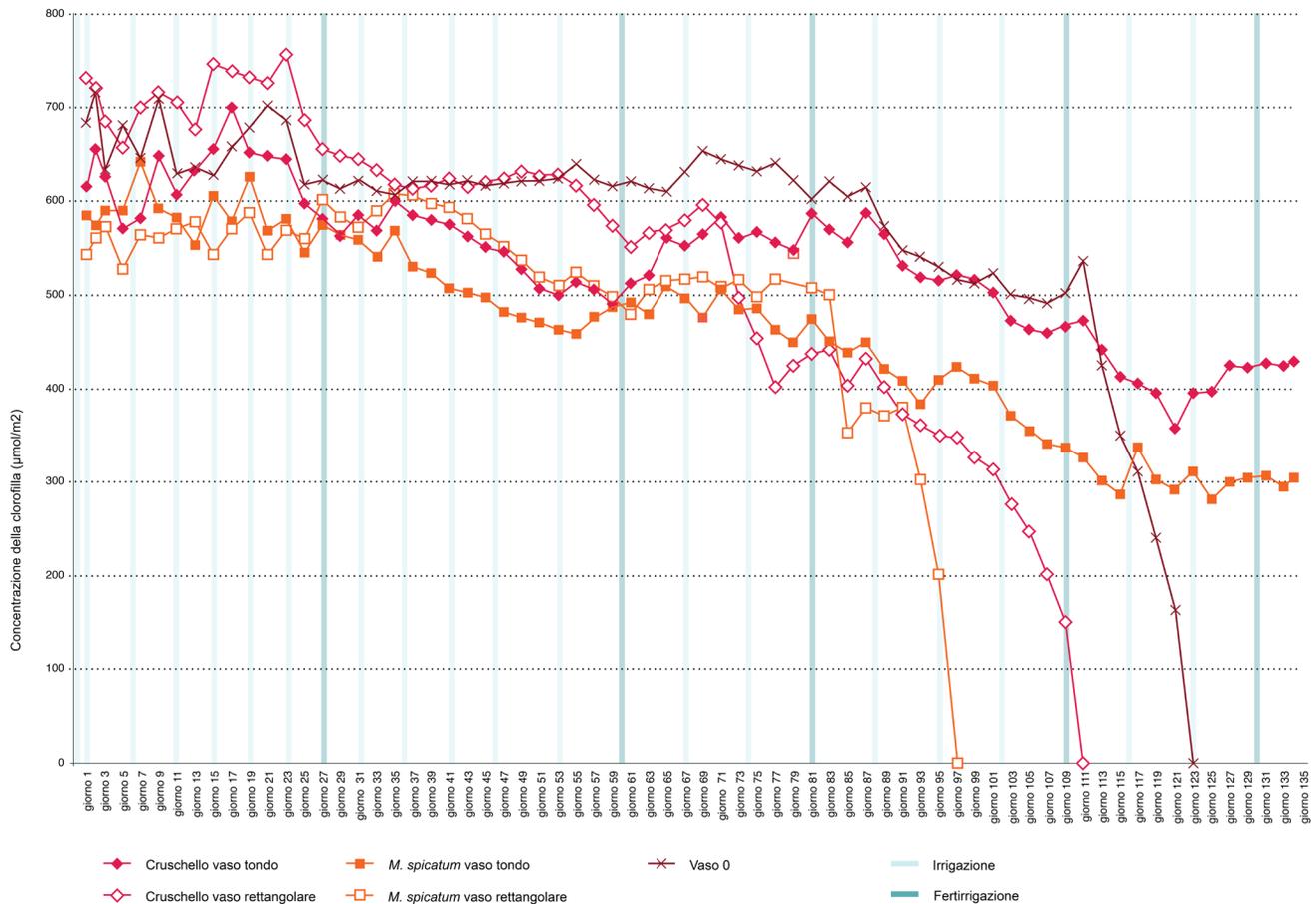


Fig.94: Grafico con tutte le tipologie di substrato per la specie vegetale *S. wallisii*

Secondo il grafico qui riportato si può sostenere che la specie vegetale *S. wallisii* dopo aver aumentato il tempo tra un'annaffiatura e l'altra, presenta dei valori più stabili per la durata di circa due mesi; per poi avere una ricaduta verso l'84esimo giorno fino ad un decadimento totale per tre test su cinque, tra il 97esimo e il 123esimo giorno. Invece per quanto concerne la fertirrigazione, i valori subito dopo averla effettuata, sono complessivamente maggiori rispetto ai giorni prima o al giorno stesso.

Misura della clorofilla per la specie vegetale *D. compacta* nei diversi substrati

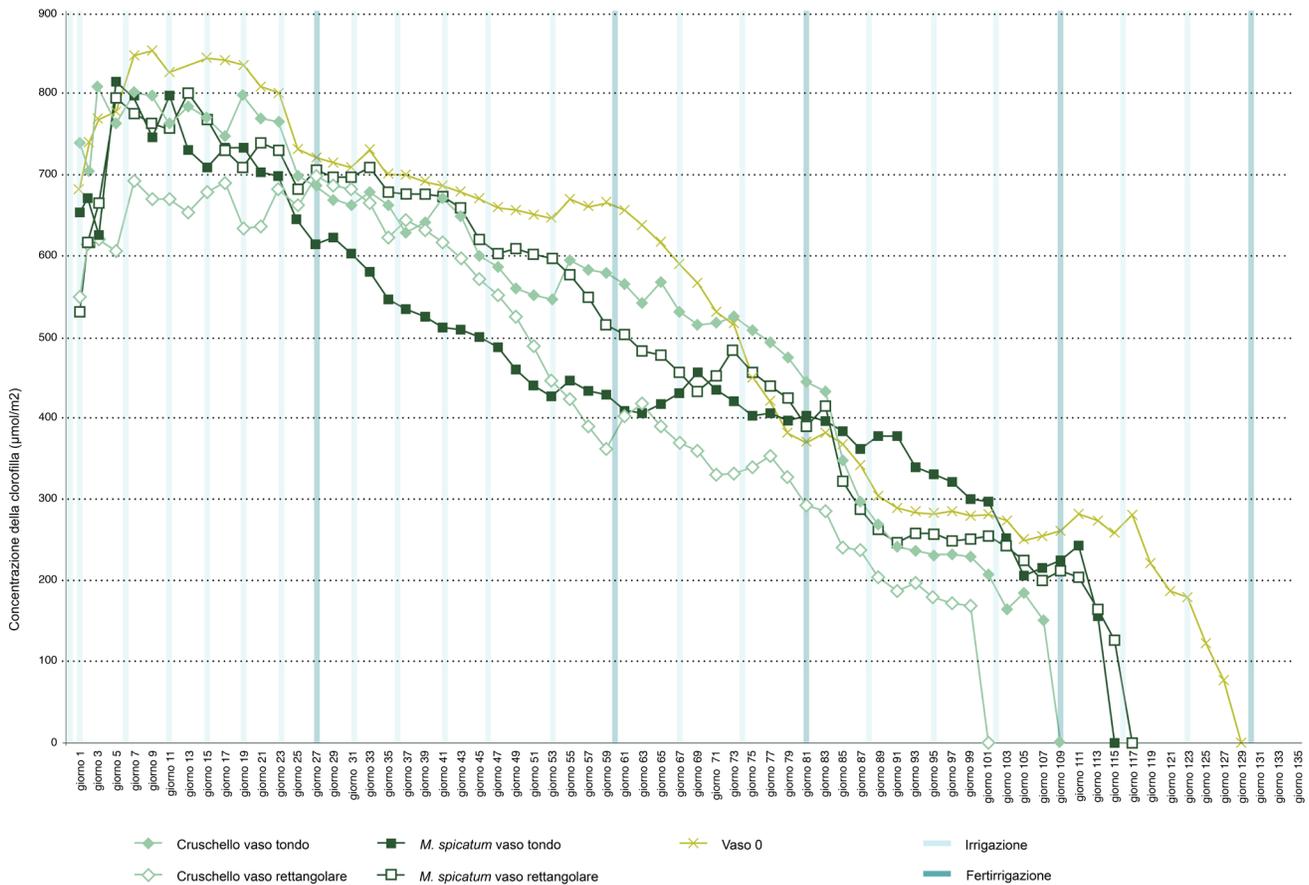


Fig.95: Grafico con tutte le tipologie di substrato per la specie vegetale *D. compacta*

La *D. compacta*, sembra non essere affetta dalla frequente irrigazione del primo mese e mezzo, infatti presenta dei valori alti fino alla prima fertirrigazione. Dopo si può notare una lento calo dell'andamento di tutti e cinque i test. Tra tutte le specie vegetali analizzate, questa è l'unica a non essere riuscita ad arrivare alla fine dei 134 giorni di campionamento. Dal grafico non sembra essere influenzata dalla fertirrigazione, infatti è l'unica a non avere dei valori più alti dopo aver utilizzato il fertilizzante.

CONFRONTO DATI

10. Ci sono delle corrispondenze tra questi due substrati analizzati e i due analizzati da Matteo De Lucia (argilla espansa e lolla di riso)? La tipologia di pianta influisce sui valori?

Misura della clorofilla per le tre specie vegetali in terriccio + cruschetto

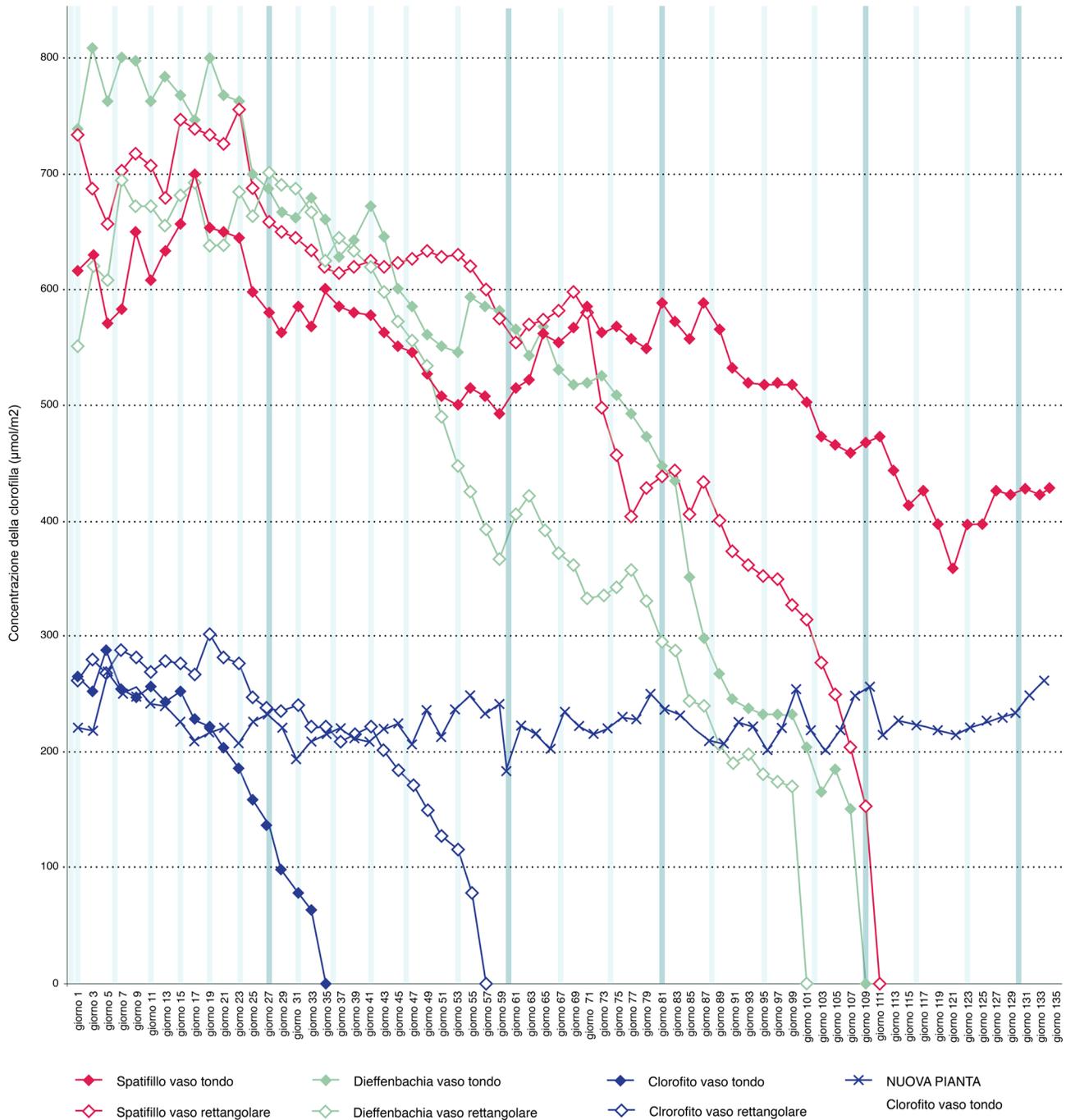


Fig. 96: Grafico per tutte le specie vegetali con il substrato di terriccio + cruschetto

Misura della clorofilla per le tre specie vegetali in terriccio + *M. spicatum*

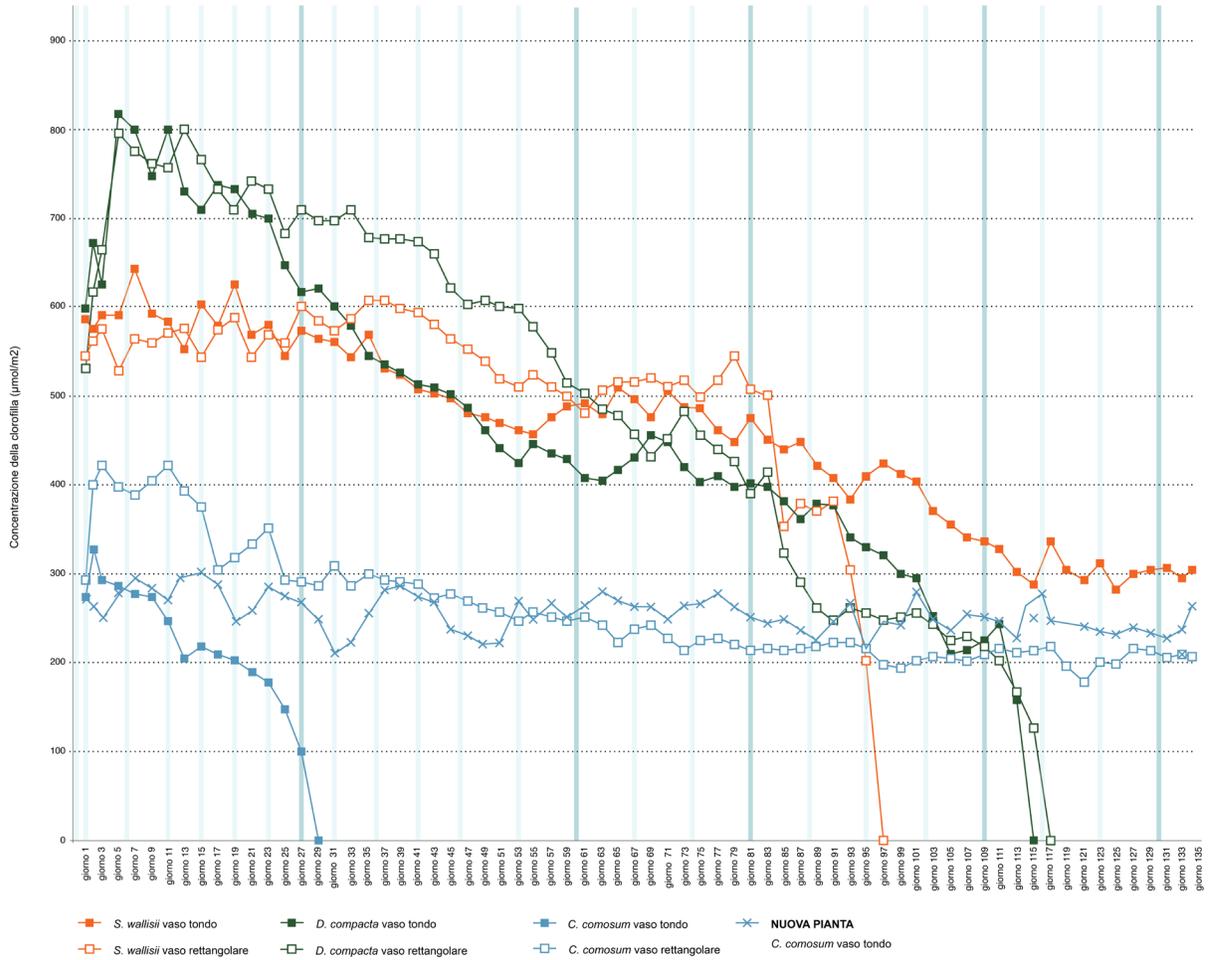


Fig. 97: Grafico per tutte le specie vegetali con il substrato di terriccio + *M. spicatum*

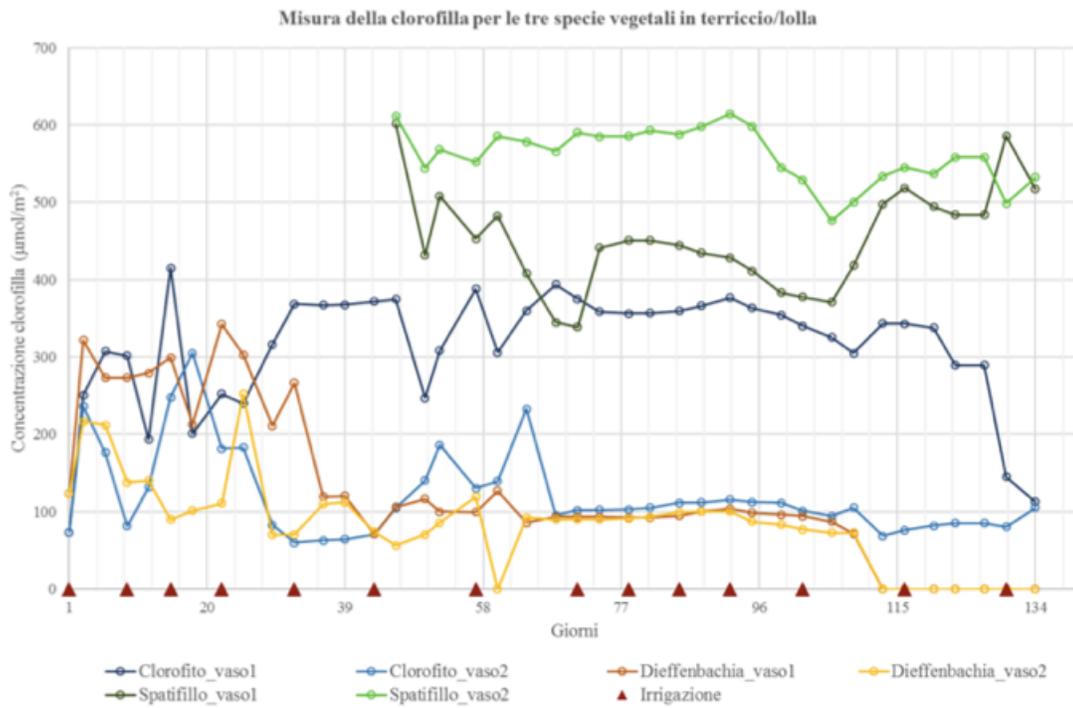


Fig. 98: Grafico tratto dalla tesi “Lolla di riso ed efficienza energetica: progettazione e valutazione di pareti verdi modulari indoor”, Matteo De Lucia

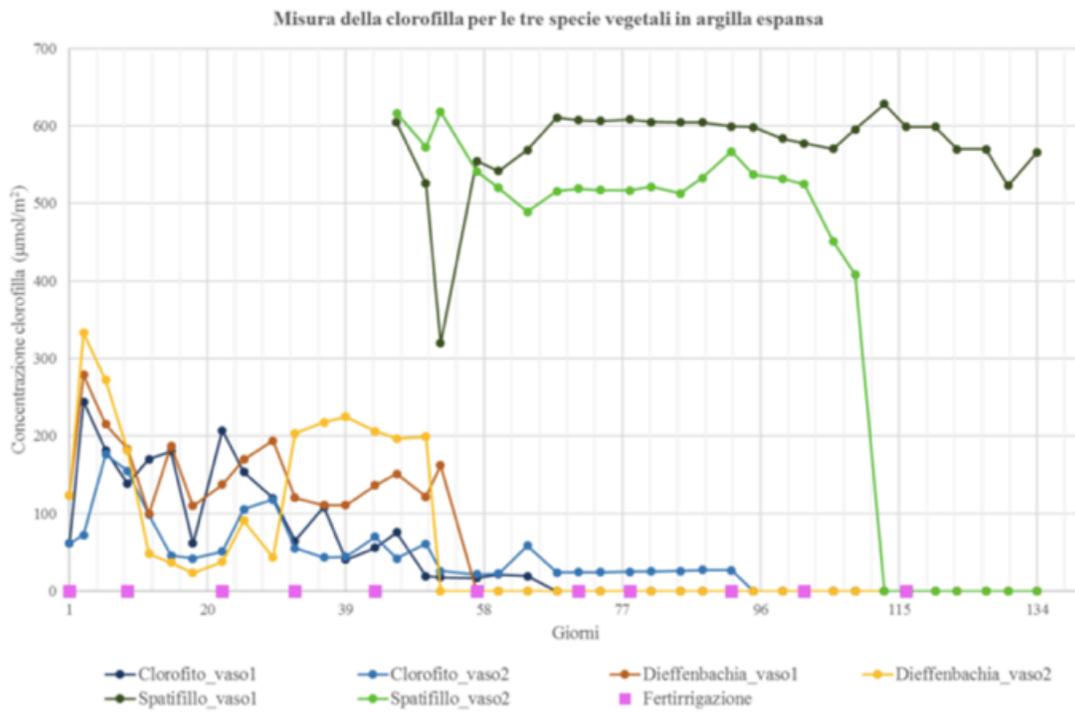


Fig. 99: Grafico tratto dalla tesi “Lolla di riso ed efficienza energetica: progettazione e valutazione di pareti verdi modulari indoor”, Matteo De Lucia

Confrontando i quattro substrati, i due analizzati in questo lavoro e i due analizzati nella tesi di Matteo De Lucia, si possono rilevare delle differenze e delle similitudini.

Le piante coltivate nel substrato alternativo di *M. spicatum* hanno risposto meglio rispetto al cruschello, con un tasso di sopravvivenza del 50%, mentre per il cruschello è del 33%; mentre quello della lolla di riso è del 66,6% rispetto a quello dell'argilla espansa che è del 16,6 %.

L'andamento dello *S. wallisii*, per tutti e quattro i substrati rispecchia quello della pianta di riferimento (test 0), mostrando un intervallo di variazione della concentrazione della clorofilla superiore a quello delle altre specie. È possibile ribadire che la specie vegetale *S. wallisii* è la più resistente, infatti è l'unica che è resistita nell'argilla espansa. Per entrambe le specie *C. comosum* e *D. compacta*, si è riscontrata una risposta negativa della pianta all'argilla espansa, sia nel caso del vaso tondo che quello rettangolare, che muore intorno al giorno 49. Utilizzando il substrato di terriccio e lolla di riso, la situazione migliora per il *C. comosum* mentre l'esito per la *D. compacta* rimane lo stesso ma viene ritardato. Per quanto riguarda la *D. compacta* e il *C. comosum* iniziale, in entrambi i substrati (cruschello e *M. spicatum*), non si rileva un cambiamento positivo sostanziale, infatti questa specie vegetale non risponde bene a nessun substrato innovativo.

Per quanto riguarda i nuovi test di *C. Comosum* nei substrati di cruschello e macrofita si può notare un trend positivo che ha portato alla sopravvivenza della pianta fino al 89esimo giorno (18/04/21)

Considerazioni finali

In base alle foto, ai grafici e dall'analisi critica sopra riportate, si possono stilare alcune considerazioni finali riguardo ai due substrati alternativi (terriccio + cruschello e terriccio + macrofita) e anche sulle tre specie vegetali esaminate (*C. comosum*, *S. wallisii*, *D. compacta*).

In conclusione si può osservare:

1. Una correlazione più o meno evidente delle tre specie vegetali all'irrigazione e fertirrigazione, che non dipende dal substrato. Le specie che più dipendono dalle condizioni idriche sono il *C. comosum* e la *D. compacta*; anche se l'ultima non è soggetta a miglioramenti in seguito alle fertirrigazioni, cosa che succede alle altre due tipologie di piante.
2. Si può appurare che le tre specie vegetali abbiano una sensibilità differente alle condizioni ambientali. In particolare, la più sensibile sembra essere il *C. comosum* (se irrigato troppo, però se

si tiene conto solo degli ultimi test allora è la dieffenbachia quella più sensibile, quindi da rivedere alla fine del campionamento) che presenta casi di marciume radicale data delle frequenti irrigazioni, infatti è la prima a manifestare segni di malessere. Però anche la *D. compacta* dopo i primi due mesi abbastanza stabili, inizia poi un decadimento lento ma costante che porta alla morte di tutti i test.

3. Dalle tabelle si nota un tasso di crescita maggiore per la specie di *C. comosum*, sia nei due strati alternative, sia nella pianta originale (test 0).

4. C'è stata una risposta migliore delle piante coltivate nel substrato alternativo di *M. spicatum* rispetto a quello con il cruschetto, con una percentuale di sopravvivenza del 50%, mentre per il cruschetto e del 33%.

Specie	Periodo di campionamento (gg)	TDC (cm/gg)	TDC (%)	Esito
C. Comosum	53 su 134	0,0472	4,72	Morta
NUOVO C. Comosum	134 su 134	0,0187	1,87	Viva
S. Wallisii	123 su 134	0,0106	1,06	Morta
D. Compacta	129 su 134	0,0155	1,55	Morta

Fig. 100: Tasso di crescita delle tre piante zero

Specie	Vaso	Periodo di campionamento (gg)	Terriccio e macrofita		Esito
			TDC (cm/gg)	TDC (%)	
C. Comosum	tondo	29 su 134	0,0690	6,90	Morta
	rettangolare	134 su 134	0,0149	1,49	Viva
NUOVO C. Comosum	tondo	134 su 134	0,0187	1,87	Viva
S. Wallisii	tondo	134 su 134	0,0149	1,49	Viva
	rettangolare	97 su 134	0,0155	1,55	Morta
D. Compacta	tondo	115 su 134	0,0174	1,74	Morta
	rettangolare	117 su 134	0,0128	1,28	Morta

Fig. 101: Tasso di crescita delle tre specie vegetali per il substrato terriccio e *M. Spicatum*

Specie	Vaso	Periodo di campionamento (gg)	Terriccio e cruschetto		Esito
			TDC (cm/gg)	TDC (%)	
C. Comosum	tondo	35 su 134	0,0571	5,71	Morta
	rettangolare	57 su 134	0,0175	1,75	Morta
NUOVO C. Comosum	tondo	134 su 134	0,0112	1,12	Viva
S. Wallisii	tondo	134 su 134	0,0149	1,49	Viva
	rettangolare	111 su 134	0,0198	1,98	Morta
D. Compacta	tondo	109 su 134	0,0183	1,83	Morta
	rettangolare	101 su 134	0,0248	2,48	Morta

Fig. 102: Tasso di crescita delle tre specie vegetali per il substrato terriccio e cruschetto





Capitolo 6
VALUTAZIONE
PRESTAZIONE TERMICA

Capitolo 6

VALUTAZIONE PRESTAZIONE TERMICA

Dopo aver analizzato le caratteristiche tecniche delle pareti verdi e analizzato la possibile applicazione del *M. spicatum* e del cruschello come substrati alternativi, si è passati all'applicazione di questi substrati su due moduli per pareti verdi indoor. Si è deciso di utilizzare i moduli realizzati da Matteo De Lucia, per avere una continuità del lavoro. (De Lucia, 2020)

Come già riportato nel Capitolo 2, si è tenuto conto nello specifico dell'effetto ombra e dell'evaporatrespirazione nel calcolo della prestazione termica rispetto alle due tipologie di parete verde da interno. Lo scopo è quello di calcolare lo scambio termico dei moduli progettati, si è tenuto conto il contributo del solo isolamento termico. Per il calcolo di questi parametri è stato usato il software gratuito TerMus-G, fornito dall'azienda Acca software. Le schede dei due moduli si trovano nell'allegato 2, alla fine del capitolo.

TERMUS G

Schede prestazione termica Modulo 1

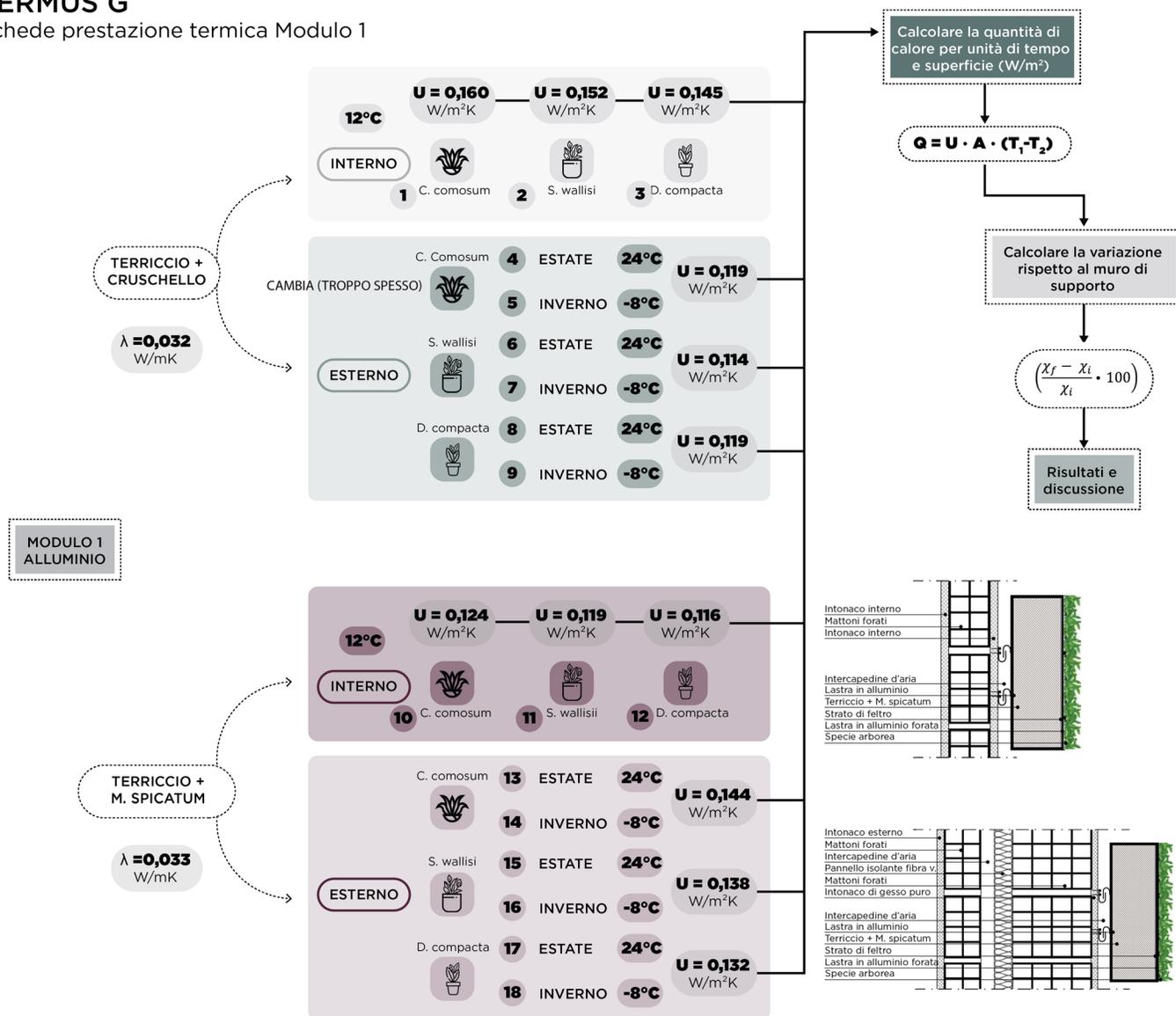


Fig. 103: Metodologia prestazione termica Modulo 1 - alluminio, Termus G

TERMUS G

Schede prestazione termica Modulo 2

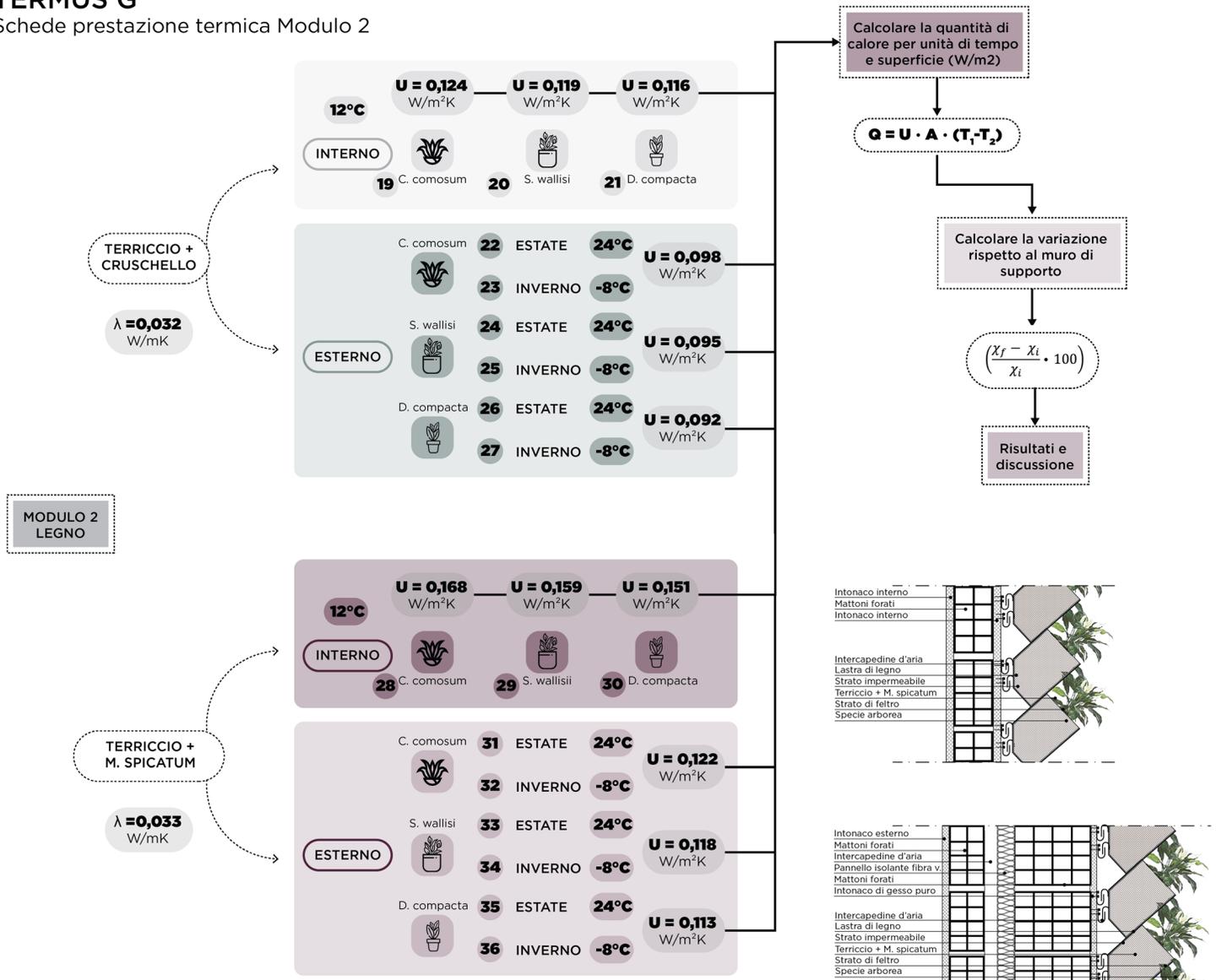


Fig. 104: Metodologia prestazione termica Modulo 2 - legno, Termus G

Per svolgere questo compito è stato utilizzato il software gratuito TerMus-G, fornito dall'azienda Acca software, il quale consente di calcolare la trasmittanza termica di una parete a più strati e di effettuare la verifica della condensa interstiziale grazie al diagramma di Glazer.

Il calcolo è stato eseguito considerando il posizionamento dei due moduli, sia su parete perimetrale (Fig.105) che tramezzo interno (Fig.106) sia in condizioni invernali sia estive. Si riportano nella tabella n.111 e n.112 le caratteristiche degli strati rispettivamente del muro perimetrale e del tramezzo interno. I dati che riportati nelle tabelle seguenti sono adattati dalla tesi di Matteo De Lucia, in base alle stratigrafie dei due moduli progettati dallo stesso Matteo De Lucia.

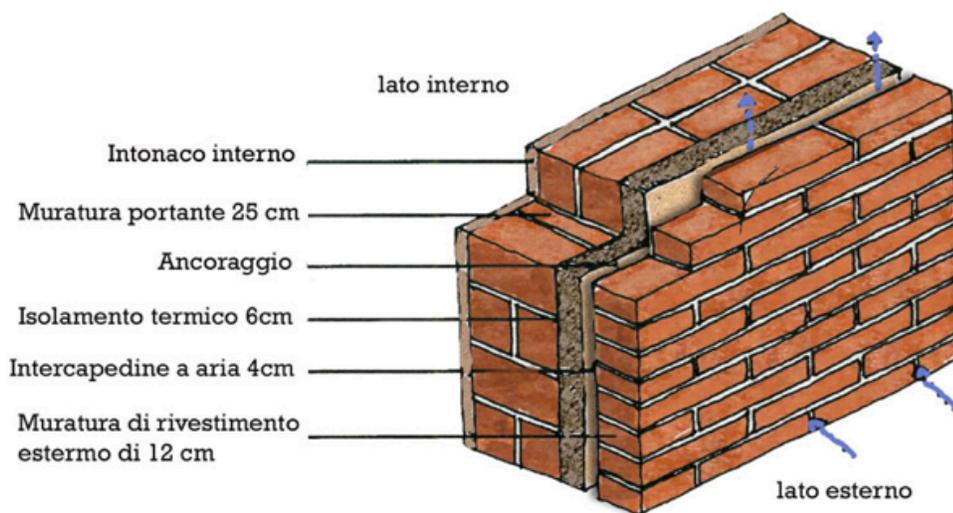


Fig. 105: Stratigrafia muro perimetrale senza intonaco (Fonte: <https://www.faidanoi.it/tecniche-i-muri-perimetrali/>)



Fig. 106: Stratigrafia tramezzo interno (www.edilportale.it)

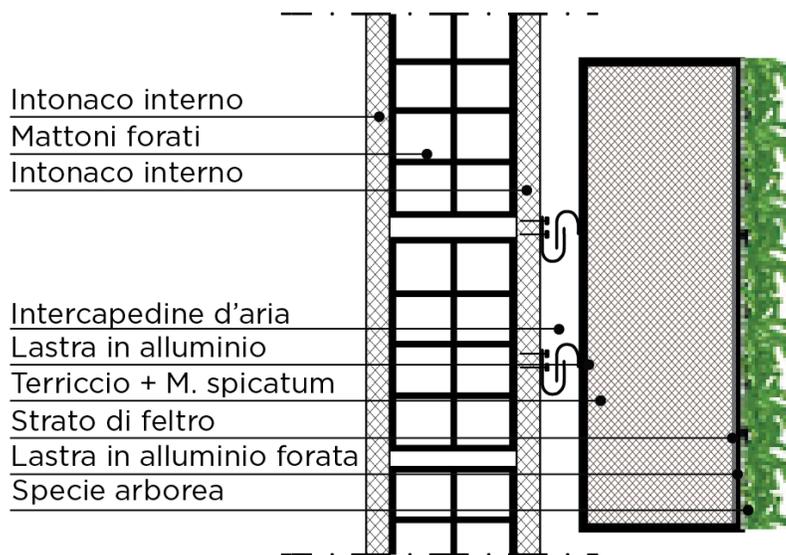


Fig. 107: Dettaglio stratigrafia muro interno modulo 1, alluminio

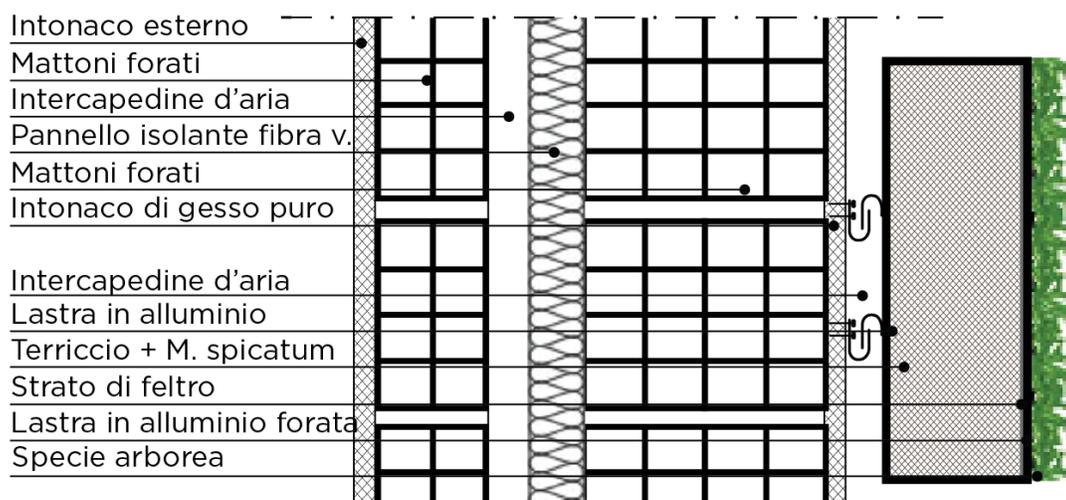


Fig. 108: Dettaglio stratigrafia muro esterno modulo 1, alluminio

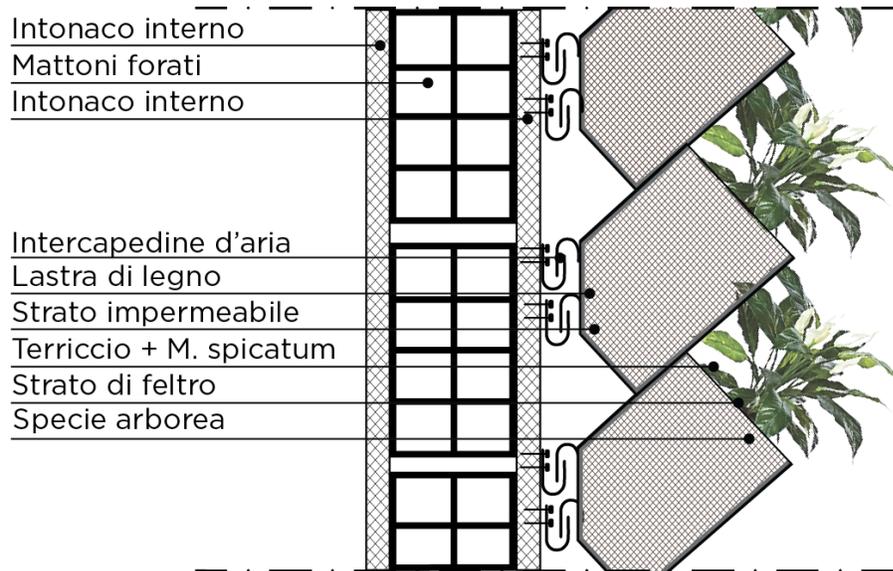


Fig. 109: Dettaglio stratigrafia muro interno modulo 2, legno

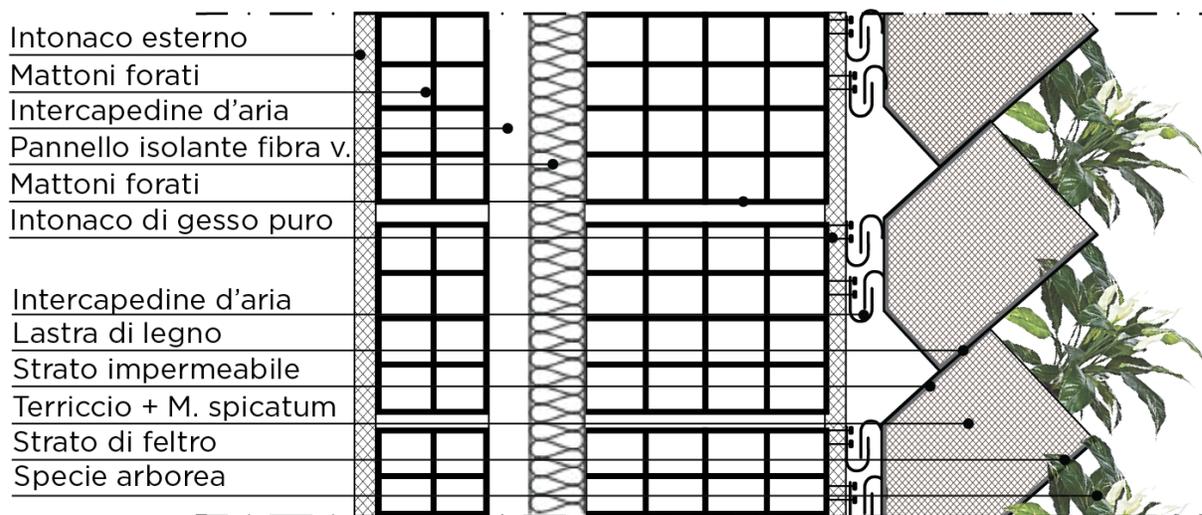


Fig. 110: Dettaglio stratigrafia muro esterno modulo 2, legno

Materiale	Spessore (mm)	Coeff. di resistenza al vapore acqueo (μ) (%)	Massa volumica (kg/m^3)	Conducibilità (W/mK)
Intonaco esterno	10	22,71	1800	0,9
Mattoni forati (umid. 0,5%)	120	5,36	600	0,13
Aria	40	1	50	0,29
Pannello isolante in fibra di vetro	60	1,29	30	0,04
Mattoni forati (umid. 0,5%)	250	5,36	600	0,13
Intonaco di gesso puro	1	10,72	1200	0,35

Fig. 111: Caratteristiche degli strati di un muro perimetrale

Materiale	Spessore (mm)	Coeff. di resistenza al vapore acqueo (μ) (%)	Massa volumica (kg/m^3)	Conducibilità (W/mK)
Intonaco interno	20	10,72	1400	0,7
Mattoni forati (umid. 0,5%)	120	6,82	1200	0,32
Intonaco interno	20	10,72	1400	0,7

Fig. 112: Caratteristiche degli strati per tramezzo interno

Seguendo i disegni progettuali dei moduli di parete verde – progettati da Matteo De Lucia – è stata costruita la stratigrafia sul software. Alcuni dati non erano presenti nella libreria di materiali del software, per cui sono stati definiti analiticamente o recuperati da pubblicazioni scientifiche.

In particolare, è stato necessario inserire alcuni dati relativi agli strati occupati dalle specie vegetali e dai substrati alternativi.

Riguardo le specie vegetali, il loro spessore è stato valutato sulla base dell'altezza da esse raggiunta, il valore di conducibilità termica è stato assunto pari a 0,15 secondo quanto riportato da Yi et al. (2019). Mentre

il coefficiente di resistenza al vapore acqueo è stato posto pari a 1, essendo l'aria il materiale che comanda lo strato vegetale (Lambers et al., 1998).

In merito al substrato alternativo composto dal terriccio e cruschetto, il coefficiente di conducibilità termica è stato definito considerando i valori e le proporzioni delle sue componenti ($\lambda_{\text{terriccio}}=0,028$, $\lambda_{\text{cruschello}}=0,033$) e assunto pari a 0,032, mentre il coefficiente di resistenza al vapore è stato fornito dal software.

Nello stesso modo si è trovato il coefficiente di conducibilità termica del substrato costituito da terriccio e *M. spicatum*, tenendo conto dei suoi componenti ($\lambda_{\text{terriccio}}=0,028$, $\lambda_{\text{macrofita}}=0,035$) e assunto pari 0,033.

Tutte le caratteristiche considerate per i tre moduli sono mostrate nelle Tabella 114 (modulo in legno), Tabella 113 (modulo in alluminio).

Materiale	Spessore (mm)	Coeff. di resistenza al vapore acqueo (μ) (%)	Massa volumica (kg/m ³)	Conducibilità (W/mK)
Intercapedine d'aria	40	1	50	0,29
Lastra in alluminio	1	1	2700	220
Terriccio + cruschetto	200	3,09	300	0,032
Terriccio + <i>M. Spicatum</i>	200	3,09	300	0,033
Strato di feltro	3	584,84	120	0,05
Lastra in alluminio forata	1	1	2700	220
Specie arborea (<i>C. Comosum</i>)	150	1	50	0,15
Specie arborea (<i>S. Wallisii</i>)	200	1	50	0,15
Specie arborea (<i>D. Compacta</i>)	250	1	50	0,15

Fig. 113: Caratteristiche strati modulo 1 in alluminio

Materiale	Spessore (mm)	Coeff. di resistenza al vapore acqueo (μ) (%)	Massa volumica (kg/m ³)	Conducibilità (W/mK)
Intercapedine d'aria	40	1	50	0,29
Lastra di legno	10	643,33	450	0,1
Strato impermeabile	1	19300	1100	0,23
Terriccio + cruschetto	200	3,09	300	0,032
Terriccio + M. Spicatum	200	3,09	300	0,033
Strato di feltro	3	584,84	120	0,05
Specie arborea (C. Comosum)	150	1	50	0,15
Specie arborea (S. Wallisii)	200	1	50	0,15
Specie arborea (D. Compacta)	250	1	50	0,15

Fig. 114: Caratteristiche strati modulo 2 in legno

La Conducibilità Termica è una proprietà fisica dei materiali che misura la capacità di conduzione del calore. Un isolante termico è un materiale usato in edilizia è caratterizzato dal fatto di essere una barriera al passaggio del calore, ha poca capacità di condurre il calore. La Resistenza Termica di un materiale rappresenta la capacità del materiale di opporsi al flusso di calore. Un isolante termico è caratterizzato da un'alta resistenza termica. Tanto migliore è un isolante termico, maggiore sarà il suo valore di resistenza termica. (<https://italy.ediltec.com/it/note-tecniche/la-conducibilita-termica>)

Una volta completate le caratteristiche nel software TerMus-G, è stato possibile ottenere i valori di trasmittanza utilizzati per definire la quantità di calore che attraversa la parete per unità di tempo e superficie attraverso la seguente formula:

$$Q = U \cdot A \cdot (T1-T2) \quad [W/m^2]$$

Dove:

- U la trasmittanza (W/m²K);
- A la superficie della parete;
- T1-T2 la differenza di temperatura.

Appena si è ottenuta la quantità di calore per unità di tempo e superficie è stato possibile calcolare la variazione rispetto al muro di supporto del modulo grazie alla seguente formula:

$$VARIAZIONE = \left(\frac{\chi_f - \chi_i}{\chi_i} * 100 \right)$$

Dove:

χ_f è il valore di quantità di calore attraverso una parete perimetrale o tramezzo;

χ_i è il valore di quantità di calore attraverso una parete perimetrale o tramezzo con aggiunta di parete verde.

I valori di trasmittanza, le corrispondenti quantità di calore e la sua variazione sono riportati nella figura 100.

In particolare, è possibile osservare:

- Una diminuzione della quantità di calore scambiata in tutti i casi considerati rispetto alla sola parete perimetrale o tramezzo interno;
- Per il modulo 1 (in alluminio) e il modulo 2 (in legno), il substrato alternativo, composto da terriccio e cruschetto, garantisce una dispersione di calore inferiore rispetto al terriccio e M. Spicatum. Nel caso di tramezzo interno la variazione massima è di -61,20 % (modulo in legno) mentre nella parete perimetrale è di -69,23 % (modulo in legno);
- Tra periodo invernale ed estivo la percentuale di variazione rimane uguale ma cambia il valore della quantità di calore che passa attraverso la parete.

				Risultati prove	T1 (°C)	T2(°C)	Spessore (mm)	Trasmittanza (W/m2K)	Quantità di calore per unità di tempo e superficie (W/m2)	Variazione (%)		
Muro esterno	Periodo invernale	-	-	Muro esterno	20	-8	490	0,299	8,372	-		
				Cruschello	Dieffenbachia	20	-8	930	0,11	3,08	-63,210702	
					Spatifillo	20	-8	880	0,114	3,192	-61,87291	
					Clorofito	20	-8	830	0,119	3,332	-60,200669	
				Macrofita	Dieffenbachia	20	-8	930	0,132	3,696	-55,852843	
					Spatifillo	20	-8	880	0,138	3,864	-53,846154	
					Clorofito	20	-8	830	0,144	4,032	-51,839465	
				Modulo 2	Cruschello	Dieffenbachia	20	-8	994	0,092	2,576	-69,230769
						Spatifillo	20	-8	944	0,095	2,66	-68,227425
						Clorofito	20	-8	894	0,098	2,744	-67,22408
					Macrofita	Dieffenbachia	20	-8	994	0,113	3,164	-62,207358
						Spatifillo	20	-8	944	0,118	3,304	-60,535117
	Clorofito	20	-8			894	0,122	3,416	-59,197324			
	Periodo estivo	-	-	Muro esterno	20	24	490	0,299	-1,196	-		
				Cruschello	Dieffenbachia	20	24	930	0,11	-0,44	-63,210702	
					Spatifillo	20	24	880	0,114	-0,456	-61,87291	
					Clorofito	20	24	830	0,119	-0,476	-60,200669	
				Macrofita	Dieffenbachia	20	24	930	0,132	-0,528	-55,852843	
					Spatifillo	20	24	880	0,138	-0,552	-53,846154	
					Clorofito	20	24	830	0,144	-0,576	-51,839465	
				Modulo 2	Cruschello	Dieffenbachia	20	24	994	0,092	-0,368	-69,230769
						Spatifillo	20	24	944	0,095	-0,38	-68,227425
						Clorofito	20	24	894	0,098	-0,392	-67,22408
					Macrofita	Dieffenbachia	20	24	994	0,113	-0,452	-62,207358
Spatifillo						20	24	944	0,118	-0,472	-60,535117	
Clorofito	20	24	894			0,122	-0,488	-59,197324				
Muro interno	-	-	Muro esterno	20	12	490	0,299	2,392	-			
			Cruschello	Dieffenbachia	20	12	600	0,145	1,16	-51,505017		
				Spatifillo	20	12	550	0,152	1,216	-49,16388		
				Clorofito	20	12	500	0,16	1,28	-46,488294		
			Macrofita	Dieffenbachia	20	12	600	0,185	1,48	-38,12709		
				Spatifillo	20	12	550	0,22	1,76	-26,421405		
				Clorofito	20	12	500	0,221	1,768	-26,086957		
			Modulo 2	Cruschello	Dieffenbachia	20	12	664	0,116	0,928	-61,204013	
					Spatifillo	20	12	614	0,119	0,952	-60,200669	
					Clorofito	20	12	564	0,124	0,992	-58,528428	
				Macrofita	Dieffenbachia	20	12	664	0,151	1,208	-49,498328	
					Spatifillo	20	12	614	0,159	1,272	-46,822742	
					Clorofito	20	12	564	0,168	1,344	-43,812709	

Fig.115: Risultati di Termus G, per le diverse tipologie di murature

I file ottenuti con TerMus-G per le varie casistiche, riportati in Appendice A, contengono al loro interno anche i diagrammi di Glaser che permettono di effettuare la verifica della condensa interstiziale.

Questi diagrammi si riferiscono ai singoli mesi dell'anno ed evidenziano i mesi più critici per la formazione di eventuali muffe.

In tutti i casi del modulo 1, in alluminio, non si verifica condensa. Mentre per quanto riguarda il modulo 2 ci sono dei fenomeni di condensa interstiziali dati dai fogli di materiale impermeabile. Però essendo la condensa interstiziale minore di 500 g/m^2 , nei risultati le condizioni vengono soddisfatte, secondo la norma UNI la verifica è superata.

La verifica della condensa risulta verificata se vengono soddisfatte due condizioni:

1. Se si forma condensa essa rievapora completamente nei mesi seguenti
2. La quantità di condensa che si forma è inferiore ai 500 g/m^2

Si riporta di esempio il grafico relativo all'applicazione del modulo in alluminio con *D. compacta* come specie vegetale e substrato alternativo di *M. spicatum* in tramezzo interno (Figura 116).

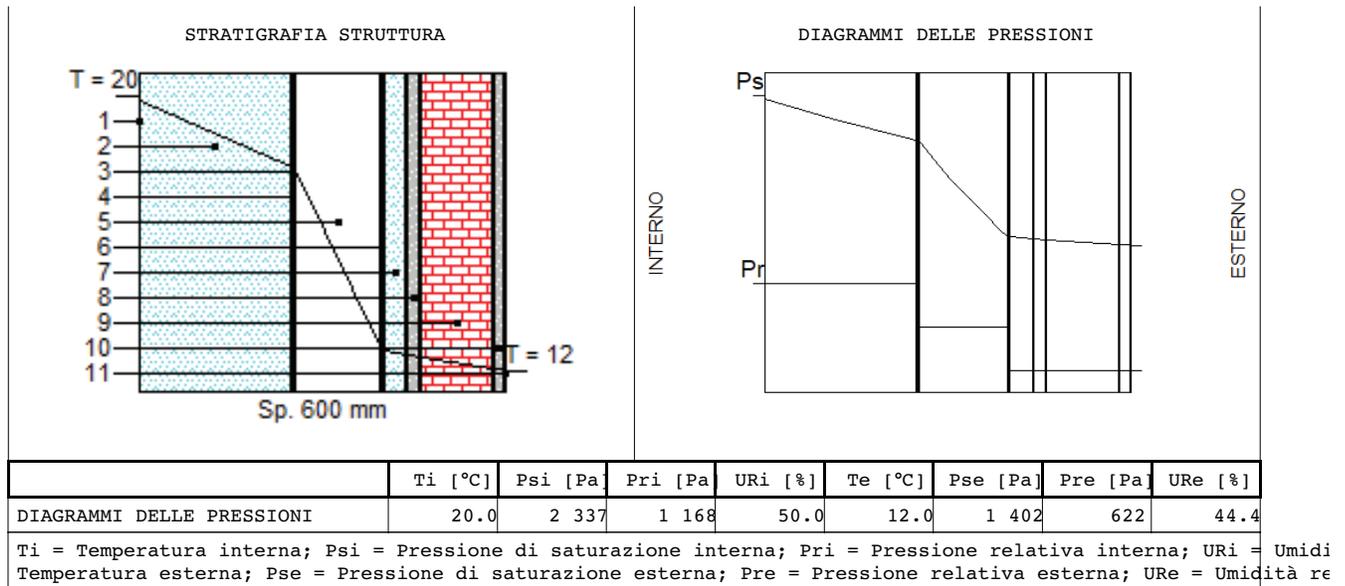


Figura 116: Verifica idrometrica per tramezzo interno con modulo in alluminio costituito da substrato alternativo di *M. spicatum* e *D. compacta* come specie vegetale

6.1 Risultati e discussione

La valutazione dell'efficienza termica delle pareti indoor è stata ricavata grazie al software TerMus-G che ha permesso di effettuare, una valutazione della possibile condensa interstiziale evidenziando i mesi più rischiosi.

I risultati ottenuti hanno dimostrato la capacità dei moduli progettati e, più in generale, delle pareti verdi indoor di aumentare l'isolamento termico senza causare condensa dando un contributo positivo sia nei periodi invernali che in quelli estivi.

Per analizzare al meglio i risultati sono state formulate delle domande qui riportate:

1. In quale substrato c'è una variazione maggiore, e quindi una dispersione di calore minore? La tipologia di substrato influisce sui valori di "Quantità di calore per unità di tempo e superficie"?

Secondo i dati, il modulo 2 (in legno), presenta una dispersione di calore minore e di conseguenza presenta dei valori migliori per quanto riguarda la quantità di calore scambiato rispetto all'altro modulo (in alluminio), sia nel caso invernale che estivo (interno ed esterno), sia con il substrato di terriccio e cruschetto.

In particolare, la massima riduzione di quantità di calore per unità di tempo si ha con l'applicazione del substrato di terriccio e cruschetto. Poiché il coefficiente di conducibilità termica è minore rispetto al substrato di terriccio e macrofita, quindi ha un risultato migliore per quanto riguarda la prestazione termica. La validità del substrato alternativo di cruschetto è ulteriormente confermata in tutte le sue applicazioni, garantendo risultati migliori rispetto al substrato alternativo con M. Spicatum.

2. La tipologia di modulo, quindi di materiale, influisce sui valori di "Quantità di calore per unità di tempo e superficie"? Se sì, quale modello è più efficiente?

Sempre secondo i dati forniti da Termus-G, e poi inseriti nella tabella, si può notare che la variazione del modulo 2 (in legno) è di -69,23 %, quindi ha dei valori di resistenza al calore migliori rispetto al modulo 1 (in alluminio) che è invece -61,87% dello stesso substrato e specie vegetale, questi valori sono riferiti al substrato con il cruschetto, che ha dei valori migliori. In seguito si può dire che il modello più efficiente è quello in legno, modello 2, perché ha una trasmittanza termica minore rispetto a quella con l'alluminio e anche dato lo spessore maggiore del modulo con il legno influisce sull'esito.

3. Si sono manifestati dei fenomeni di condensa interstiziale nelle due tipologie? Qual'è quella più soggetta?

Si sono trovati dei fenomeni di condensa interstiziale nel modulo 2, quello in legno, data dal materiale "Fogli di materiale sintetico", che è interessato da una quantità stagionale di condensa maggiore a zero, quantità non ammissibile (max = 0.0000 kg/m²). Nel caso del modulo 1, in alluminio, la verifica della condensa interstiziale ha un esito positivo.

- Primo mese in cui si verifica la condensa: Novembre

- Ultimo mese in cui si verifica la condensa: Marzo.

4. I materiali, gli spessori e il substrato incidono sulla dispersione di calore?

Si può infine affermare che i materiali utilizzati, gli spessori dei moduli applicati alla muratura e il substrato incidono sul valore finale della dispersione di calore, secondo i risultati nello stesso substrato e con le stesse specie vegetali nei due moduli in questione.

5. Anche le specie vegetali sono influenti sulla prestazione termica della stratigrafia?

Inanzitutto bisogna sottolineare che i valori delle tre specie vegetali sono stati calcolati come se fossero una superficie fogliare unica, un volume pieno senza l'aria. Si è infatti simulato la parete fogliare come se fosse un volume pieno, quindi una copertura vegetale come se fosse un tutt'uno. Tenendo conto della la premessa appena riportata si può affermare che le specie vegetali influiscono sulla trasmittanza termica, quindi in seguito sulla quantità di calore dispersa. Il C. comosum ha la trasmittanza più alta, con un valore medio c'è lo S. wallisii, mentre la D. compacta ha il valore più basso; in seguito la varianza maggiore è della D. compacta, quindi ha una dispersione di calore minore, poi c'è lo S. wallisii e come ultimo c'è il C. comosum. I valori delle tre specie vegetali differiscono tra di loro perchè le tipologie di pianta hanno altezze diverse, e quindi uno spesso diverso.

6. C'è una differenza sostanziale tra il tramezzo interno e il muro perimetrale per quanto riguarda la differenza del flusso termico per unità di tempo e superficie?

Si può riscontrare una diminuzione maggiore del flusso termico per unità di tempo e superficie nell'applicazione del modulo verde su tramezzo interno rispetto al muro perimetrale. Questa differenza è data dall'evidente differenza di spessore dalle due tipologie di parete. Nel caso di applicazione di un modulo, sia esso in alluminio, in legno, la quantità di calore scambiata viene dimezzata rispetto al caso di sola parete perimetrale.

CONCLUSIONI

Il lavoro svolto durante questa tesi deriva dalla curiosità riguardo i sistemi di inverdimento verticale, nata dopo un workshop sostenuto al Politecnico di Torino, Life on wall. Avendo avuto l'opportunità di unire alle pareti verdi anche un approccio olistico e di economia circolare, ho potuto applicare diverse materie studiate nell'arco della magistrale.

Infatti le conoscenze acquisite in questi anni mi hanno consentito di sviluppare un progetto di parete verde, iniziando con la scelta dei substrati, fino a giungere alla valutazione della loro validità dal punto di vista energetico e tecnico. Nello specifico, la tesi si incentra sull'utilizzo del *M. spicatum* e del cruschello, per la determinazione dell'efficienza energetica per due moduli di parete verde indoor.

La scelta del *M. spicatum* mi ha dato l'opportunità di approfondire un tema, il problema delle piante acquatiche infestanti che sono diffuse in molti laghi eutrofici in Piemonte, in questo caso, ma anche nel mondo. Grazie ad un'intervista fatta al Geometra Claudio Oddone, è stato possibile analizzare al meglio la macrofita in questione, trovando le sue caratteristiche tecniche e le sue proprietà; inoltre, in contemporanea, è stata anche fatta un'analisi del secondo substrato: il cruschello e la sua filiera.

L'utilizzo del *M. spicatum* e del cruschello conferma la possibilità di un riuso di sottoprodotti industriali (cruschello) o di una pianta infestante che causa danni all'ecosistema (*M. spicatum*), come substrati per pareti verdi, andando ad incidere ancora di più sull'impatto ecologico di queste strutture.

Si sono inoltre confrontati i due moduli progettati da Matteo De Lucia, sottolineando pregi e difetti della struttura. Il metodo usato per l'analisi dei substrati, tramite la valutazione del tasso di crescita e concentrazione di clorofilla mediante il metodo diretto, e nel calcolo della prestazione termica, tramite la valutazione dello scambio termico, grazie al software TerMus-G.

In seguito ai risultati ottenuti nell'applicazione del *M. spicatum* e del cruschello e dall'analisi dei moduli utilizzati, è possibile ipotizzare una realizzazione di prototipi dei due moduli. Una loro applicazione rappresenta un possibile sviluppo futuro al fine di valutare la reale variazione di temperatura in ambiente indoor.

ALLEGATO 1

Intervista a Claudio Oddone

Tramite il comune di Viverone è stato possibile contattare il responsabile della gestione del lago, il Geometra Claudio Oddone. Tramite un'intervista per via telefonica è stato possibile avere delle notizie specifiche della macrofita studiata.

Negli articoli reperiti su internet vengono spesso citate come alghe, però come ha ribadito il Geometra Oddone, sono delle piante vere e proprie con fusto e radici. Non sono delle alghe, ma delle idrofite, il nome scientifico è *Myriophyllum spicatum*. Questa pianta acquatica prolifera in maniera corposa nei mesi compresi tra Aprile e Agosto

Due annate estremamente produttive sono state il 2018 e il 2020, mentre nel 2019 è stata quasi nulla.

Si formano anche delle formazioni algali, oltre che alle piante acquatiche.

Sono state organizzate delle spedizioni di volontari, che tramite tridenti hanno raccolto il *M. spicatum*. Mentre la quantità più significativa è stata raccolta da un macchinario montato su una barca, vengono prelevate e tramite una specie di tapis-roulat accumulata la macrofita nel cestello e vengono accumulate, per poi essere lasciate al sole ad essicare.

Nel 2018, dato che c'è stata una proliferazione massiccia, un'azienda locale di biogas è venuta a parlarne per trasformarle in biogas.

È una specie autoctona, diventata invasiva, poiché si è sviluppata in modo abnorme, avviene una sottrazione di ossigeno, può diventare un problema per la navigazione, il *M. spicatum* può incastrarsi tra i motori delle barche e può creare problemi.

Il lago di Viverone, essendo un bacino senza emissari e immissari, è destinato a diventare un'enorme torbiera.

Tutto quello scritto è stato detto dal Geometra Oddone e riscritto.

ALLEGATO 2

Schede tecniche Termus-G

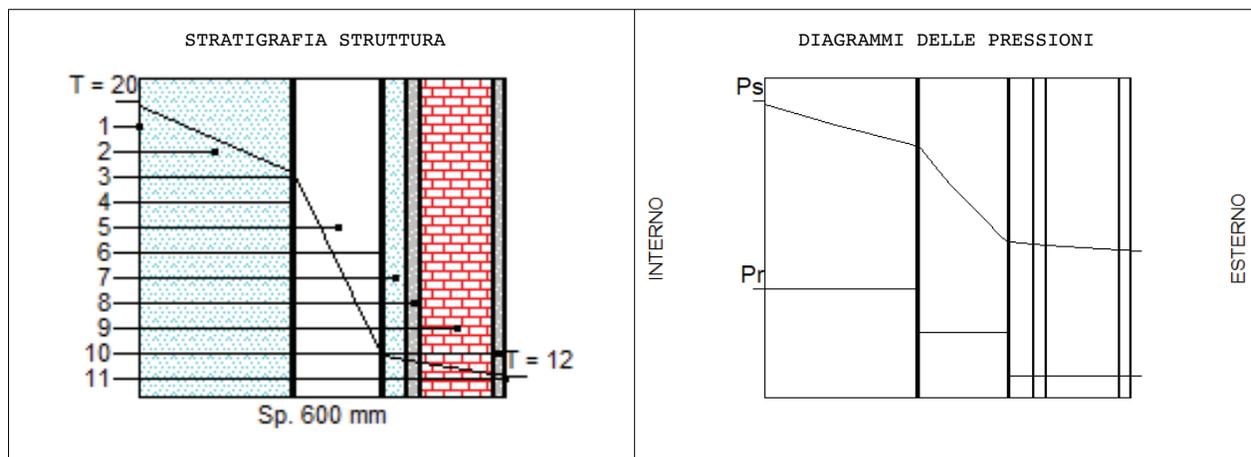
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete interna con modulo 1, terriccio più M. ; D.Compacta come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]	
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130	
2	Strato vegetale dieff	250	0.150	0.600	12.50	193.000	1000	1.667	
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000	
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060	
5	Substrato di terriccio più crusche 60%	145	0.032	0.221	43.50	62.500	1600	4.531	
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000	
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138	
8	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029	
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278	
10	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029	
11	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040	
RESISTENZA = 6.901 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 12.562 kJ/m²K				TRASMITTANZA = 0.145 W/m²K			
SPESSORE = 600 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 12.562 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 236 kg/m²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.02 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.09				SFASAMENTO = -6.33 h			
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296									

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URI [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URE [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	12.0	1 402	622	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URI = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URE = Umidità relativa esterna

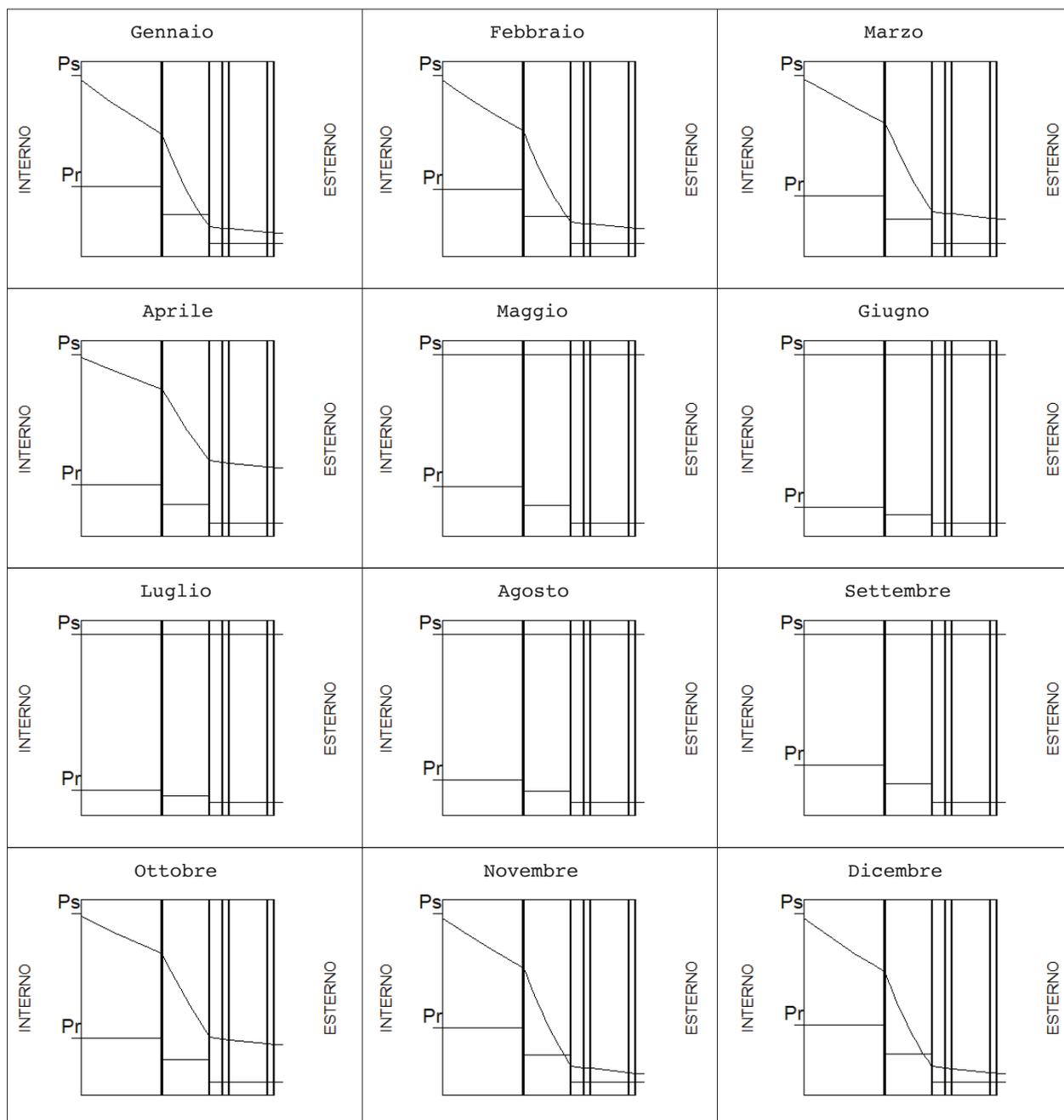
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete interna con modulo 1, terriccio più M. :
D.Compacta come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = unità abitativa tipo												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione		Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]						
1	Strato vegetale dieff		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
2	Alluminio.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
3	feltro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
4	Substrato di terriccio più cruschello - umidità 60%		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
5	Alluminio.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
6	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
7	Intonaco interno.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5% - mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
9	Intonaco interno.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
	TOTALE		0.0000	0.0000	0.0000							

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGOMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

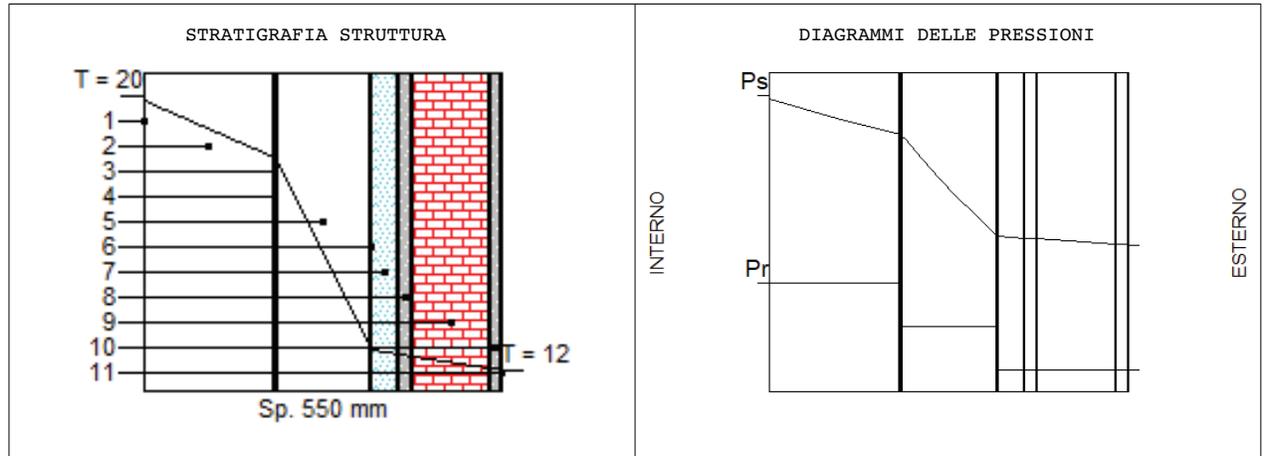
Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete interna con modulo 1, terriccio più M. ; come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale spat	200	0.150	0.750	10.00	193.000	1	1.333
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
5	Substrato di terriccio più crusche 60%	145	0.032	0.221	43.50	62.500	1600	4.531
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	20	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
10	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
11	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040

RESISTENZA = 6.567 m²K/W		TRASMITTANZA = 0.152 W/m²K
SPESSORE = 550 mm	CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 12.562 kJ/m²K	MASSA SUPERFICIALE = 233 kg/m²
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.02 W/m²K	FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.09	SFASAMENTO = -6.33 h
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	Uri [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	Ure [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	12.0	1 402	622	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; Uri = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; Ure = Umidità relativa esterna

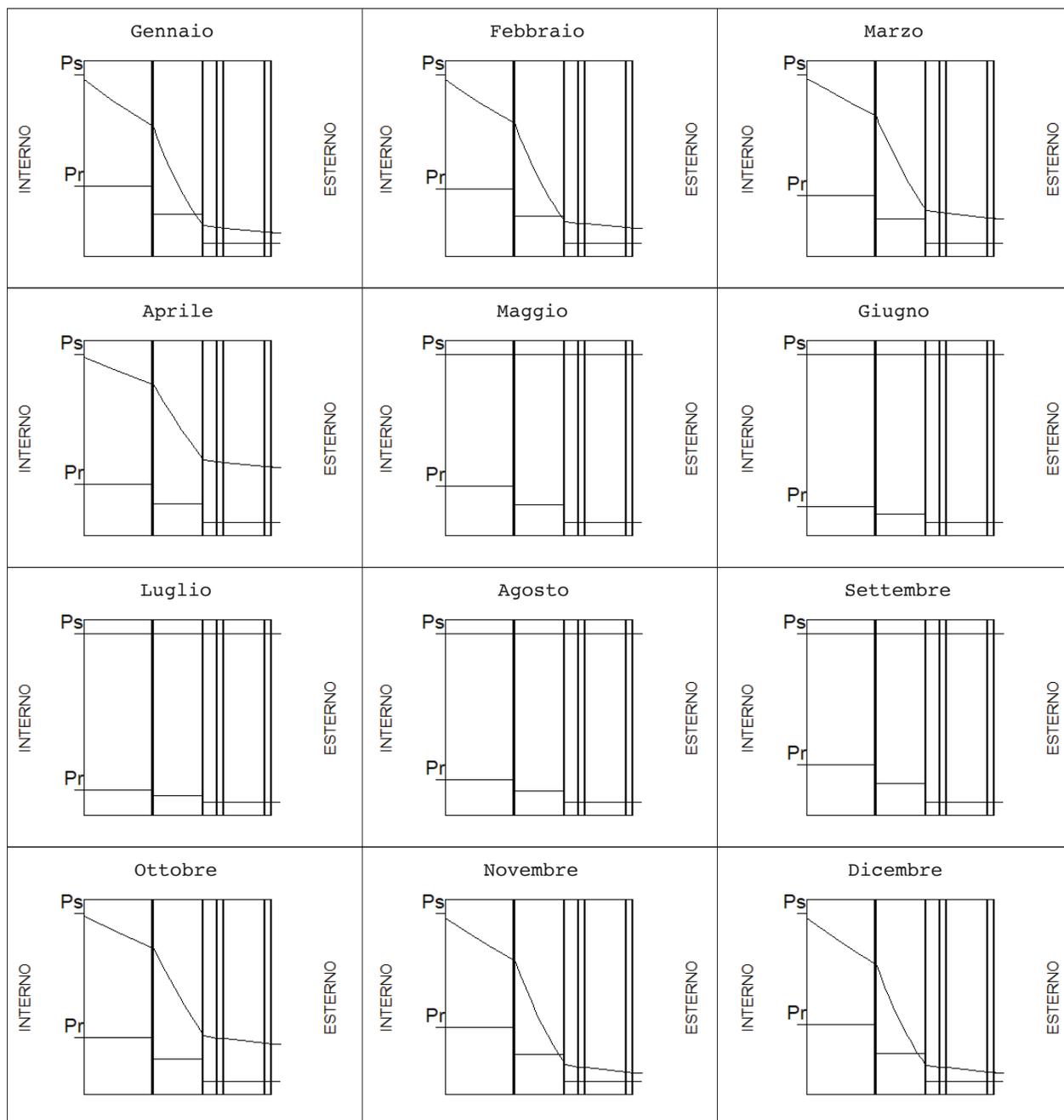
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete interna con modulo 1, terriccio più M. come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cfl = unità abitativa tipo												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale spat				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Substrato di terriccio più cruscello - umidità 60%				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
5	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5% - mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
	TOTALE				0.0000	0.0000	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

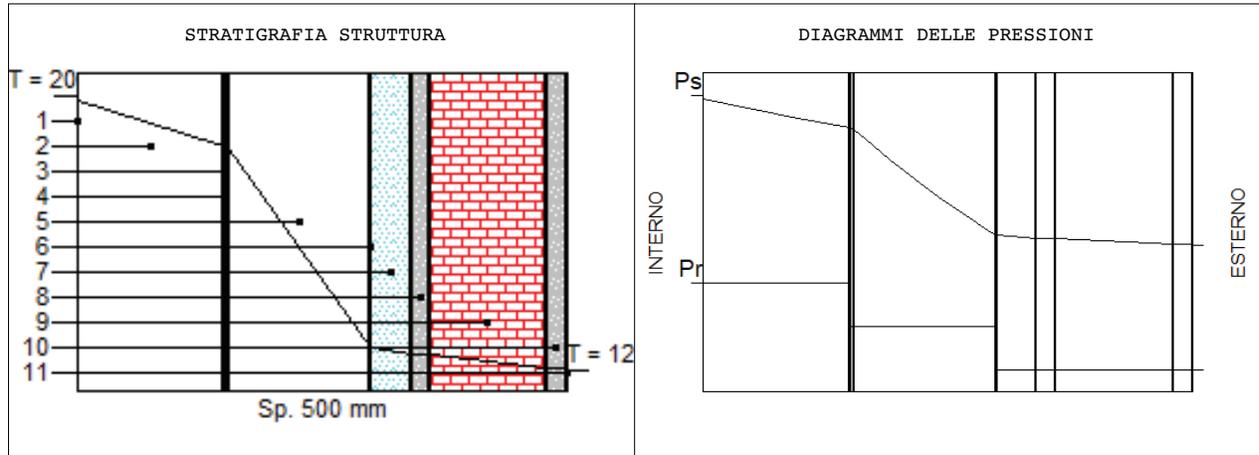
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete interna con modulo 1, terriccio più M. ; C.Comosum come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]	
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130	
2	Strato vegetale clor	150	0.150	1.000	7.50	193.000	1	1.000	
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000	
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060	
5	Substrato di terriccio più crusche 60%	145	0.032	0.221	43.50	62.500	1600	4.531	
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000	
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138	
8	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029	
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	20	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278	
10	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029	
11	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040	
RESISTENZA = 6.234 m²K/W				TRASMITTANZA = 0.160 W/m²K					
SPESSORE = 500 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 12.562 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 231 kg/m²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.02 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.09				SFASAMENTO = -6.33 h			
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296									

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URI [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URE [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	12.0	1 402	622	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URI = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URE = Umidità relativa esterna

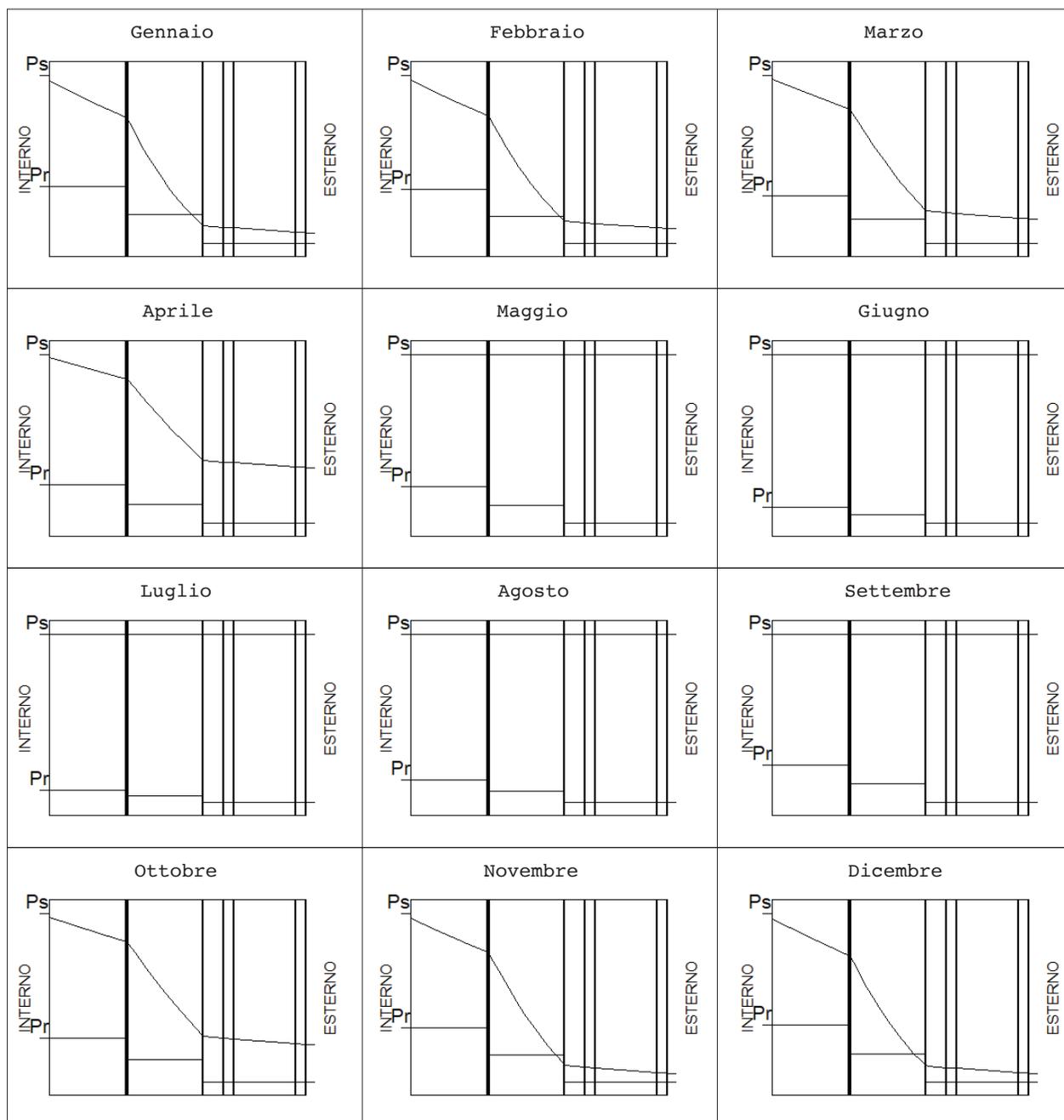
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete interna con modulo 1, terriccio più M. C. Comosum come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale		VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.								
Verifica formazione muffe		VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.								
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = unità abitativa tipo												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale clor				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Substrato di terriccio più cruscello - umidità 60%				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
5	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5% - mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
	TOTALE				0.0000	0.0000	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

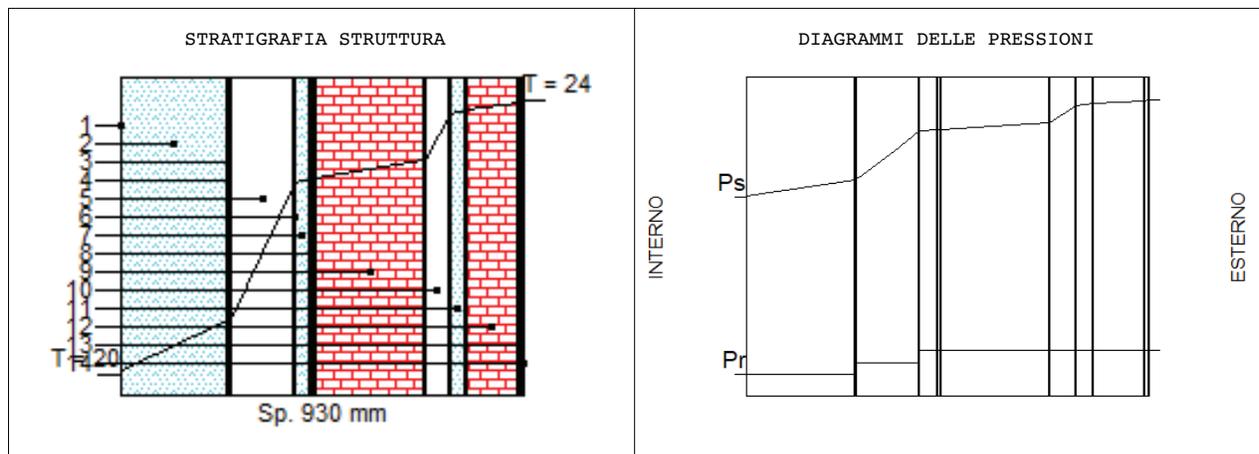
Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno
 Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più crudo
 Compacta come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m ² K]	M.S. [kg/m ²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m ² K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale dieff	250	0.150	0.600	12.50	193.000	1000	1.667
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
5	Substrato di terriccio più cruscello 145 umidità 60%	145	0.032	0.221	43.50	62.500	1600	4.531
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 9.100 m ² K/W						TRASMITTANZA = 0.110 W/m ² K		
SPESSORE = 930 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m ² K				MASSA SUPERFICIALE = 524 kg/m ²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m ² K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				SFASAMENTO = 0.00 h		
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296								

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URE [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	24.0	2 982	1 324	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URE = Umidità relativa esterna

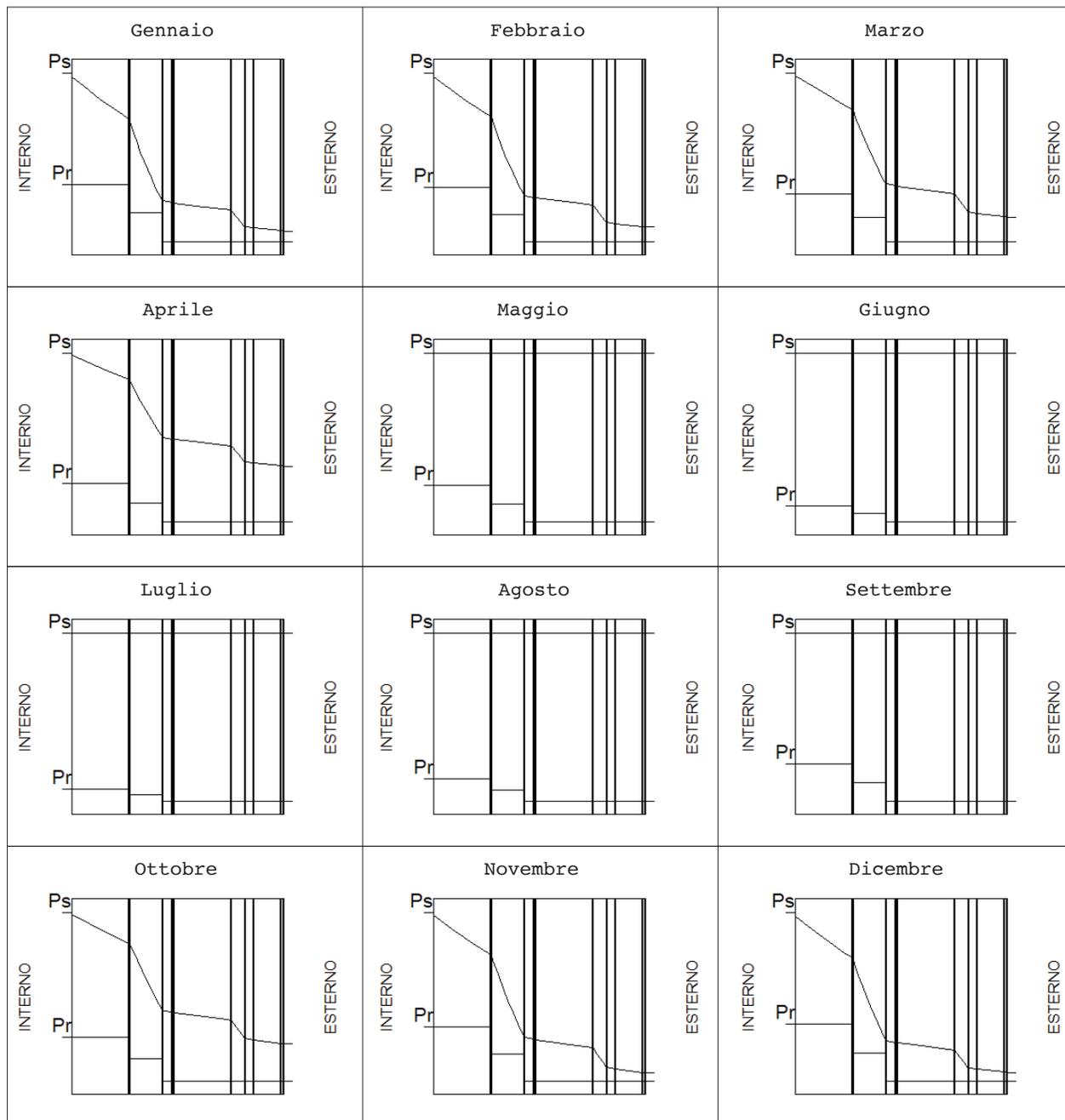
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più cru:
Compacta come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cfl = unità abitativa												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale dieff				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Substrato di terriccio più cruscello - umidità 60%				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
5	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco di gesso puro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Pannello isolante in fibra di vetro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
10	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
	TOTALE				0.0000	0.0000	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

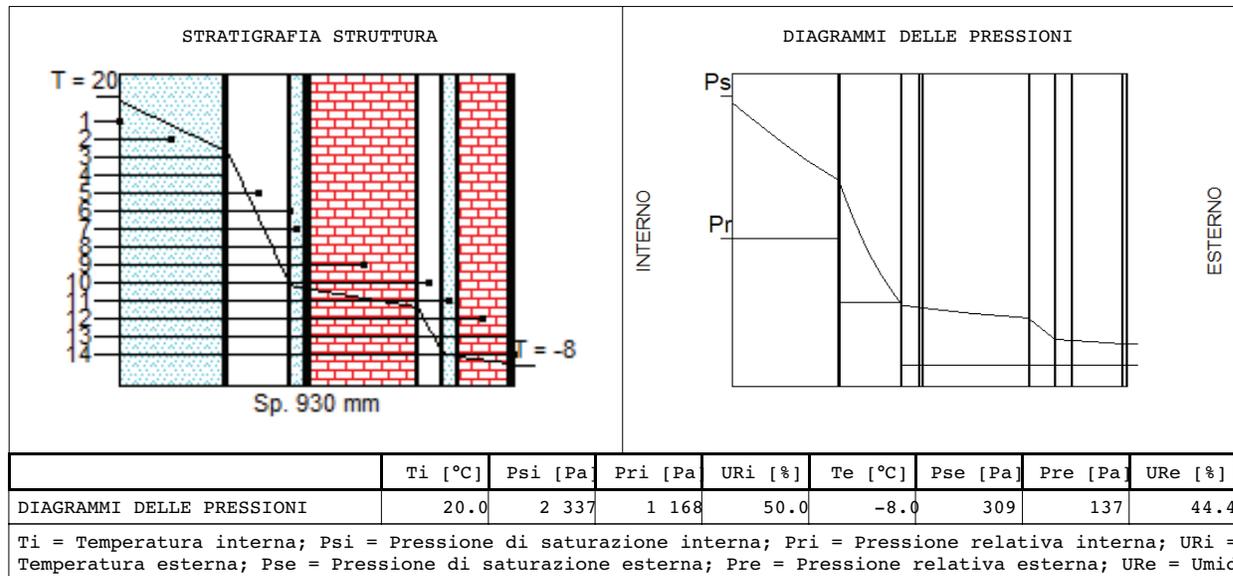
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più cru: Compacta come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]	
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130	
2	Strato vegetale dieff	250	0.150	0.600	12.50	193.000	1000	1.667	
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000	
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060	
5	Substrato di terriccio più crusche 60%	145	0.032	0.221	43.50	62.500	1600	4.531	
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000	
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138	
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029	
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579	
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500	
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138	
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278	
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011	
14	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040	
RESISTENZA = 9.100 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				TRASMITTANZA = 0.110 W/m²K			
SPESSORE = 930 mm		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				MASSA SUPERFICIALE = 524 kg/m²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296				SFASAMENTO = 0.00 h			

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più cru:
Compacta come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60

Verifica Interstiziale	VERIFICATA	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
Verifica formazione muffe	VERIFICATA	Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre).Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.

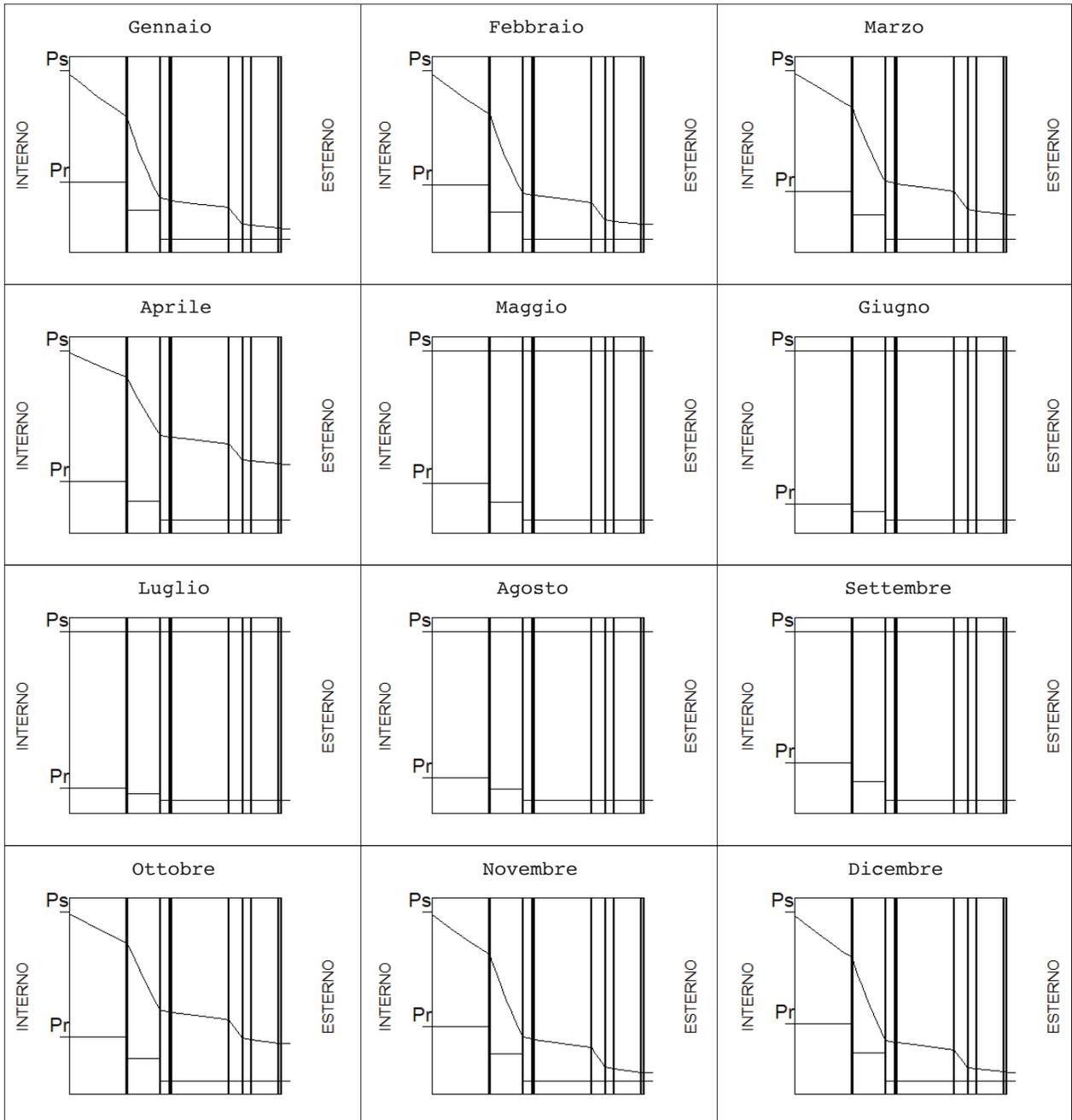
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.

cf1 = unità abitativa

cf2 = Esterno

Strato	Descrizione	Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]
1	Strato vegetale dieff	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	Alluminio.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	feltro	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	Substrato di terriccio più cruschetto - umidità 60%	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	Alluminio.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	Intercapedine d'aria - 4 cm	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	Intonaco di gesso puro	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5% - mv.1200.	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000
9	Pannello isolante in fibra di vetro	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	Intercapedine d'aria - 4 cm	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5% - mv.1200.	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	TOTALE	0.0000	0.0000	0.0000	

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.5	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura este esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

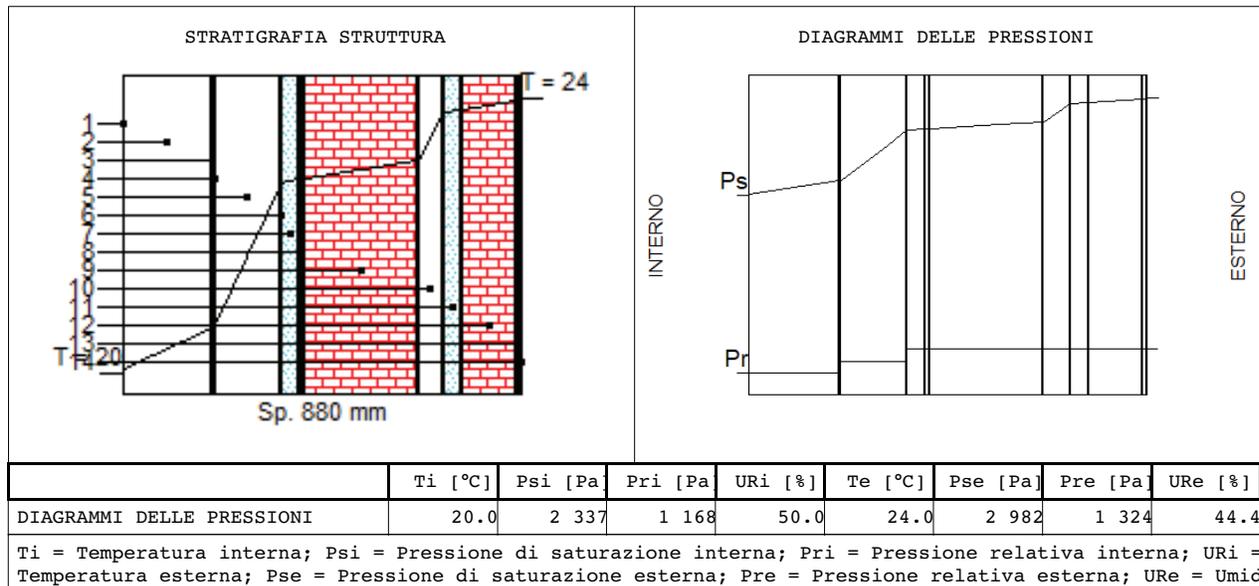
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più crudo come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]			
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130			
2	Strato vegetale spat	200	0.150	0.750	10.00	193.000	1	1.333			
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000			
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060			
5	Substrato di terriccio più cruscello 145 umidità 60%	10	0.032	0.221	43.50	62.500	1600	4.531			
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000			
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138			
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029			
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579			
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500			
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138			
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278			
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011			
14	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040			
RESISTENZA = 8.766 m²K/W				TRASMITTANZA = 0.114 W/m²K							
SPESSORE = 880 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 521 kg/m²					
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K				FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				SFASAMENTO = 0.00 h			
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296											

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



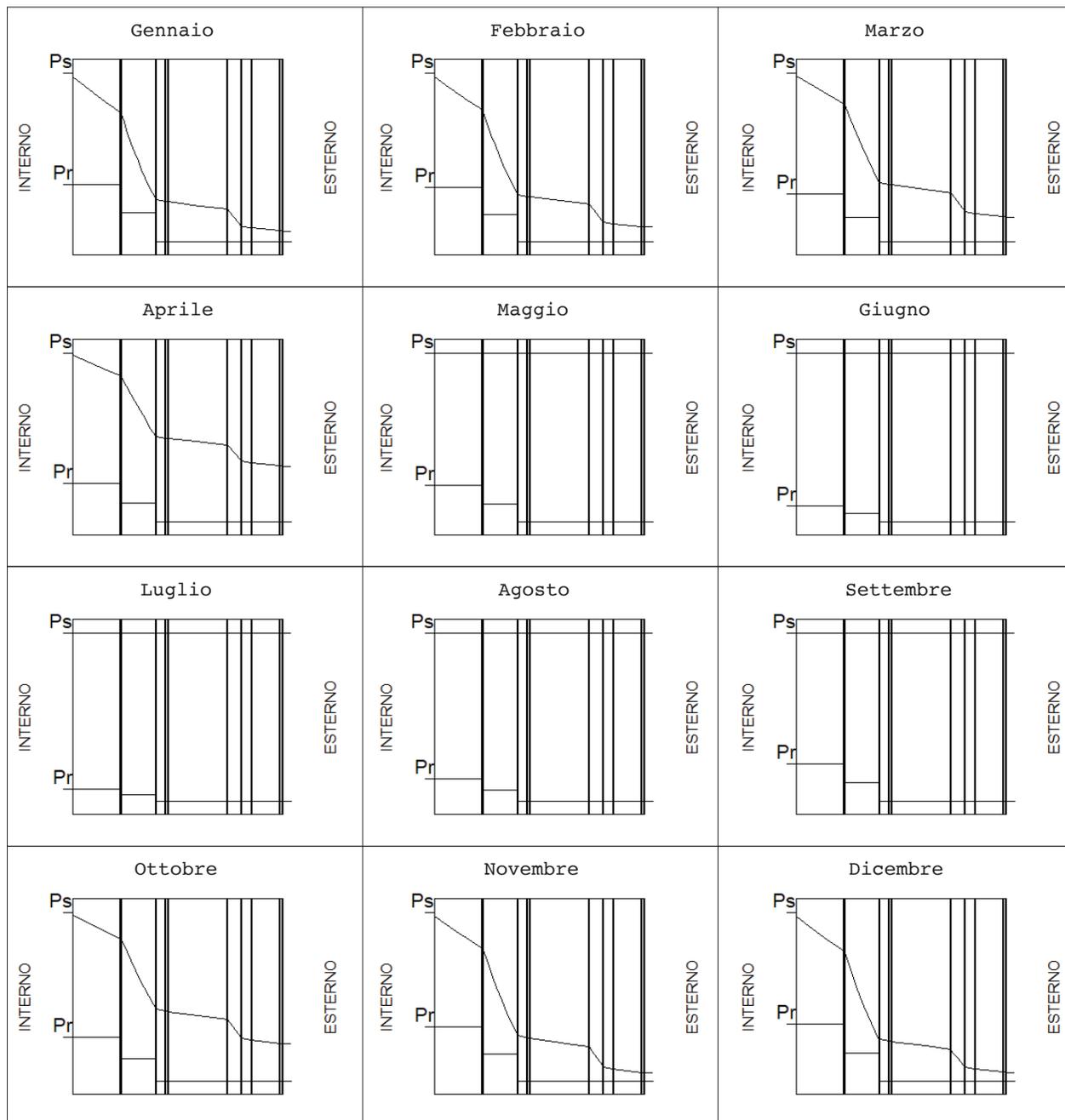
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più cru: come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = unità abitativa												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione		Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]						
1	Strato vegetale spat		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
2	Alluminio.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
3	feltro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
4	Substrato di terriccio più cruscello - umidità 60%		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
5	Alluminio.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
6	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
7	Intonaco di gesso puro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
9	Pannello isolante in fibra di vetro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
10	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
TOTALE			0.0000	0.0000	0.0000							

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

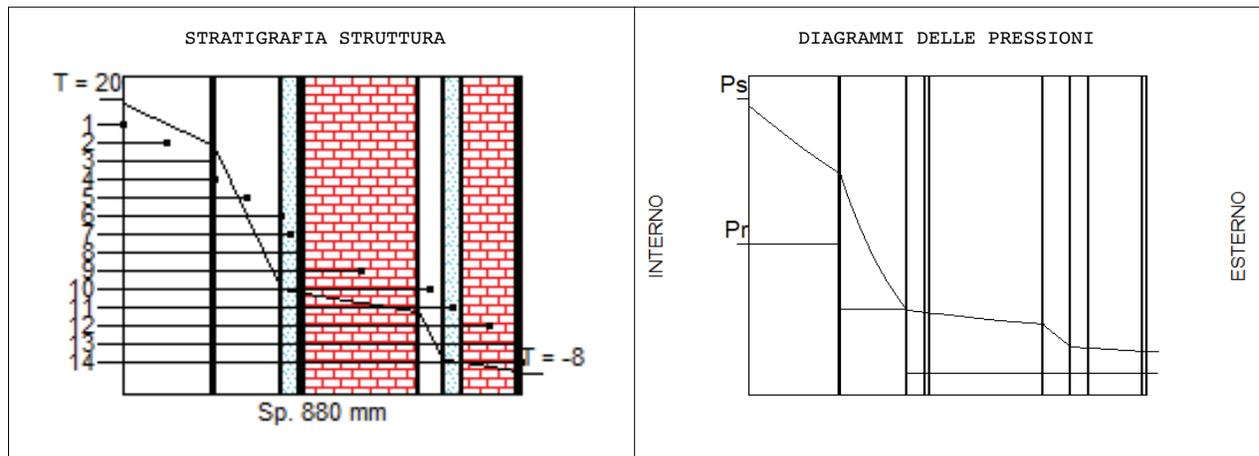
Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più crudo come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale spat	200	0.150	0.750	10.00	193.000	1	1.333
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
5	Substrato di terriccio più cruscello 60%	145	0.032	0.221	43.50	62.500	1600	4.531
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040

RESISTENZA = 8.766 m²K/W		TRASMITTANZA = 0.114 W/m²K
SPESORE = 880 mm	CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K	MASSA SUPERFICIALE = 521 kg/m²
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K	FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00	SFASAMENTO = 0.00 h
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URE [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	-8.0	309	137	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URE = Umidità relativa esterna

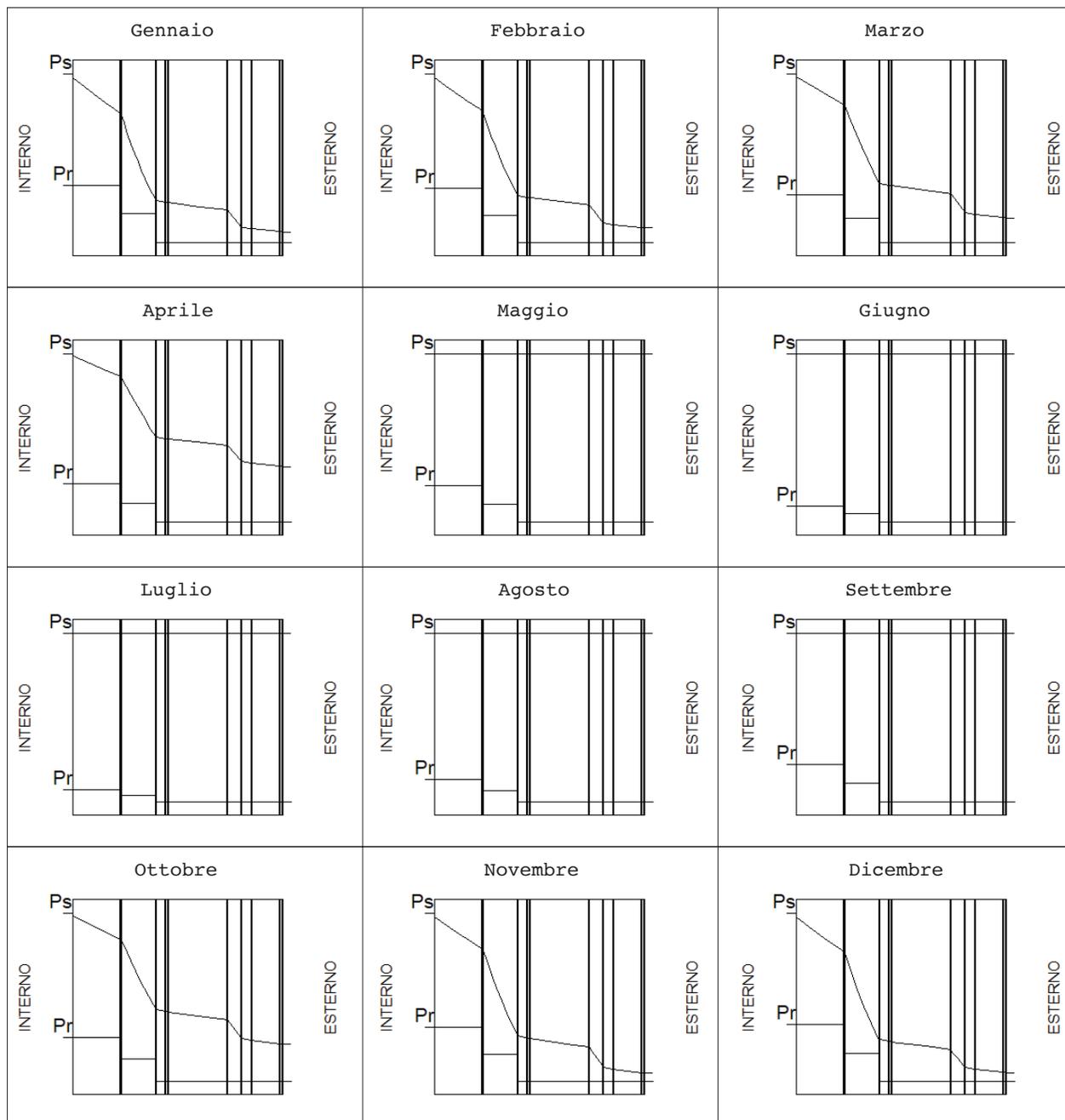
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più cru: come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = unità abitativa												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione		Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]						
1	Strato vegetale spat		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
2	Alluminio.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
3	feltro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
4	Substrato di terriccio più cruscello - umidità 60%		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
5	Alluminio.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
6	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
7	Intonaco di gesso puro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
9	Pannello isolante in fibra di vetro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
10	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
TOTALE			0.0000	0.0000	0.0000							

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

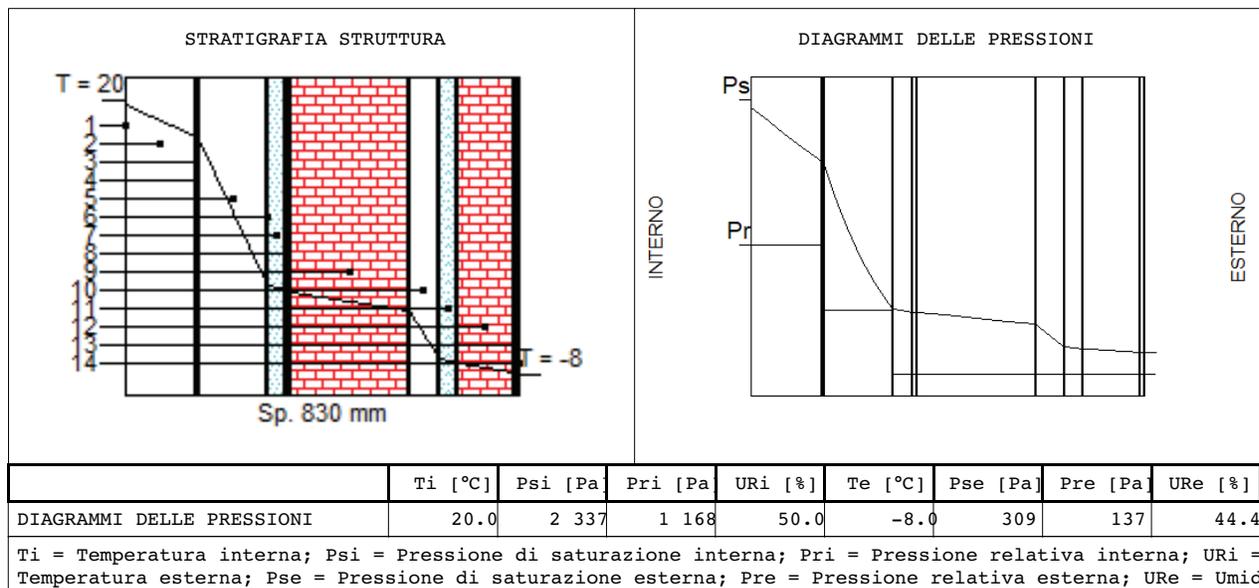
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più cru: Comosum come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]	
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130	
2	Strato vegetale clor	150	0.150	1.000	7.50	193.000	1	1.000	
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000	
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060	
5	Substrato di terriccio più crusche 60%	145	0.032	0.221	43.50	62.500	1600	4.531	
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000	
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138	
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029	
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579	
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500	
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138	
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278	
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011	
14	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040	
RESISTENZA = 8.433 m²K/W						TRASMITTANZA = 0.119 W/m²K			
SPESSORE = 830 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 519 kg/m²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				SFASAMENTO = 0.00 h			
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296									

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



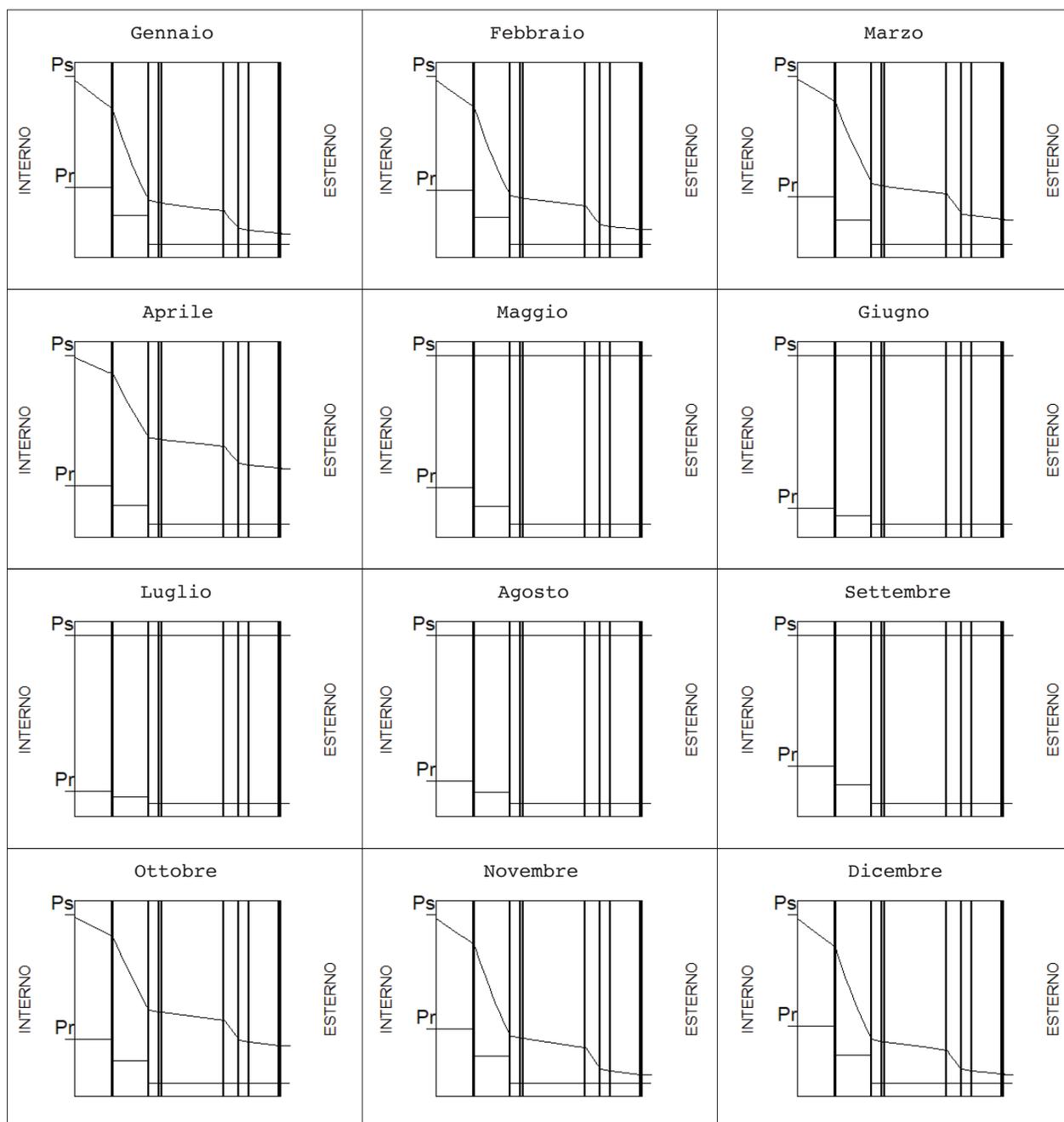
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più cru:
Comosum come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	VERIFICATA			La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.								
Verifica formazione muffe	VERIFICATA			Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.								
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = unità abitativa												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale clor				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Substrato di terriccio più cruscello - umidità 60%				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
5	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco di gesso puro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Pannello isolante in fibra di vetro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
10	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
	TOTALE				0.0000	0.0000	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

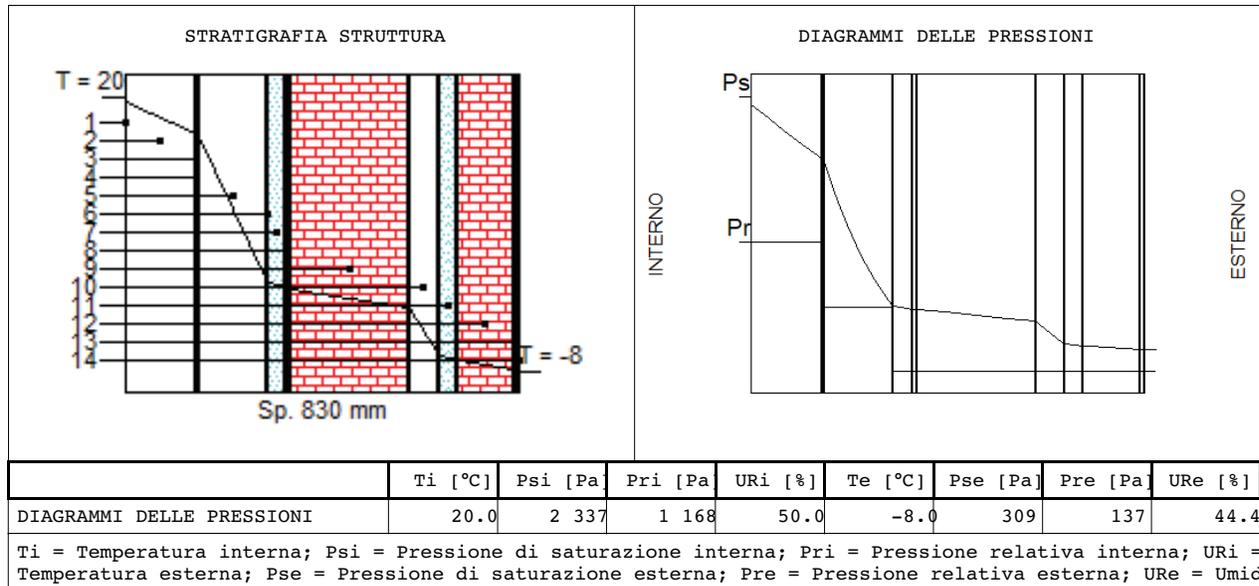
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più crudo
Comosum come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale clor	150	0.150	1.000	7.50	193.000	1	1.000
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
5	Substrato di terriccio più crusche 60%	145	0.032	0.221	43.50	62.500	1600	4.531
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 8.433 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				TRASMITTANZA = 0.119 W/m²K		
SPESSORE = 830 mm		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				MASSA SUPERFICIALE = 519 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296				SFASAMENTO = 0.00 h		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



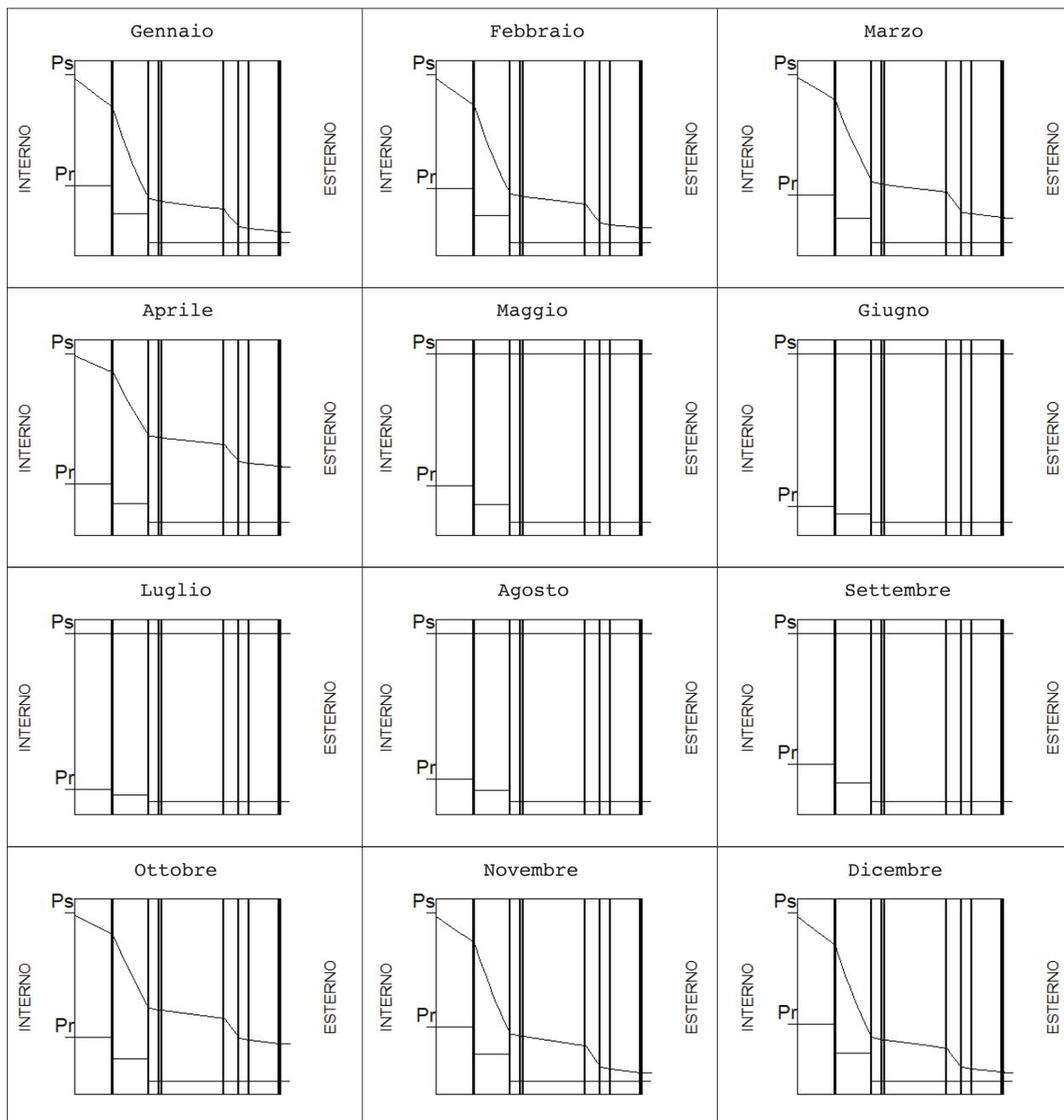
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più cru:
Comosum come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale		VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.								
Verifica formazione muffe		VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.								
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cfl = unità abitativa												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale clor				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Substrato di terriccio più cruscello - umidità 60%				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
5	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco di gesso puro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Pannello isolante in fibra di vetro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
10	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
	TOTALE				0.0000	0.0000	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

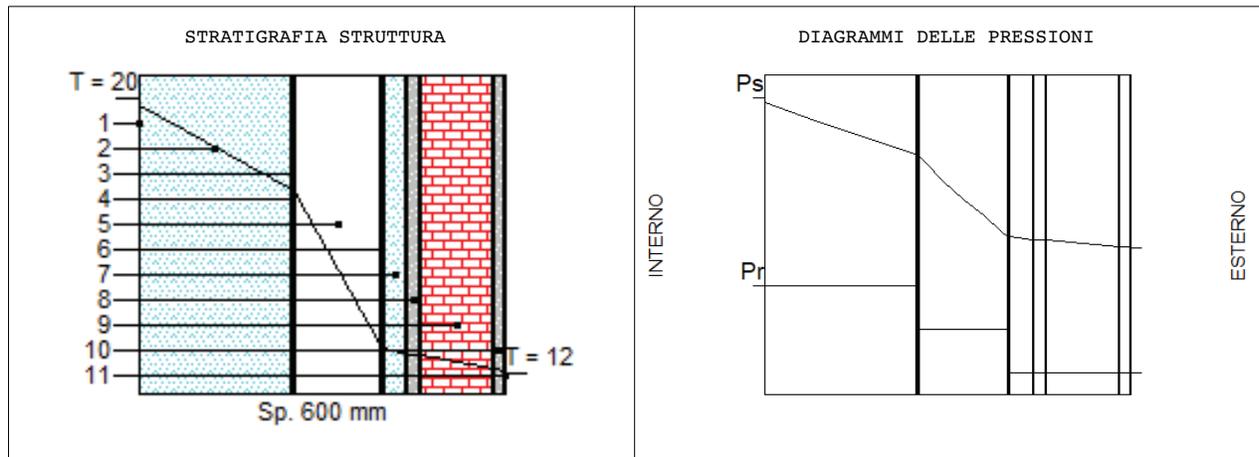
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno
 Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete interna con modulo 1, terriccio più M. : Compacta come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale dieff	250	0.150	0.600	12.50	193.000	1000	1.667
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
5	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	145	0.048	0.330	43.50	62.500	1600	3.027
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	20	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
10	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
11	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040

RESISTENZA = 5.397 m²K/W		TRASMITTANZA = 0.185 W/m²K
SPESORE = 600 mm	CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 14.365 kJ/m²K	MASSA SUPERFICIALE = 236 kg/m²
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.03 W/m²K	FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.13	SFASAMENTO = -8.53 h
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URe [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	12.0	1 402	622	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna

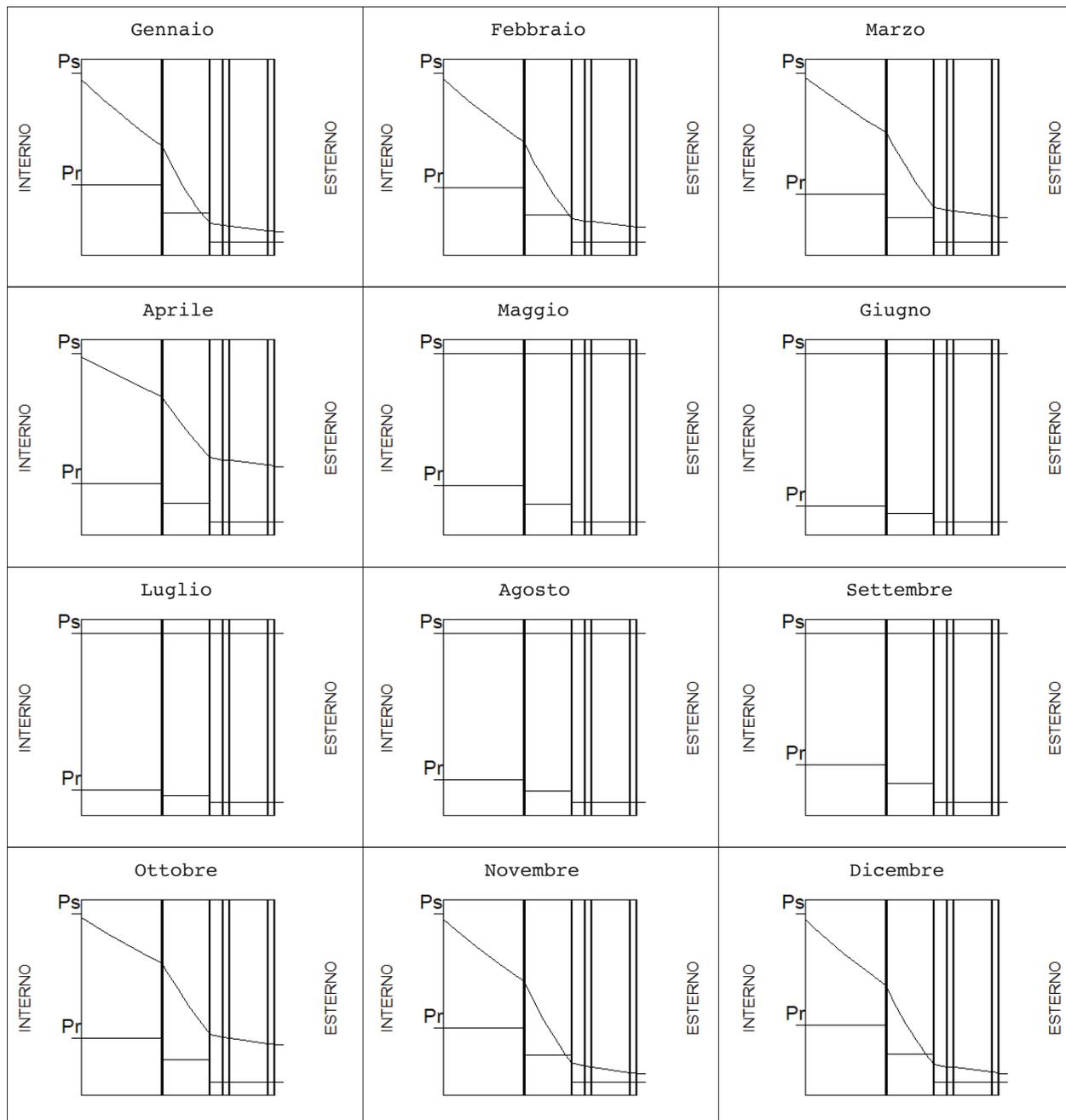
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete interna con modulo 1, terriccio più M. ;
Compacta come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale			VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.							
Verifica formazione muffe			VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.							
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = unità abitativa tipo												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale dieff				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
5	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
	TOTALE				0.0000	0.0000	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura este esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

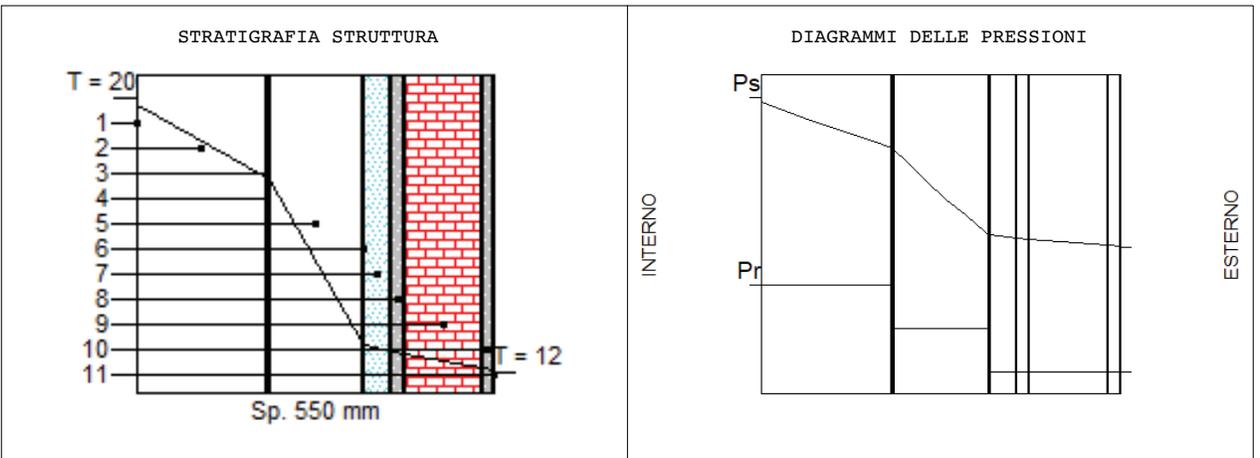
Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete interna con modulo 1, terriccio più M. :
come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale spat	200	0.150	0.750	10.00	193.000	1	1.333
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
5	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	145	0.048	0.330	43.50	62.500	1600	3.027
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.	20	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
10	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
11	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040

RESISTENZA = 5.063 m²K/W	TRASMITTANZA = 0.198 W/m²K
SPESSORE = 550 mm	CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 14.365 kJ/m²K
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.03 W/m²K	MASSA SUPERFICIALE = 233 kg/m²
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296	FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.13
	SFASAMENTO = -8.53 h

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URI [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URE [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	12.0	1 402	622	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URI = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URE = Umidità relativa esterna

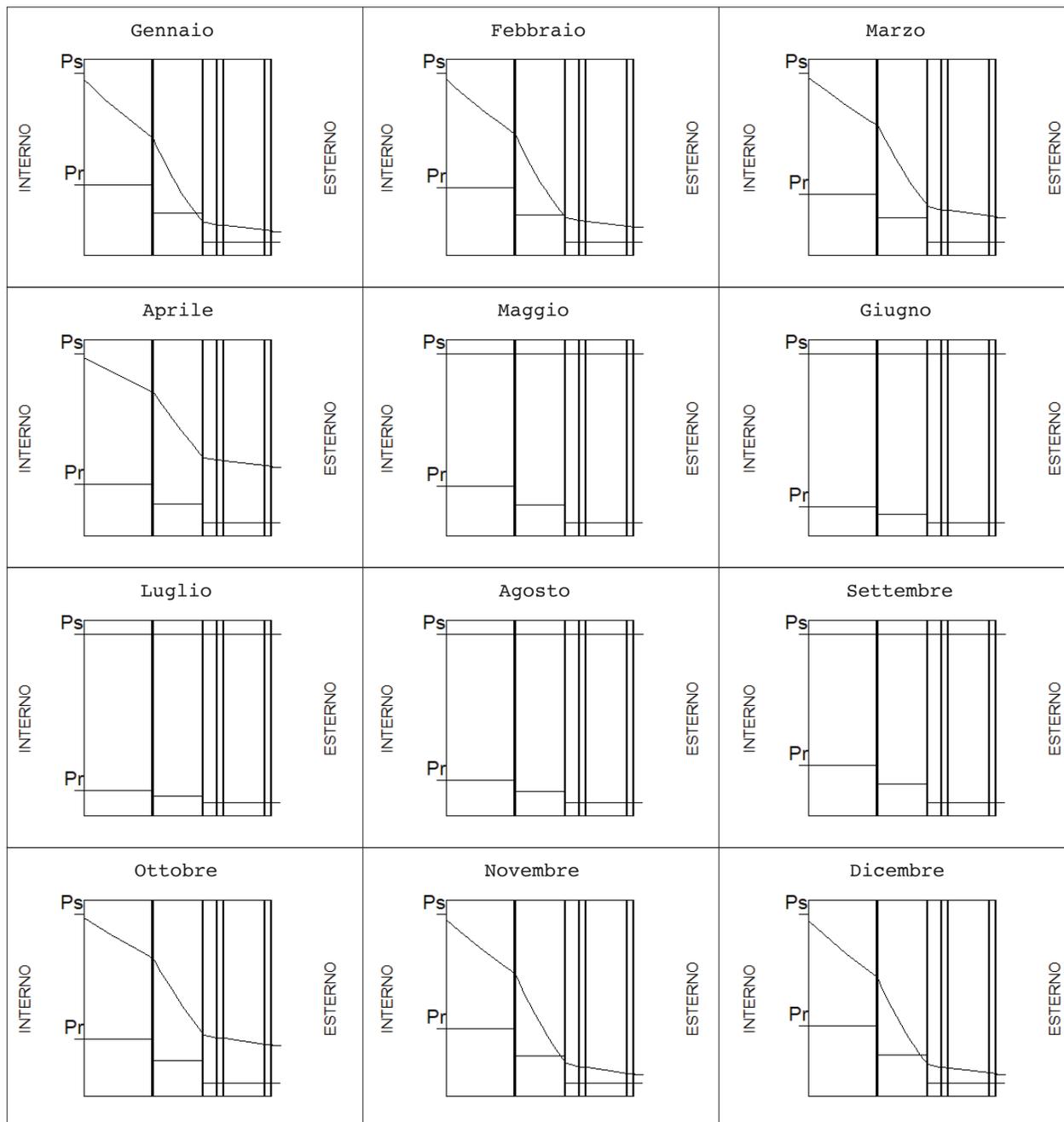
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete interna con modulo 1, terriccio più M. :
come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre).Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cfl = unità abitativa tipo												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione		Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]						
1	Strato vegetale spat		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
2	Alluminio.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
3	feltro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
5	Alluminio.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
6	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
7	Intonaco interno.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
9	Intonaco interno.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
TOTALE			0.0000	0.0000	0.0000							

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URI [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URI = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

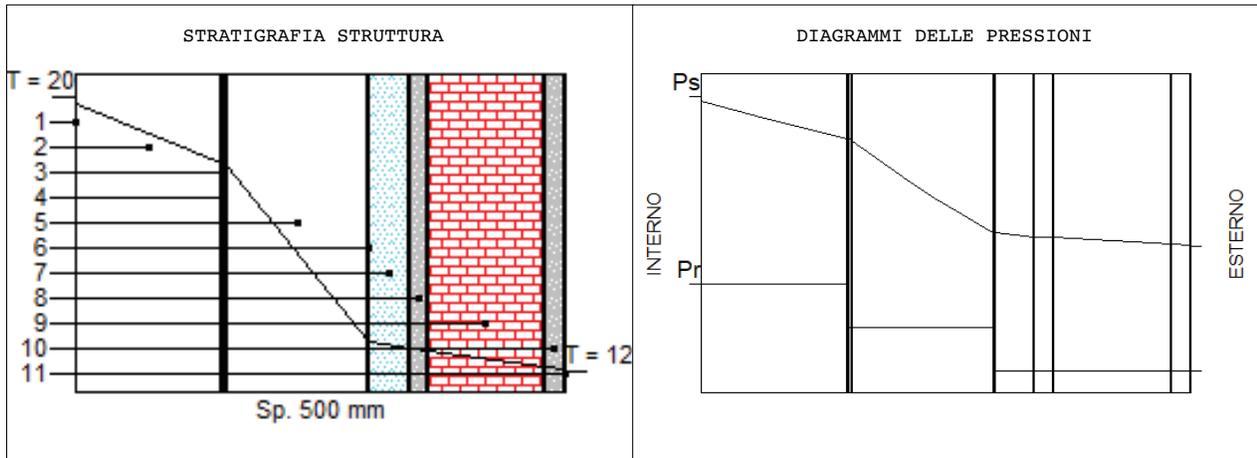
Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete interna con modulo 1, terriccio più M. :
Comosum come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m ² K]	M.S. [kg/m ²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m ² K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale clor	150	0.150	1.000	7.50	193.000	1	1.000
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
5	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	145	0.048	0.330	43.50	62.500	1600	3.027
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.	20	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
10	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
11	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040

RESISTENZA = 4.730 m ² K/W	CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 14.365 kJ/m ² K	TRASMITTANZA = 0.211 W/m ² K
SPESSORE = 500 mm	FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.13	MASSA SUPERFICIALE = 231 kg/m ²
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.03 W/m ² K		SFASAMENTO = -8.53 h
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URI [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URE [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	12.0	1 402	622	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URI = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URE = Umidità relativa esterna

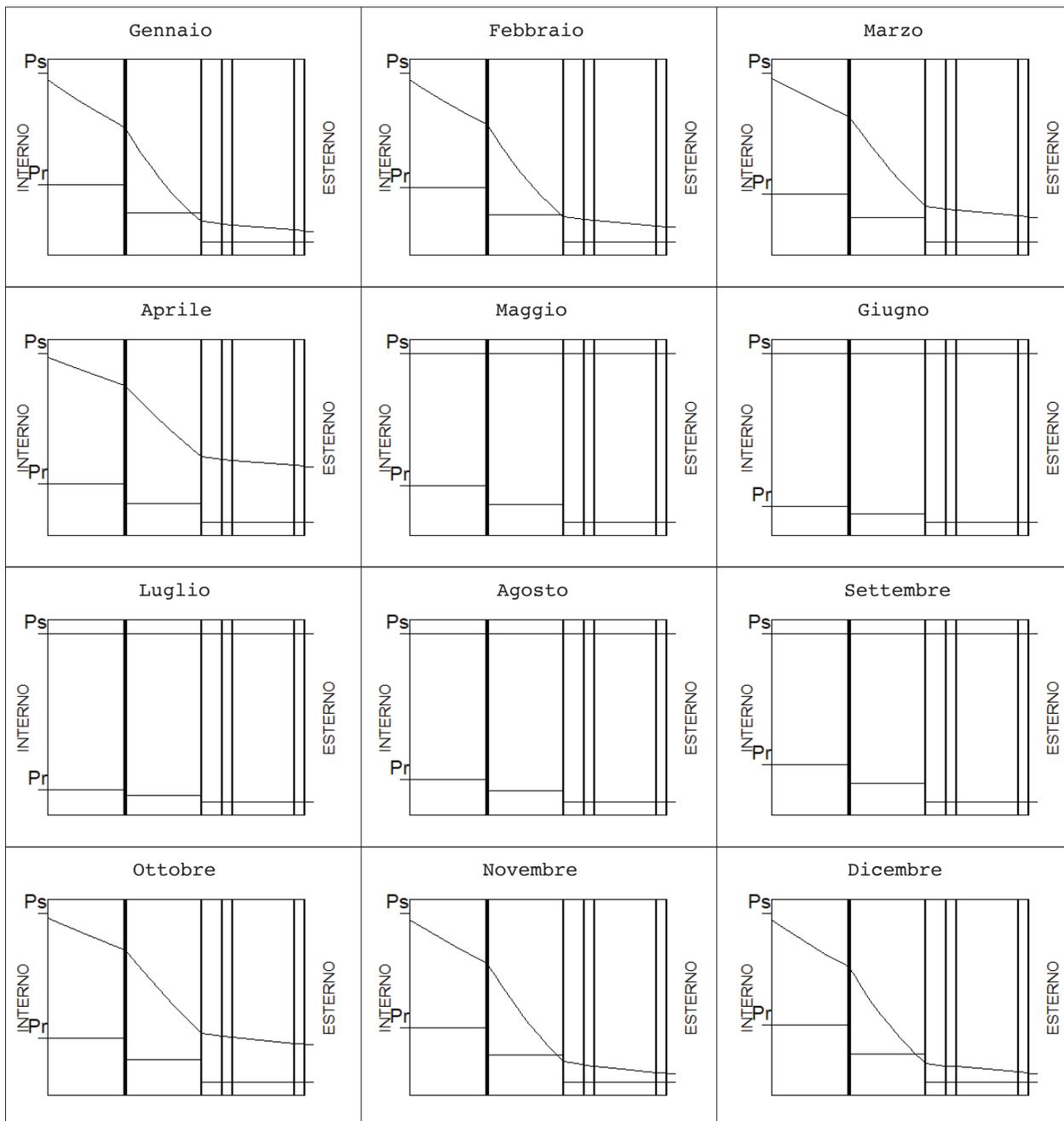
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete interna con modulo 1, terriccio più M. :
Comosum come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre).Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cfl = unità abitativa tipo												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale clor				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
5	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
	TOTALE				0.0000	0.0000	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

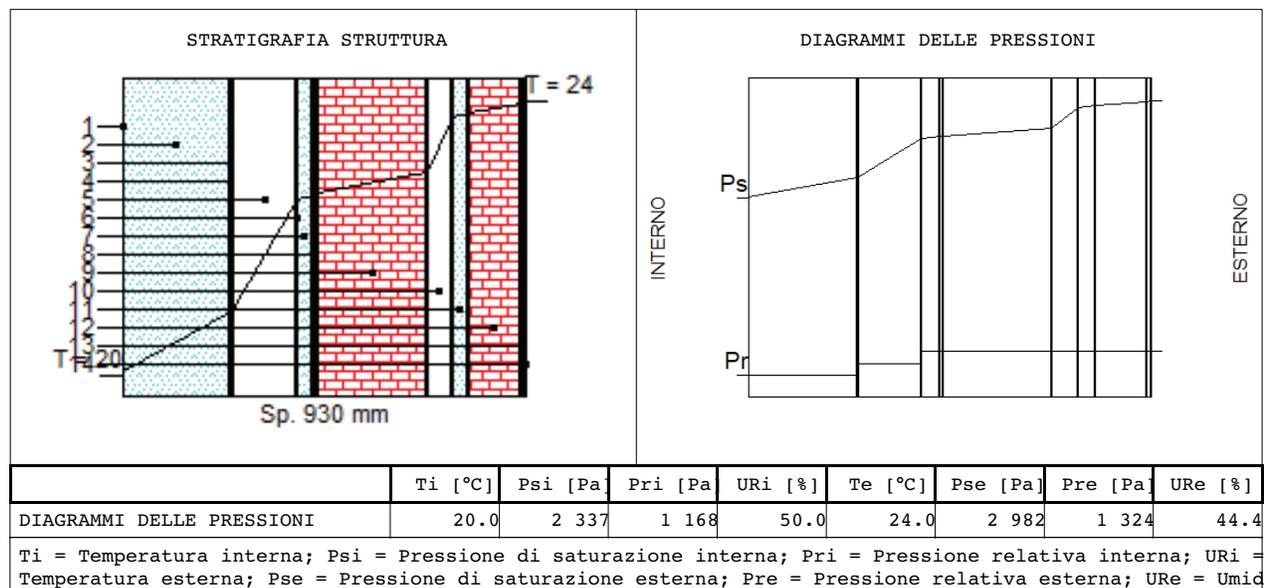
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più M. Compacta come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale dieff	250	0.150	0.600	12.50	193.000	1000	1.667
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
5	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	145	0.048	0.330	43.50	62.500	1600	3.027
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 7.596 m²K/W					TRASMITTANZA = 0.132 W/m²K			
SPESSORE = 930 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K			MASSA SUPERFICIALE = 524 kg/m²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00			SFASAMENTO = 0.00 h			
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296								

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più M. :
Compacta come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60

Verifica Interstiziale VERIFICATA La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

Verifica formazione muffe VERIFICATA Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.

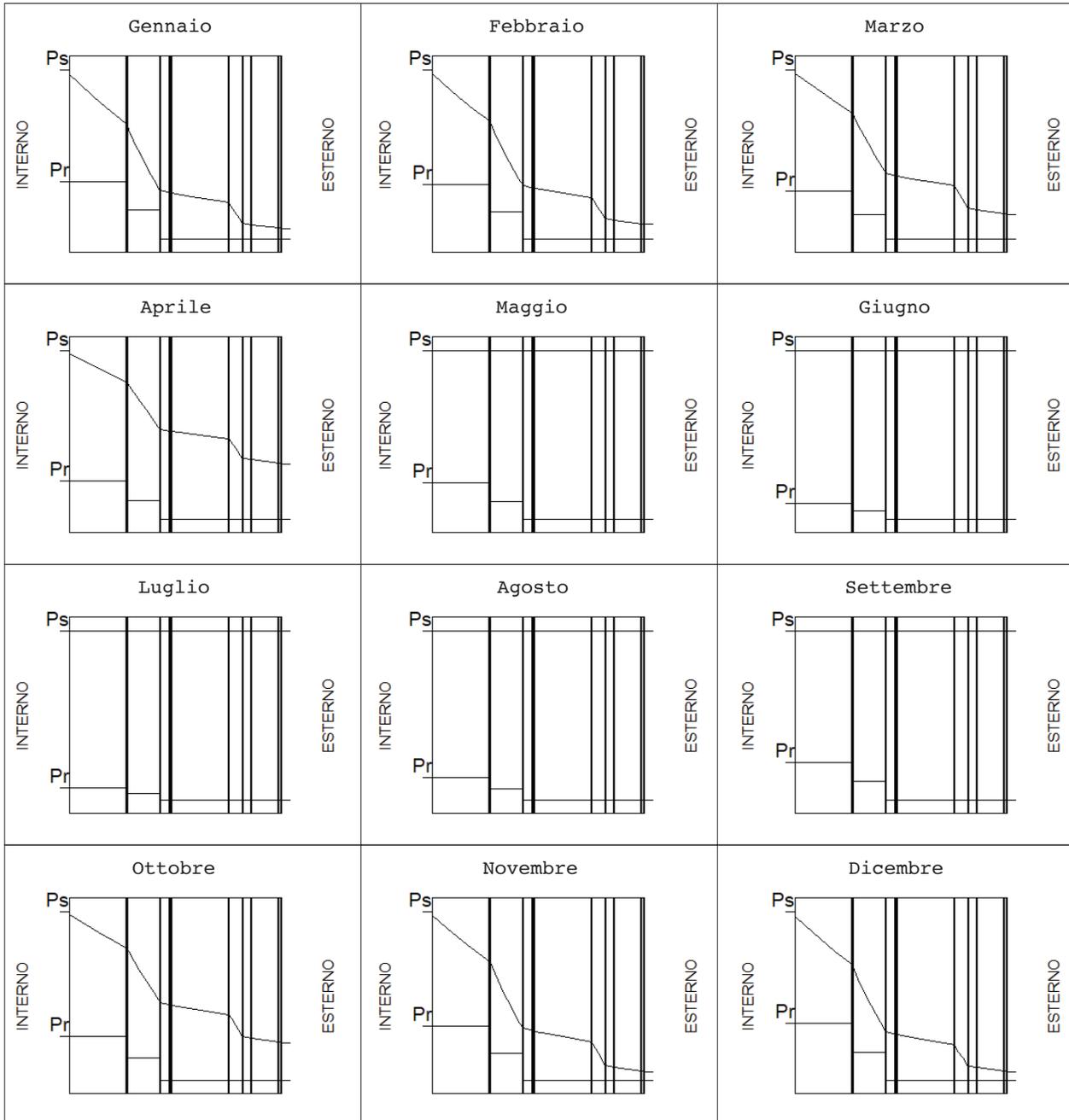
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.

cf1 = unità abitativa

cf2 = Esterno

Strato	Descrizione	Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]
1	Strato vegetale dieff	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	Alluminio.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	feltro	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	Alluminio.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	Intercapedine d'aria - 4 cm	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	Intonaco di gesso puro	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000
9	Pannello isolante in fibra di vetro	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	Intercapedine d'aria - 4 cm	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	TOTALE	0.0000	0.0000	0.0000	

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

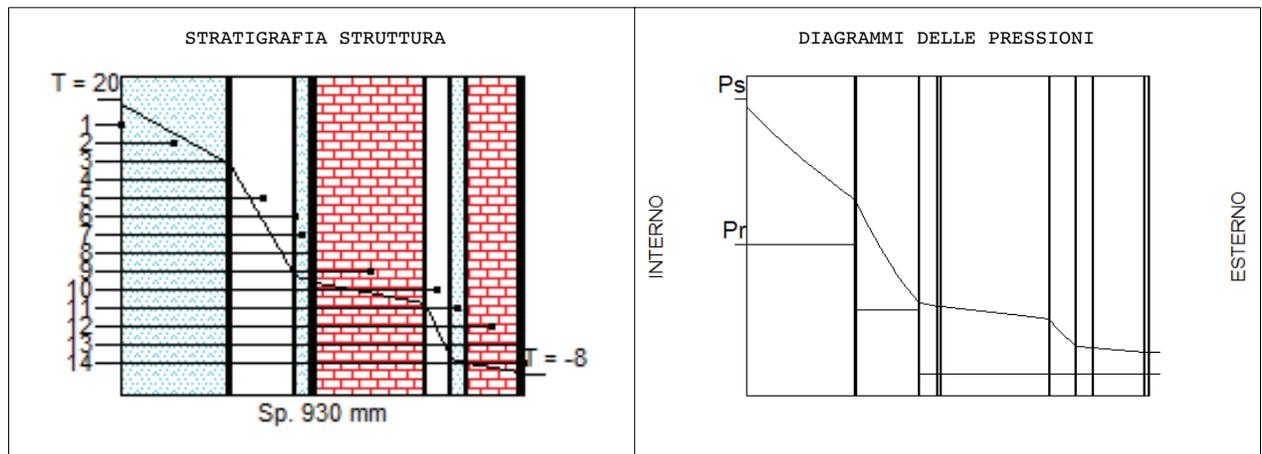
Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più M. : Compacta come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale dieff	250	0.150	0.600	12.50	193.000	1000	1.667
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
5	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	145	0.048	0.330	43.50	62.500	1600	3.027
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040

RESISTENZA = 7.596 m²K/W	CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K	TRASMITTANZA = 0.132 W/m²K
SPESSORE = 930 mm	FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00	MASSA SUPERFICIALE = 524 kg/m²
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K	SFASAMENTO = 0.00 h	
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	Uri [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	Ure [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	-8.0	309	137	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; Uri = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; Ure = Umidità relativa esterna

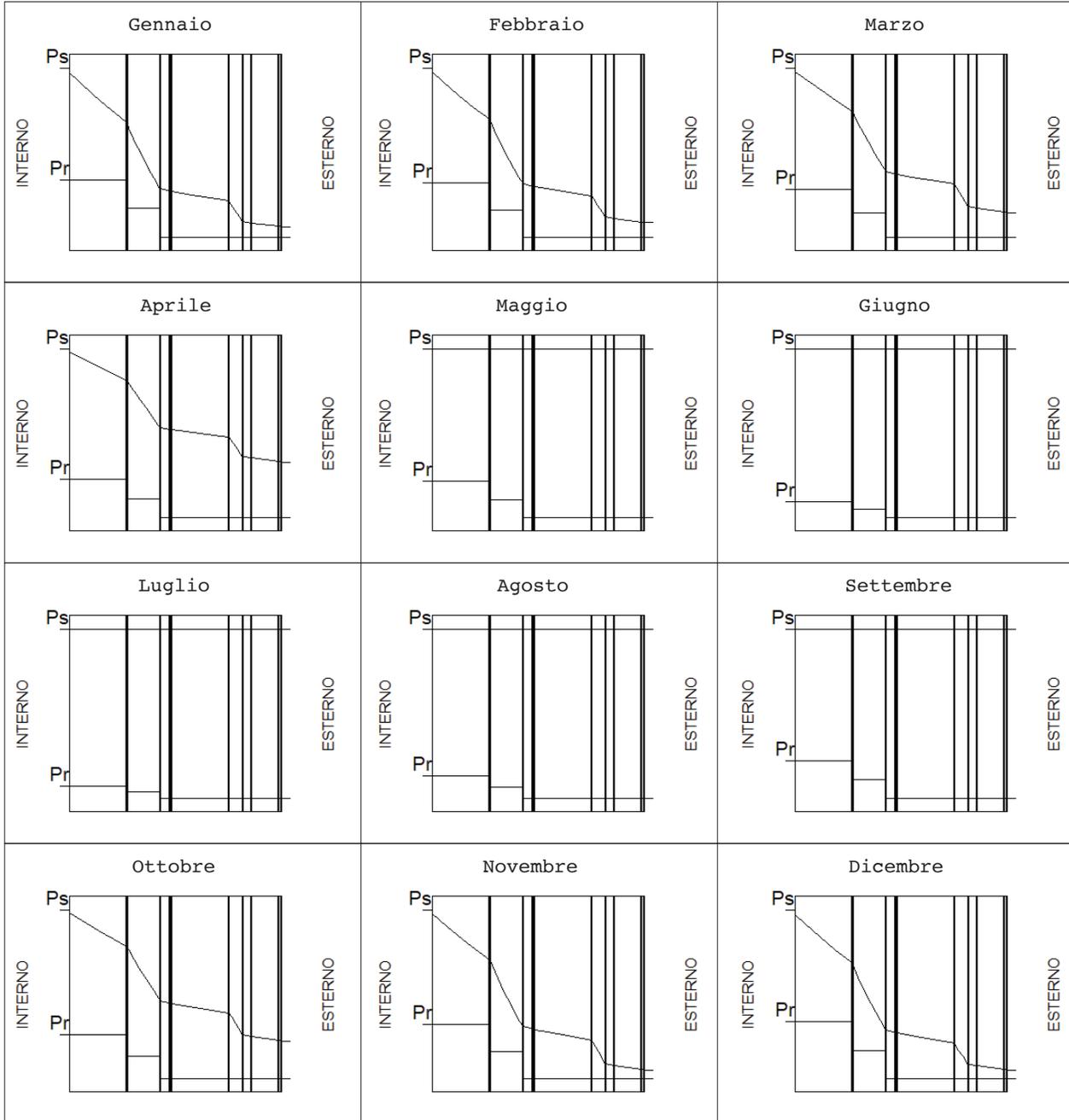
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più M. :
Compacta come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale		VERIFICATA			La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.							
Verifica formazione muffe		VERIFICATA			Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.							
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = unità abitativa												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale dieff				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
5	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco di gesso puro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Pannello isolante in fibra di vetro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
10	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
	TOTALE				0.0000	0.0000	0.0000					

**DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI**



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

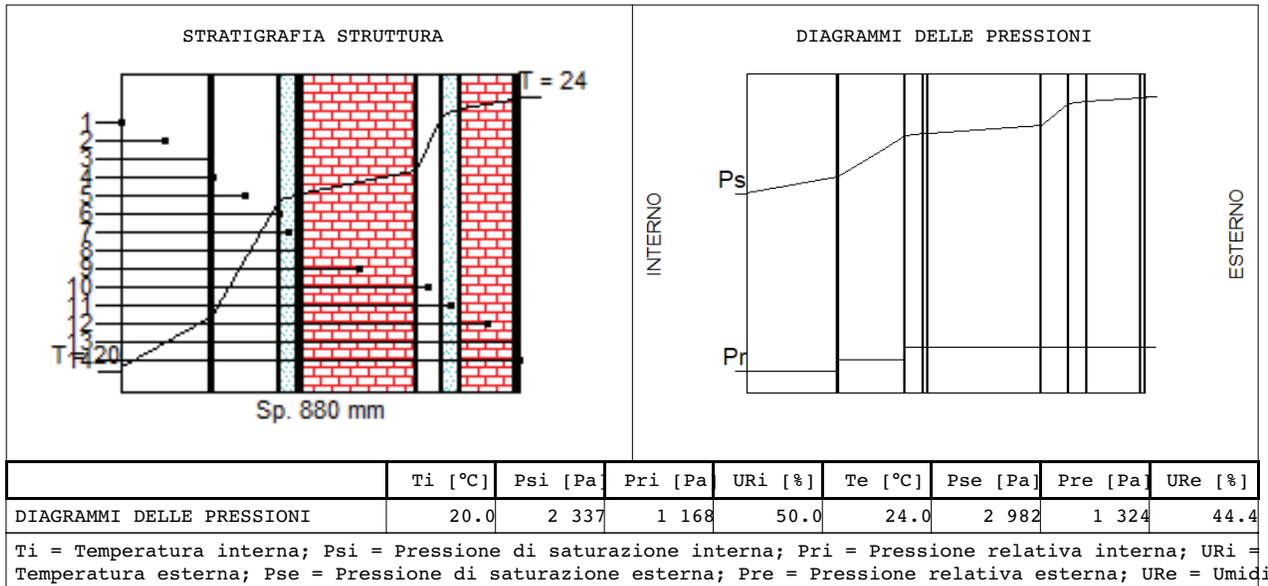
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più M. :
Wassilii come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale spat	200	0.150	0.750	10.00	193.000	1	1.333
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
5	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	145	0.048	0.330	43.50	62.500	1600	3.027
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 7.262 m²K/W					TRASMITTANZA = 0.138 W/m²K			
SPESSORE = 880 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K			MASSA SUPERFICIALE = 521 kg/m²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00			SFASAMENTO = 0.00 h			
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296								

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



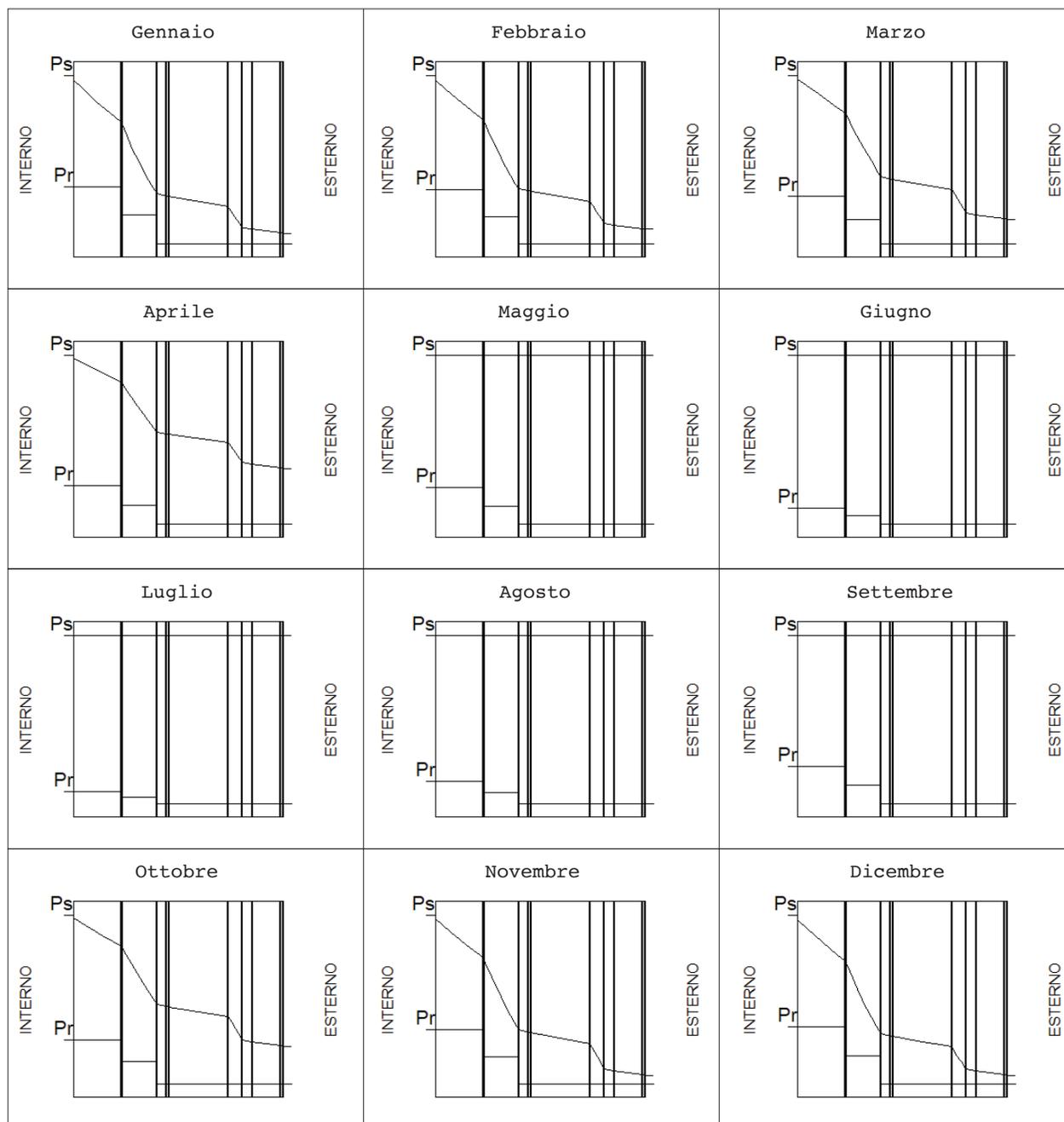
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più M. :
Wassilii come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre).Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cfl = unità abitativa												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale spat				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
5	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco di gesso puro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Pannello isolante in fibra di vetro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
10	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
	TOTALE				0.0000	0.0000	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.3	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URI [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.3	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URE [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URI = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URE = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più M. ;
Wassilii come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60

Verifica Interstiziale VERIFICATA La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

Verifica formazione muffe VERIFICATA Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.

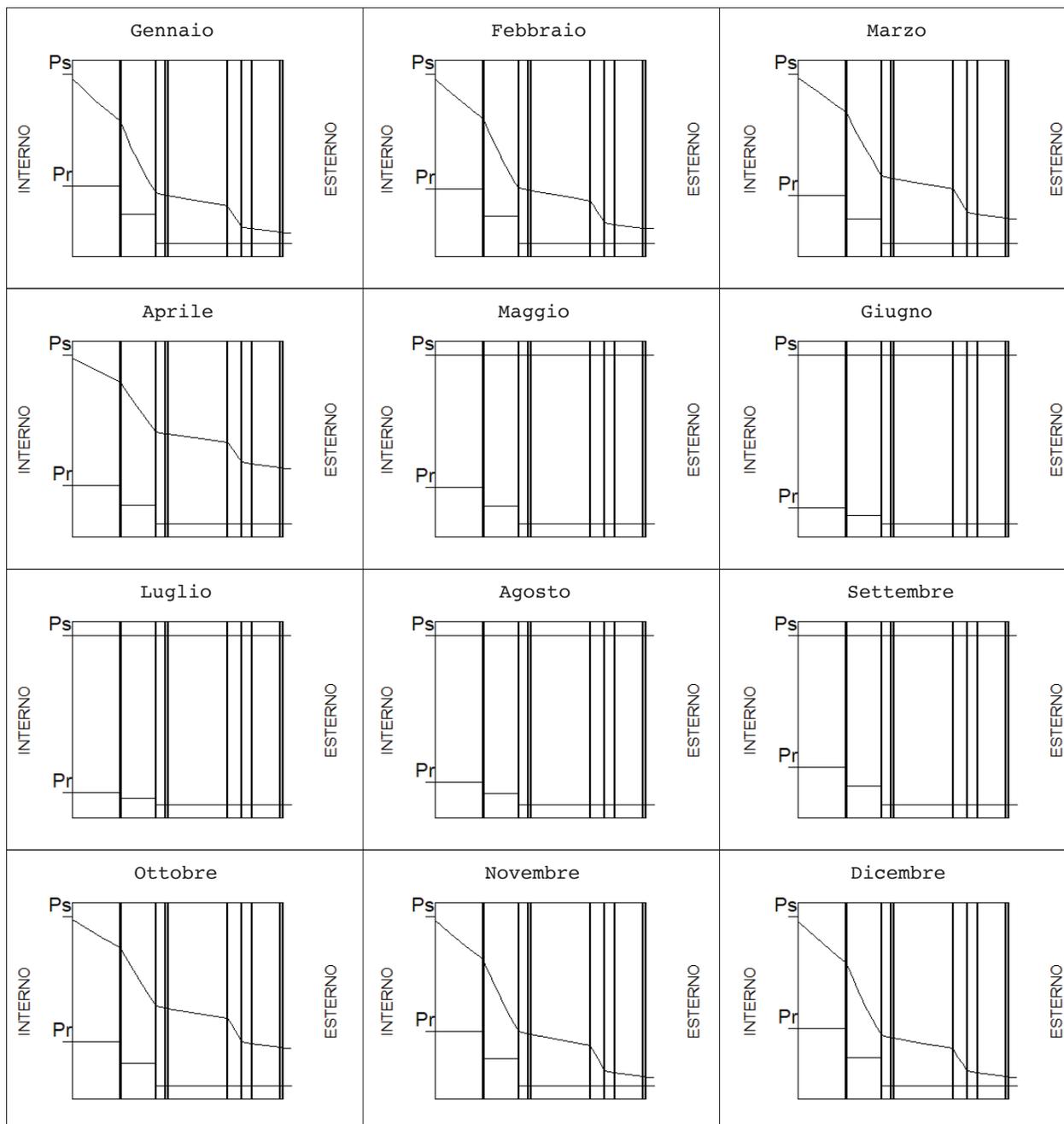
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.

cf1 = unità abitativa

cf2 = Esterno

Strato	Descrizione	Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]
1	Strato vegetale spat	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	Alluminio.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	feltro	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	Alluminio.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	Intercapedine d'aria - 4 cm	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	Intonaco di gesso puro	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000
9	Pannello isolante in fibra di vetro	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	Intercapedine d'aria - 4 cm	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	TOTALE	0.0000	0.0000	0.0000	

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.5	1 501.7	1 706.3	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URI [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.5	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.3	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URE [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URI = Umidità relativa interna; Te = Temperatura este esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URE = Umidità relativa esterna.

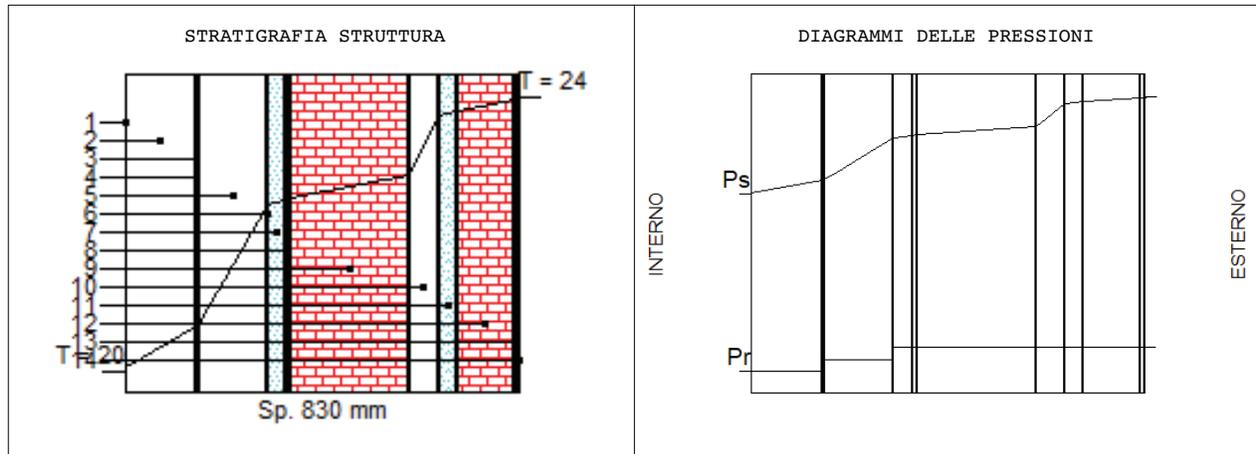
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più M. :
Comosum come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale clor	150	0.150	1.000	7.50	193.000	1	1.000
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
5	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	145	0.048	0.330	43.50	62.500	1600	3.027
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	resistenza 0.432	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	resistenza 0.432	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 6.929 m²K/W						TRASMITTANZA = 0.144 W/m²K		
SPESSORE = 830 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 519 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				SFASAMENTO = 0.00 h		
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296								

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URE [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	24.0	2 982	1 324	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URE = Umidità relativa esterna

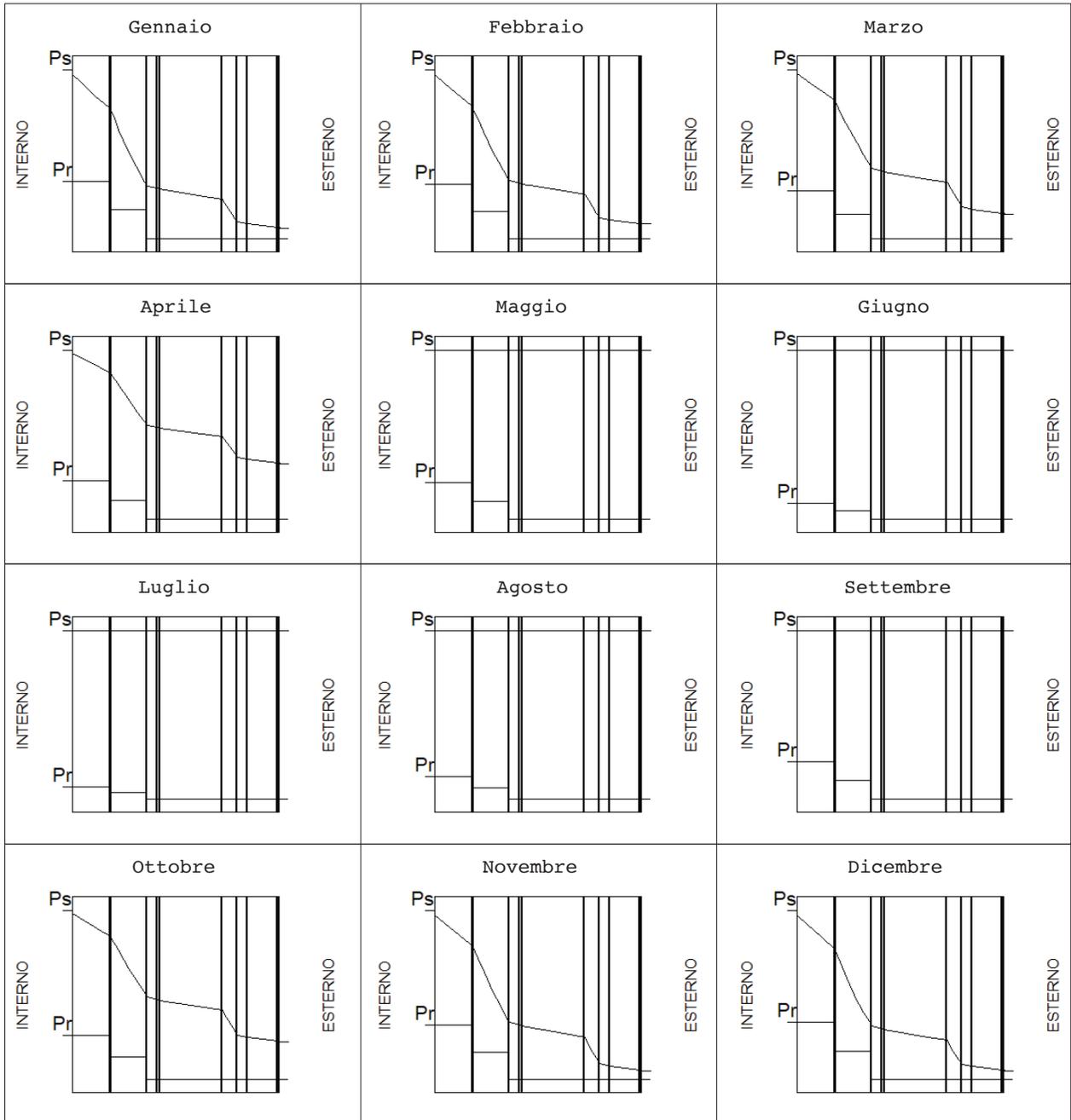
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più M. :
Comosum come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	VERIFICATA			La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.								
Verifica formazione muffe	VERIFICATA			Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre).Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.								
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cfl = unità abitativa												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale clor				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
5	Alluminio.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco di gesso puro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Pannello isolante in fibra di vetro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
10	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
	TOTALE				0.0000	0.0000	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

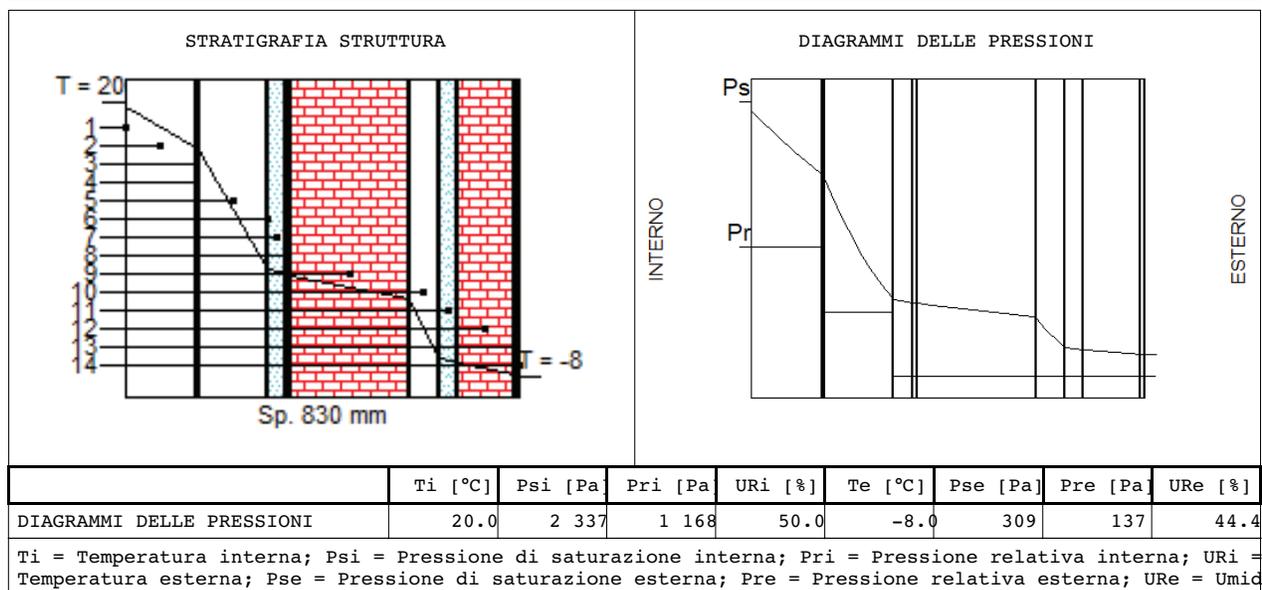
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più M. :
Comosum come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]	
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130	
2	Strato vegetale clor	150	0.150	1.000	7.50	193.000	1	1.000	
3	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000	
4	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060	
5	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	145	0.048	0.330	43.50	62.500	1600	3.027	
6	Alluminio.	1	220.000	220 000.000	2.70	0.000	900	0.000	
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138	
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029	
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	resistenza 0.432	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579	
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500	
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138	
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	resistenza 0.432	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278	
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011	
14	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040	
RESISTENZA = 6.929 m²K/W						TRASMITTANZA = 0.144 W/m²K			
SPESSORE = 830 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 519 kg/m²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				SFASAMENTO = 0.00 h			
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296									

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



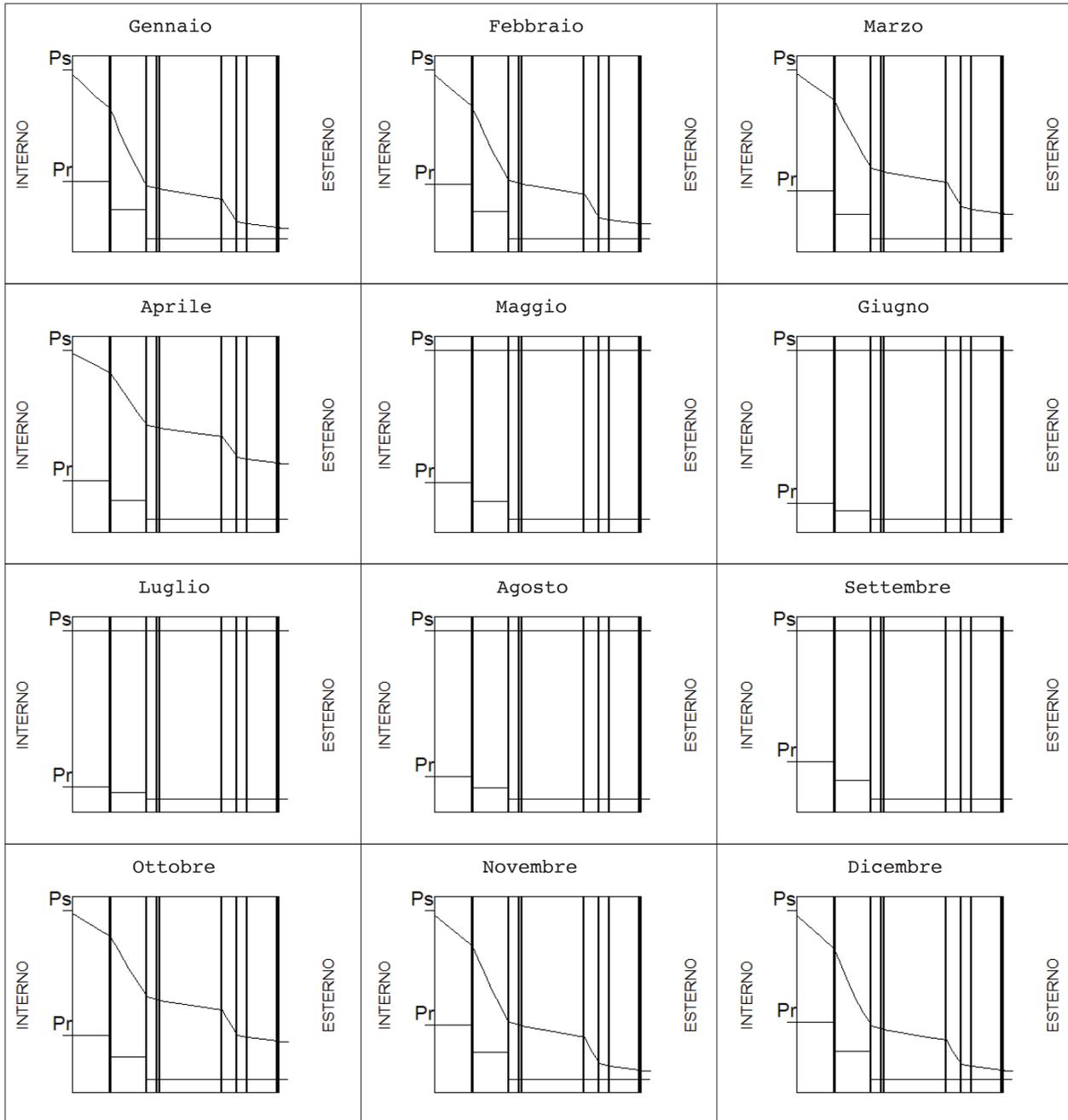
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 1, terriccio più M. :
Comosum come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre).Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cfl = unità abitativa												
cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione					Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]			
1	Strato vegetale clor					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
2	Alluminio.					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
3	feltro					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
5	Alluminio.					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
6	Intercapedine d'aria - 4 cm					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
7	Intonaco di gesso puro					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.					0.0000	0.0000	0.0000	0.5000			
9	Pannello isolante in fibra di vetro					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
10	Intercapedine d'aria - 4 cm					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.					0.0000	0.0000	0.0000	0.5000			
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
	TOTALE					0.0000	0.0000	0.0000				

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

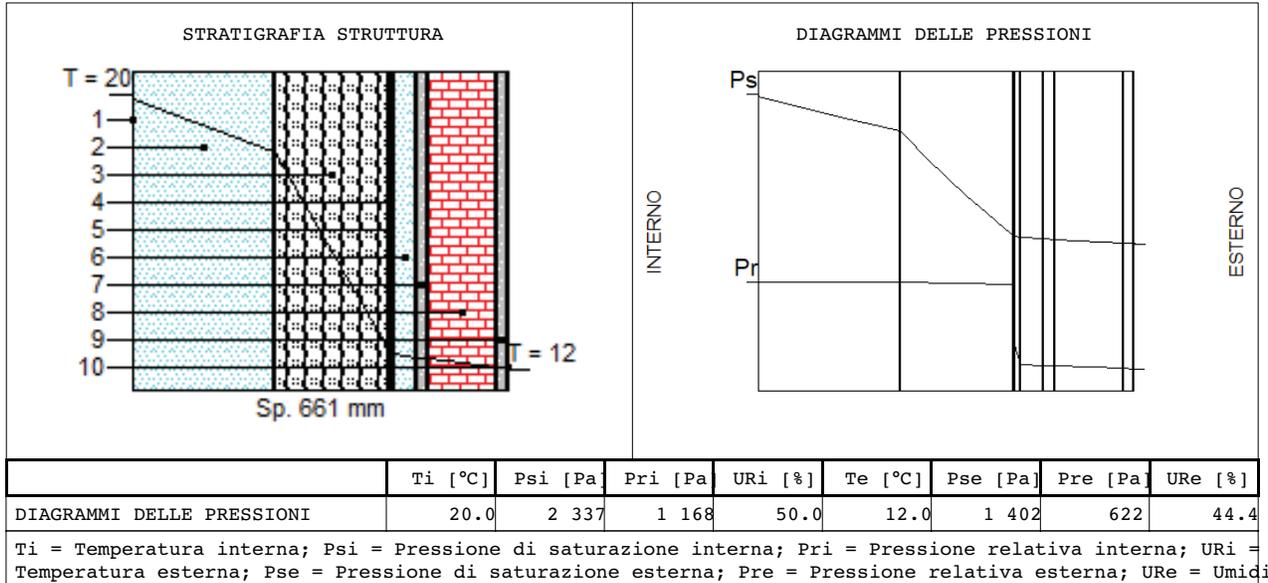
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru: Compacta come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale dieff	250	0.150	0.600	12.50	193.000	1000	1.667
3	Substrato di terriccio più crusche 60%	200	0.032	0.160	60.00	62.500	1600	6.250
4	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
5	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
6	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
7	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	200	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
9	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
10	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 8.647 m²K/W						TRASMITTANZA = 0.116 W/m²K		
SPESSORE = 661 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 11.541 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 252 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.03				SFASAMENTO = -1.18 h		
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296								

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



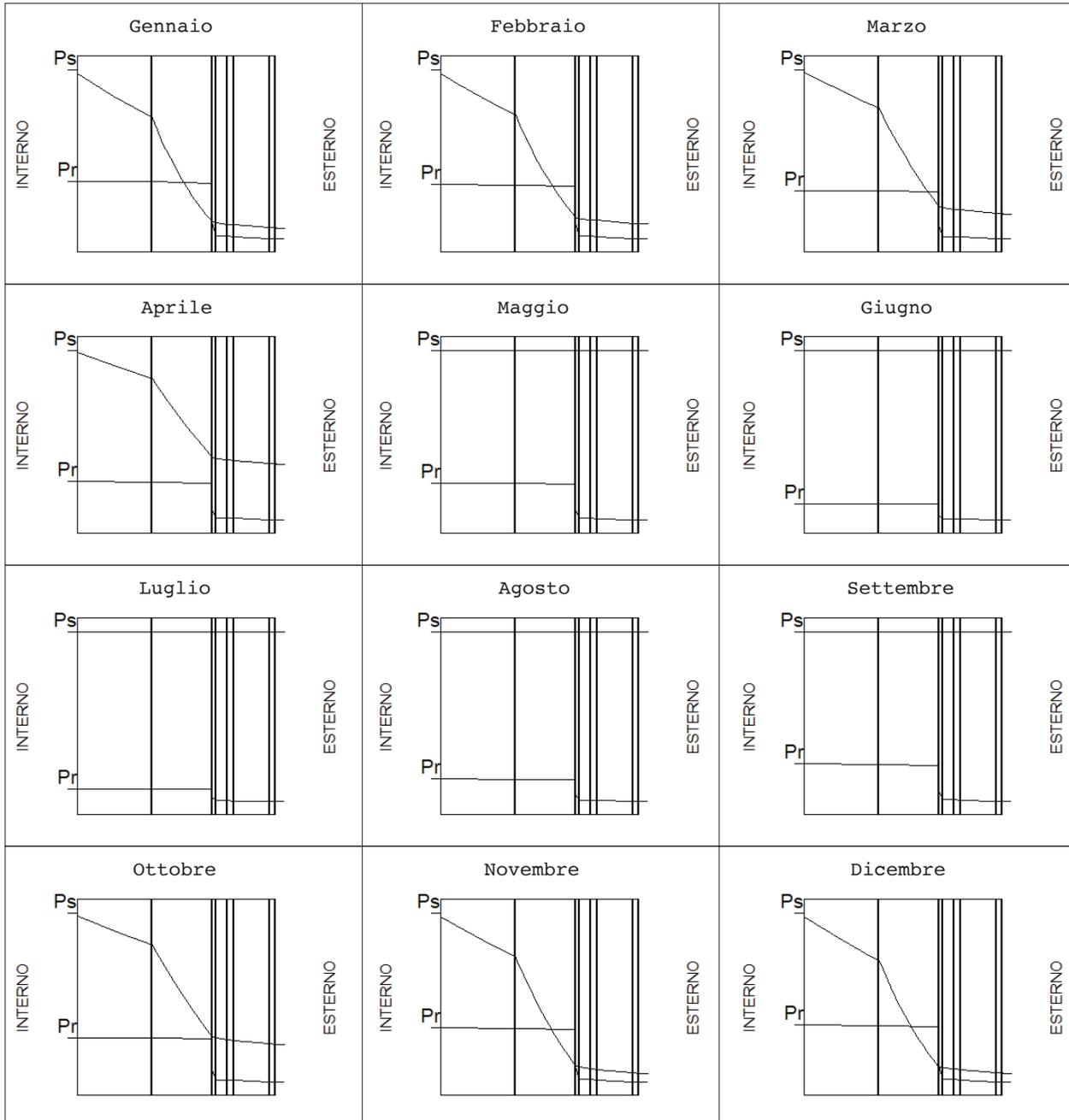
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru:
Compacta come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	NON VERIFICATA			La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità condensata è pari a 0.9330 kg/m ² ed è completamente rievaporato. Il materiale "Fogli di materiale sintetico." è interessato da una quantità di condensa pari a 0.6942 kg/m ² , quantità non ammissibile (max = 0.0000 kg/m ²). - Primo mese in cui si verifica la condensa: Novembre - Ultimo mese in cui si verifica la condensa: Marzo								
Verifica formazione muffe	VERIFICATA			Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m ² K.								
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788. cfl = Unità abitativa cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale dieff				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	Substrato di terriccio più cruscello- umidità 60%				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	Fogli di materiale sintetico.				0.6942	-0.6942	0.0000	0.0000				
4	Pannello di legno				0.2388	-0.2388	0.0000	0.1350				
5	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
6	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
7	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
8	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
	TOTALE				0.9330	-0.9330	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura este esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

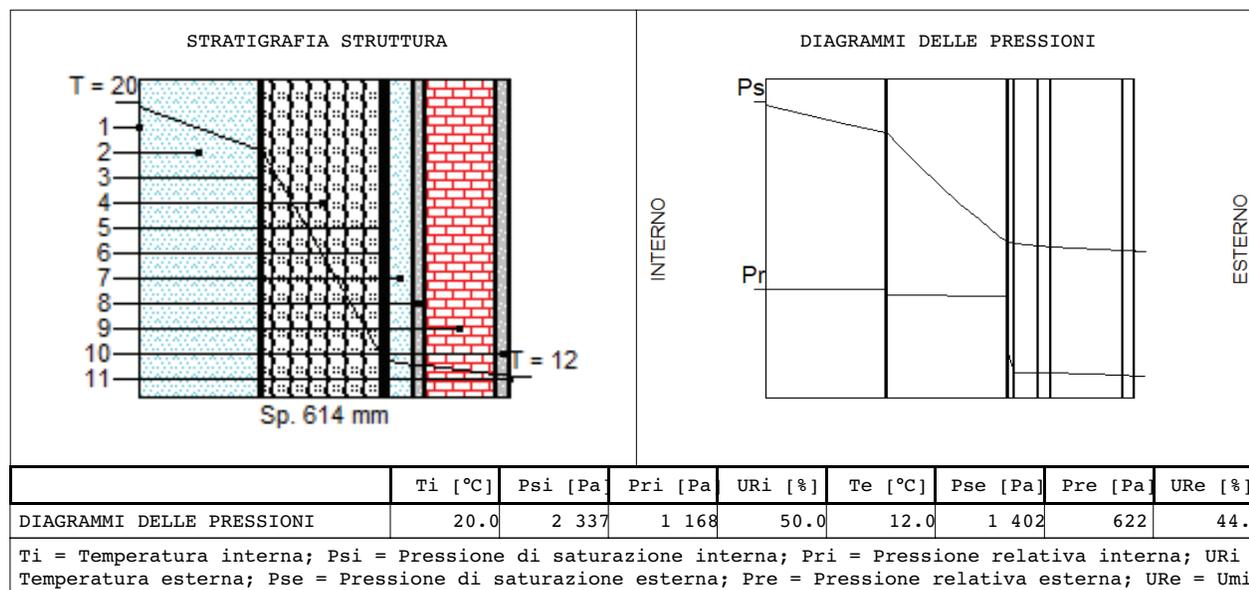
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru: come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale spat	200	0.150	0.750	10.00	193.000	1	1.333
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
4	Substrato di terriccio più crusche 60%	200	0.032	0.160	60.00	62.500	1600	6.250
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	200	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
10	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
11	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 8.374 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 11.311 kJ/m²K				TRASMITTANZA = 0.119 W/m²K		
SPESSORE = 614 mm		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.03				MASSA SUPERFICIALE = 250 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296				SFASAMENTO = -1.04 h		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



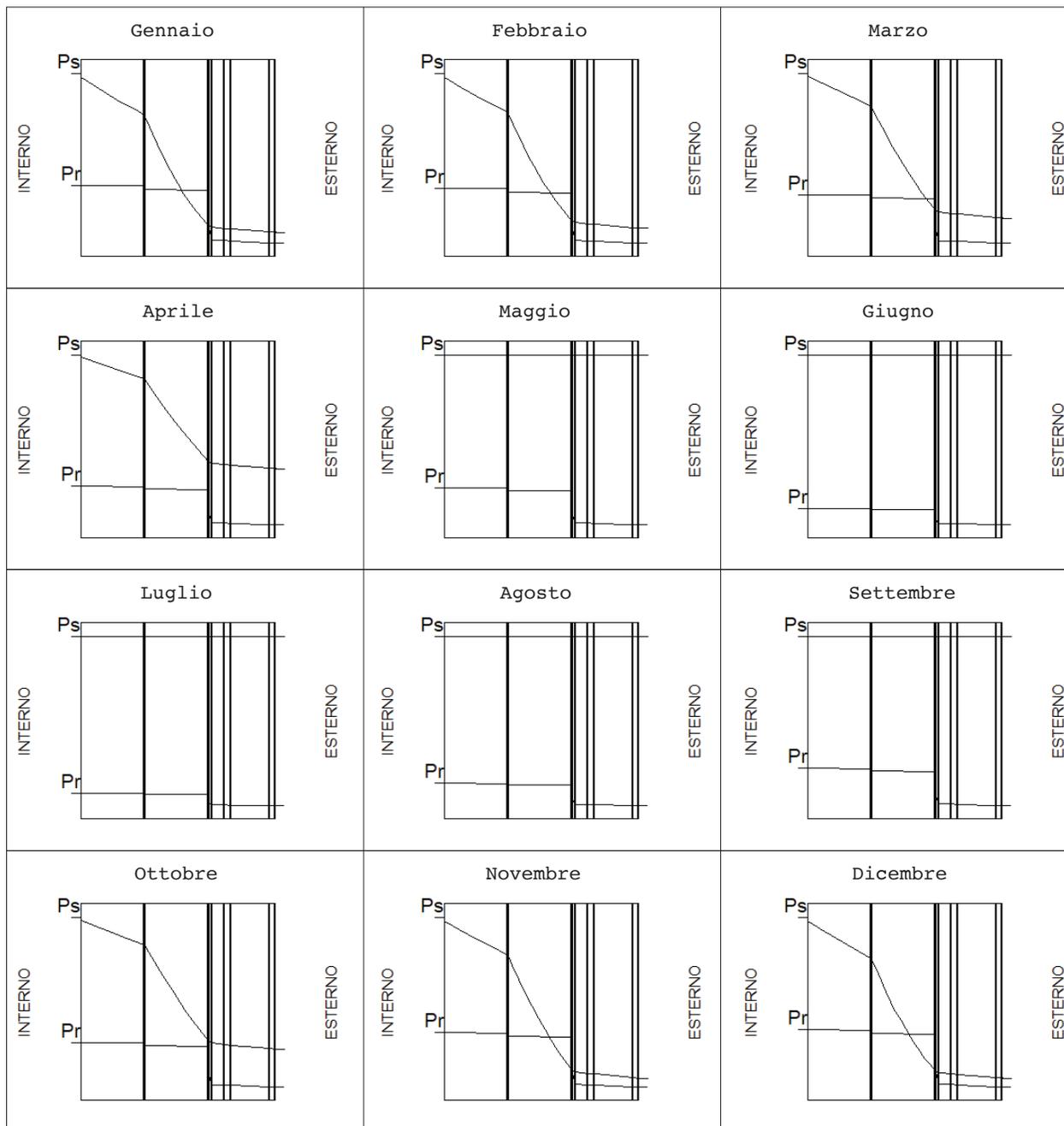
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru:
come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	NON VERIFICATA			La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità condensata è pari a 0.3031 kg/m ² ed è completamente rievaporato. Il materiale "Fogli di materiale sintetico." è interessato da una quantità di condensa pari a 0.3031 kg/m ² , quantità non ammissibile (max = 0.0000 kg/m ²). - Primo mese in cui si verifica la condensa: Novembre - Ultimo mese in cui si verifica la condensa: Marzo								
Verifica formazione muffe	VERIFICATA			Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m ² K.								
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788. cf1 = Unità abitativa cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata	Condensa evaporata	Condensa accumulata	Massima condensa ammissibile				
					[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]				
1	Strato vegetale spat				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	Substrato di terriccio più cruscello- umidità 60%				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Fogli di materiale sintetico.				0.3031	-0.3031	0.0000	0.0000				
5	Pannello di legno				0.0000	0.0000	0.0000	0.1350				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
	TOTALE				0.3031	-0.3031	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura este esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

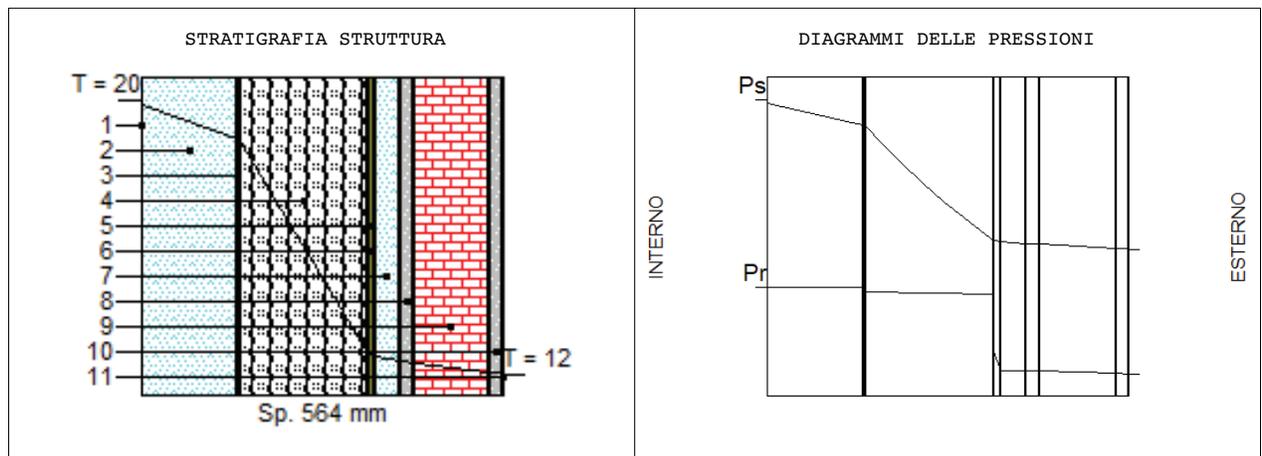
Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru:
Comosum come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale clor	150	0.150	1.000	7.50	193.000	1	1.000
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
4	Substrato di terriccio più crusche 60%	200	0.032	0.160	60.00	62.500	1600	6.250
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	20	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
10	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
11	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040

RESISTENZA = 8.040 m²K/W		TRASMITTANZA = 0.124 W/m²K
SPESORE = 564 mm	CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 11.311 kJ/m²K	MASSA SUPERFICIALE = 247 kg/m²
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K	FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.03	SFASAMENTO = -1.04 h
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	Uri [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	Ure [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	12.0	1 402	622	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; Uri = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; Ure = Umidità relativa esterna

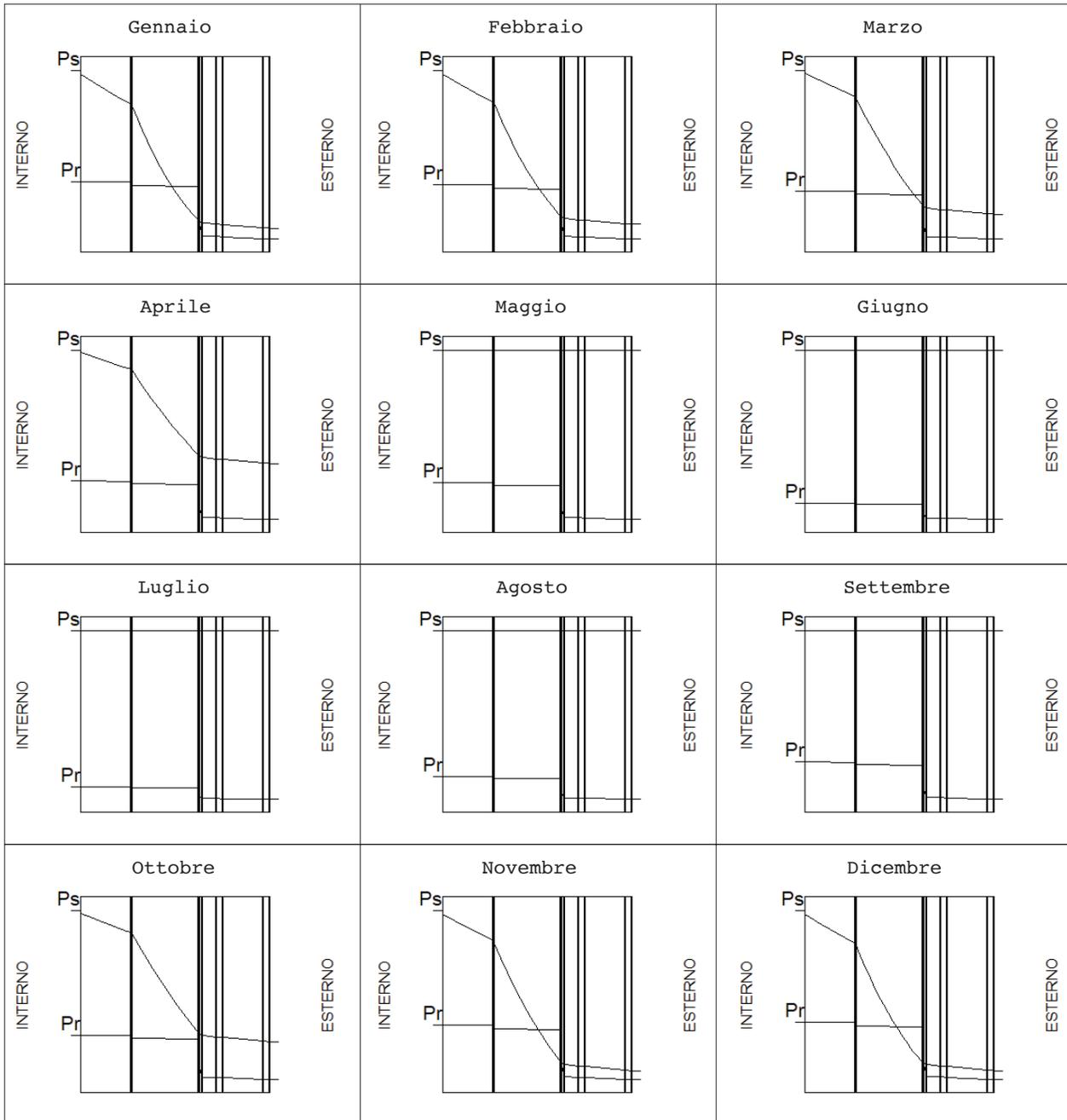
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru:
Comosum come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	NON VERIFICATA			La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità condensata è pari a 0.3063 kg/m ² ed è completamente rievaporato. Il materiale "Fogli di materiale sintetico." è interessato da una quantità di condensa pari a 0.3063 kg/m ² , quantità non ammissibile (max = 0.0000 kg/m ²). - Primo mese in cui si verifica la condensa: Novembre - Ultimo mese in cui si verifica la condensa: Marzo								
Verifica formazione muffe	VERIFICATA			Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Valore ammissibile di U = 1.4815 W/m ² K.								
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788. cf1 = Unità abitativa cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale clor				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	Substrato di terriccio più crusche 60%				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Fogli di materiale sintetico.				0.3063	-0.3063	0.0000	0.0000				
5	Pannello di legno				0.0000	0.0000	0.0000	0.1350				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
	TOTALE				0.3063	-0.3063	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

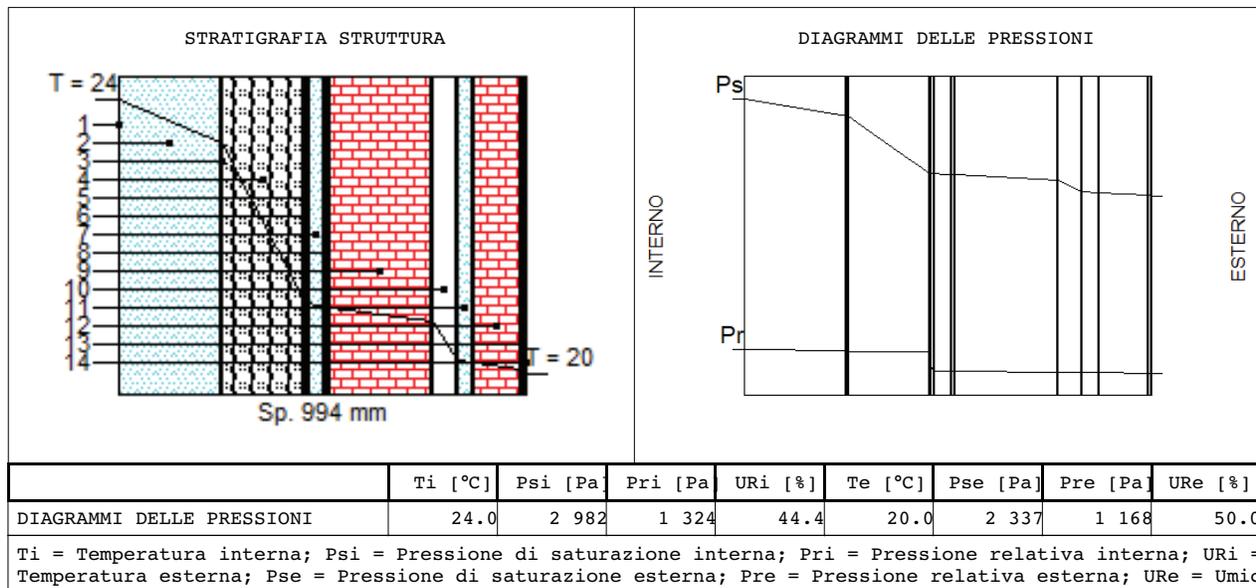
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza di una parete esterna con modulo 2, terriccio più crudo come specie arborea

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		25.000			0	0.040
2	Strato vegetale dieff	250	0.150	0.600	12.50	193.000	1000	1.667
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
4	Substrato di terriccio più crusche 60%	200	0.032	0.160	60.00	62.500	1600	6.250
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		7.700			0	0.130
RESISTENZA = 10.906 m²K/W						TRASMITTANZA = 0.092 W/m²K		
SPESSORE = 994 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 540 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				SFASAMENTO = 0.00 h		
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296								

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



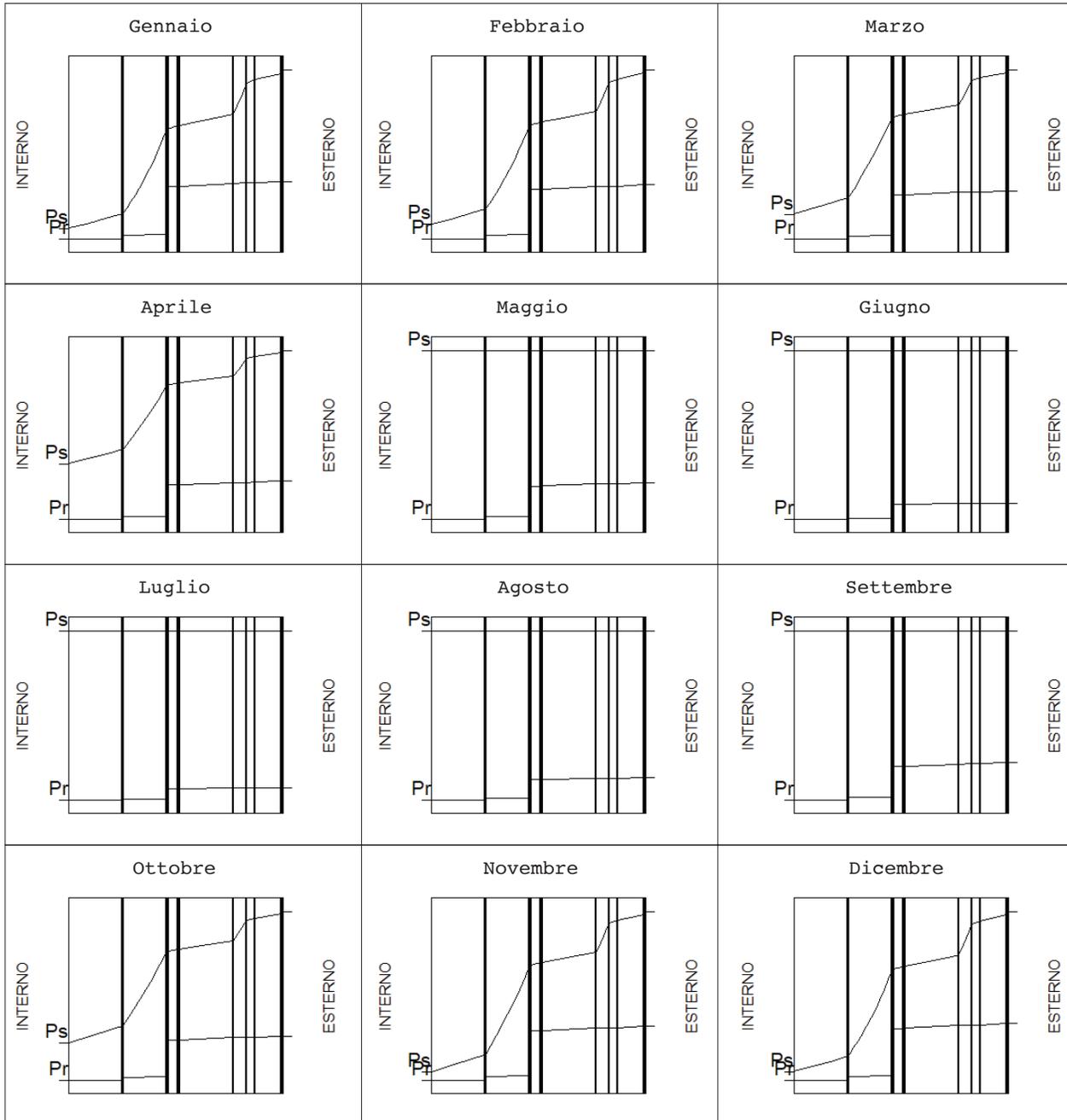
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza di una parete esterna con modulo 2, terriccio più crudo come specie arborea

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf1	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
URcf2	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = Esterno												
cf2 = unità abitativa												
Strato	Descrizione		Condensa formata [kg/m²]	Condensa evaporata [kg/m²]	Condensa accumulata [kg/m²]	Massima condensa ammissibile [kg/m²]						
1	Strato vegetale dieff		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
2	feltro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
3	Substrato di terriccio più cruscello - umidità 60%		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
4	Fogli di materiale sintetico.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
5	Pannello di legno		0.0000	0.0000	0.0000	0.1350						
6	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
7	Intonaco di gesso puro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5% - mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
9	Pannello isolante in fibra di vetro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
10	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5% - mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
TOTALE			0.0000	0.0000	0.0000							

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Psi [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pri [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URi [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2
Te [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Pse [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pre [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URe [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2

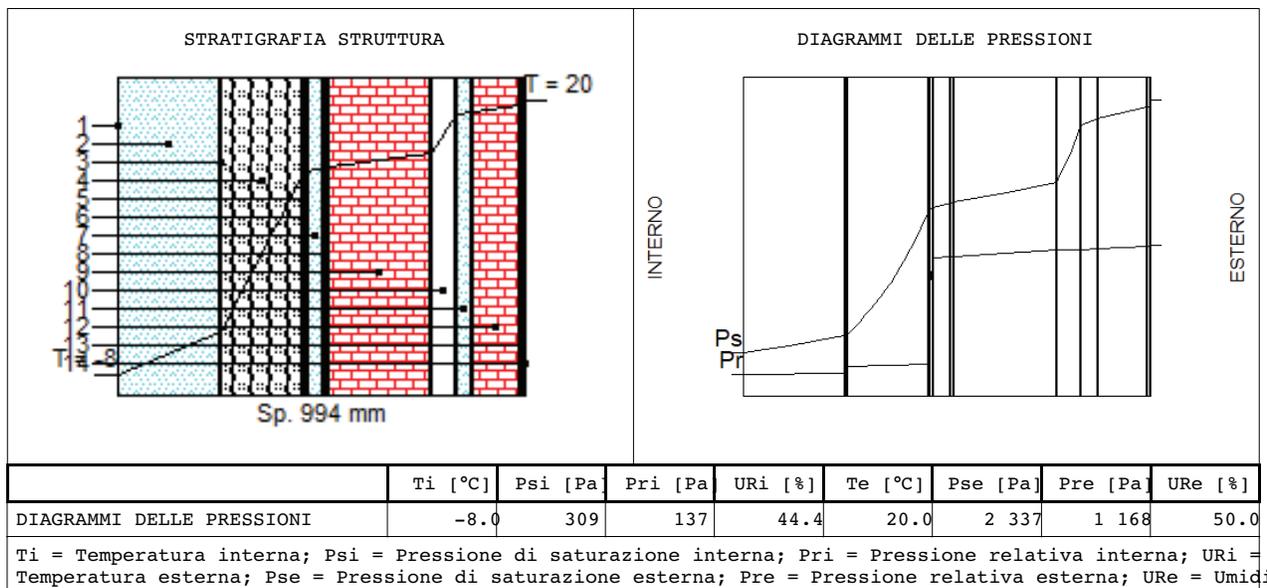
Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza di una parete esterna con modulo 2, terriccio più crudo come specie arborea

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		25.000			0	0.040
2	Strato vegetale dieff	250	0.150	0.600	12.50	193.000	1000	1.667
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
4	Substrato di terriccio più crusche 60%	200	0.032	0.160	60.00	62.500	1600	6.250
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		7.700			0	0.130
RESISTENZA = 10.906 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				TRASMITTANZA = 0.092 W/m²K		
SPESSORE = 994 mm		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				MASSA SUPERFICIALE = 540 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296				SFASAMENTO = 0.00 h		
<p>s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..</p>								



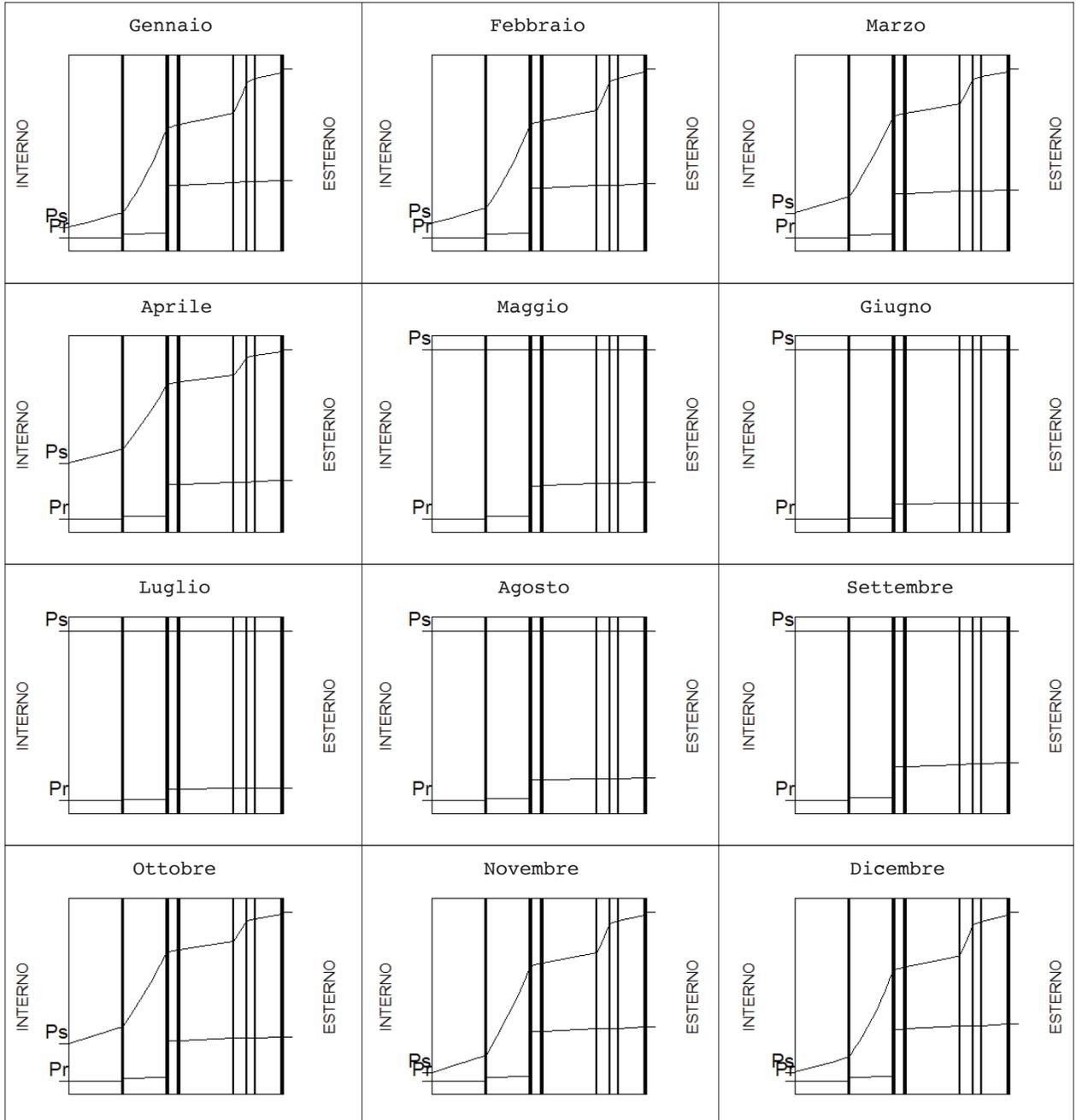
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza di una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru: come specie arborea

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf1	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
URcf2	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = Esterno												
cf2 = unità abitativa												
Strato	Descrizione		Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]						
1	Strato vegetale dieff		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
2	feltro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
3	Substrato di terriccio più cruscello - umidità 60%		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
4	Fogli di materiale sintetico.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
5	Pannello di legno		0.0000	0.0000	0.0000	0.1350						
6	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
7	Intonaco di gesso puro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5% - mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
9	Pannello isolante in fibra di vetro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
10	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5% - mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
TOTALE			0.0000	0.0000	0.0000							

**DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI**



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Psi [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pri [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URi [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2
Te [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Pse [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pre [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URe [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

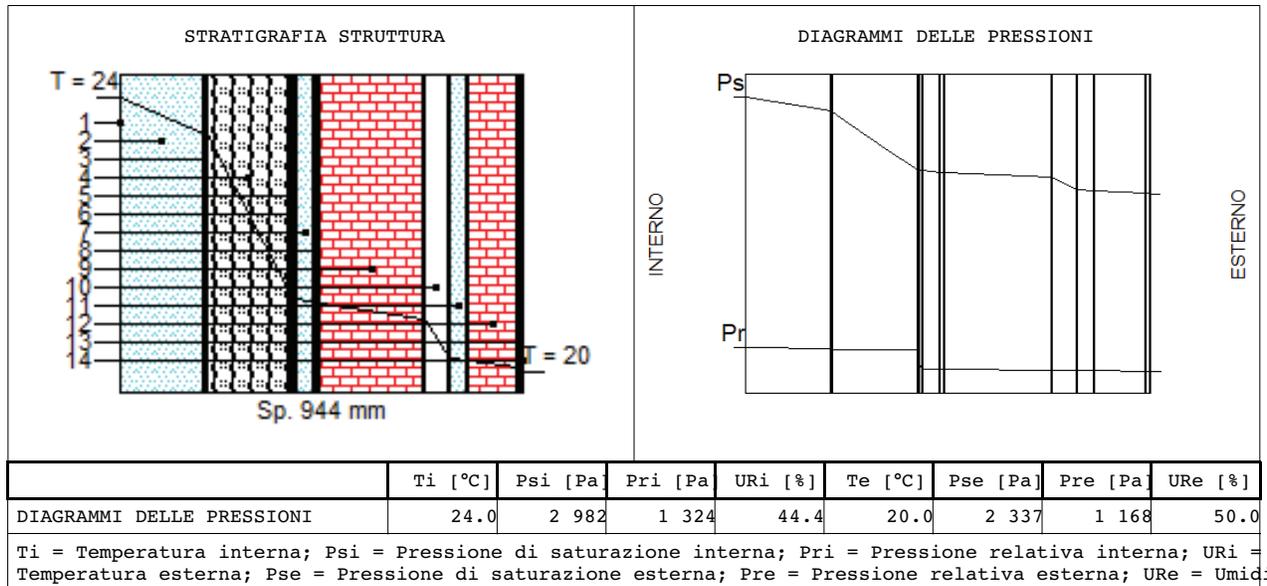
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru: come specie arborea

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		25.000			0	0.040
2	Strato vegetale spat	200	0.150	0.750	10.00	193.000	1	1.333
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
4	Substrato di terriccio più crusche 60%	200	0.032	0.160	60.00	62.500	1600	6.250
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	120	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	120	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		7.700			0	0.130
RESISTENZA = 10.573 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				TRASMITTANZA = 0.095 W/m²K		
SPESSORE = 944 mm		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				MASSA SUPERFICIALE = 538 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296				SFASAMENTO = 0.00 h		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



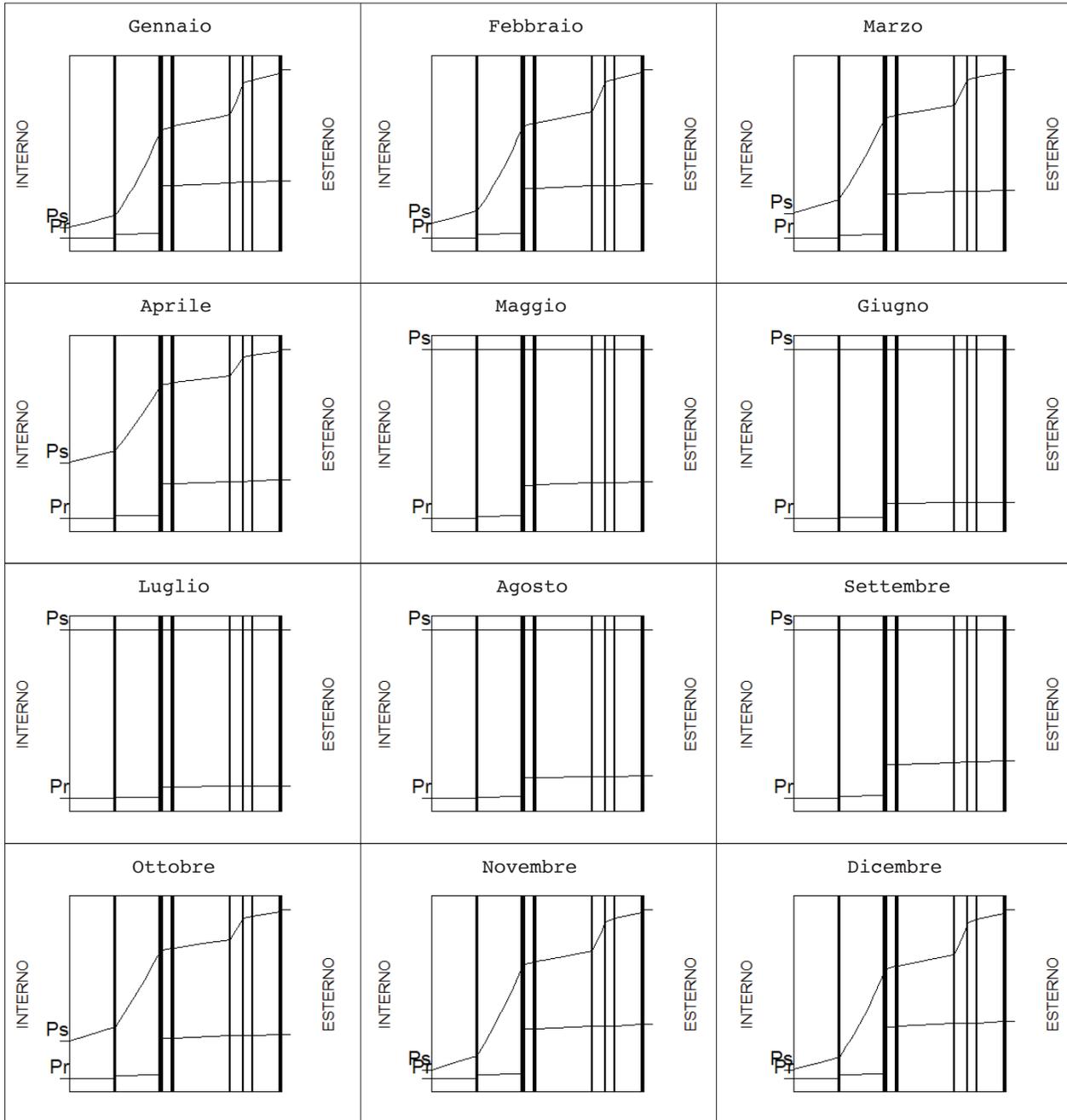
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru:
come specie arborea

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf1	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
URcf2	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
Verifica Interstiziale		VERIFICATA			La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.							
Verifica formazione muffe		VERIFICATA			Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.							
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = Esterno												
cf2 = unità abitativa												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale spat				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	Substrato di terriccio più cruscello - umidità 60%				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Fogli di materiale sintetico.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
5	Pannello di legno				0.0000	0.0000	0.0000	0.1350				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco di gesso puro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Pannello isolante in fibra di vetro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
10	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
TOTALE					0.0000	0.0000	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Psi [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pri [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URi [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2
Te [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Pse [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pre [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URe [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

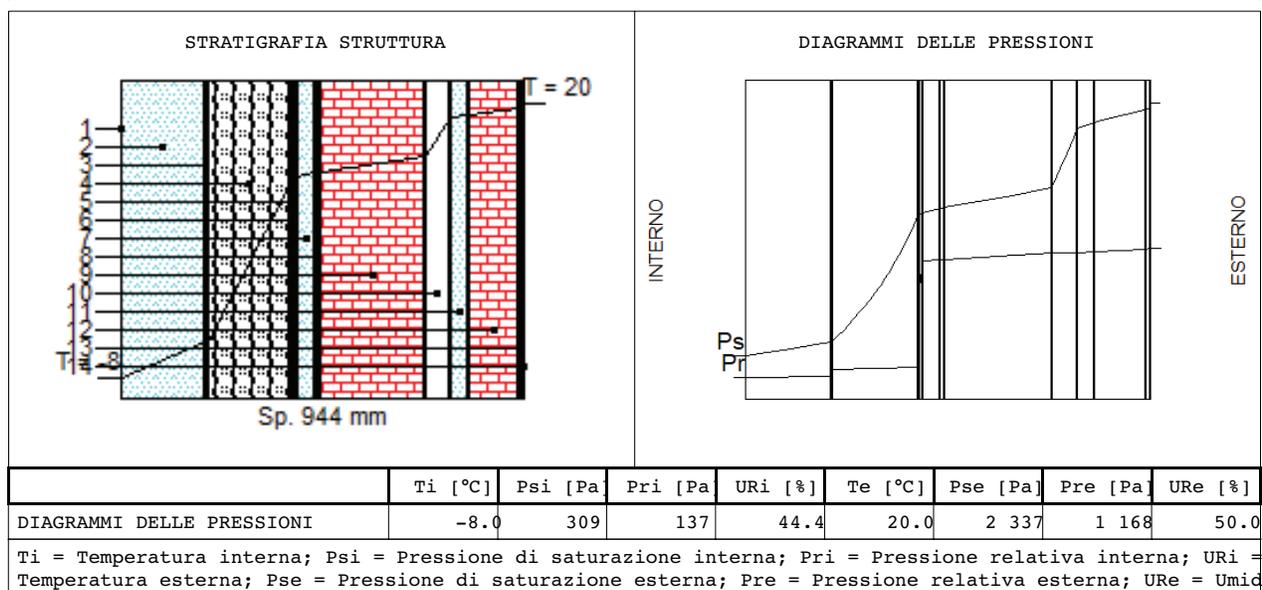
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru: come specie arborea

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]	
1	Adduttanza Interna	0		25.000			0	0.040	
2	Strato vegetale spat	200	0.150	0.750	10.00	193.000	1	1.333	
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060	
4	Substrato di terriccio più crusche 60%	200	0.032	0.160	60.00	62.500	1600	6.250	
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004	
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083	
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138	
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029	
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579	
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500	
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138	
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278	
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011	
14	Adduttanza Esterna	0		7.700			0	0.130	
RESISTENZA = 10.573 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				TRASMITTANZA = 0.095 W/m²K			
SPESSORE = 944 mm		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				MASSA SUPERFICIALE = 538 kg/m²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296				SFASAMENTO = 0.00 h			

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



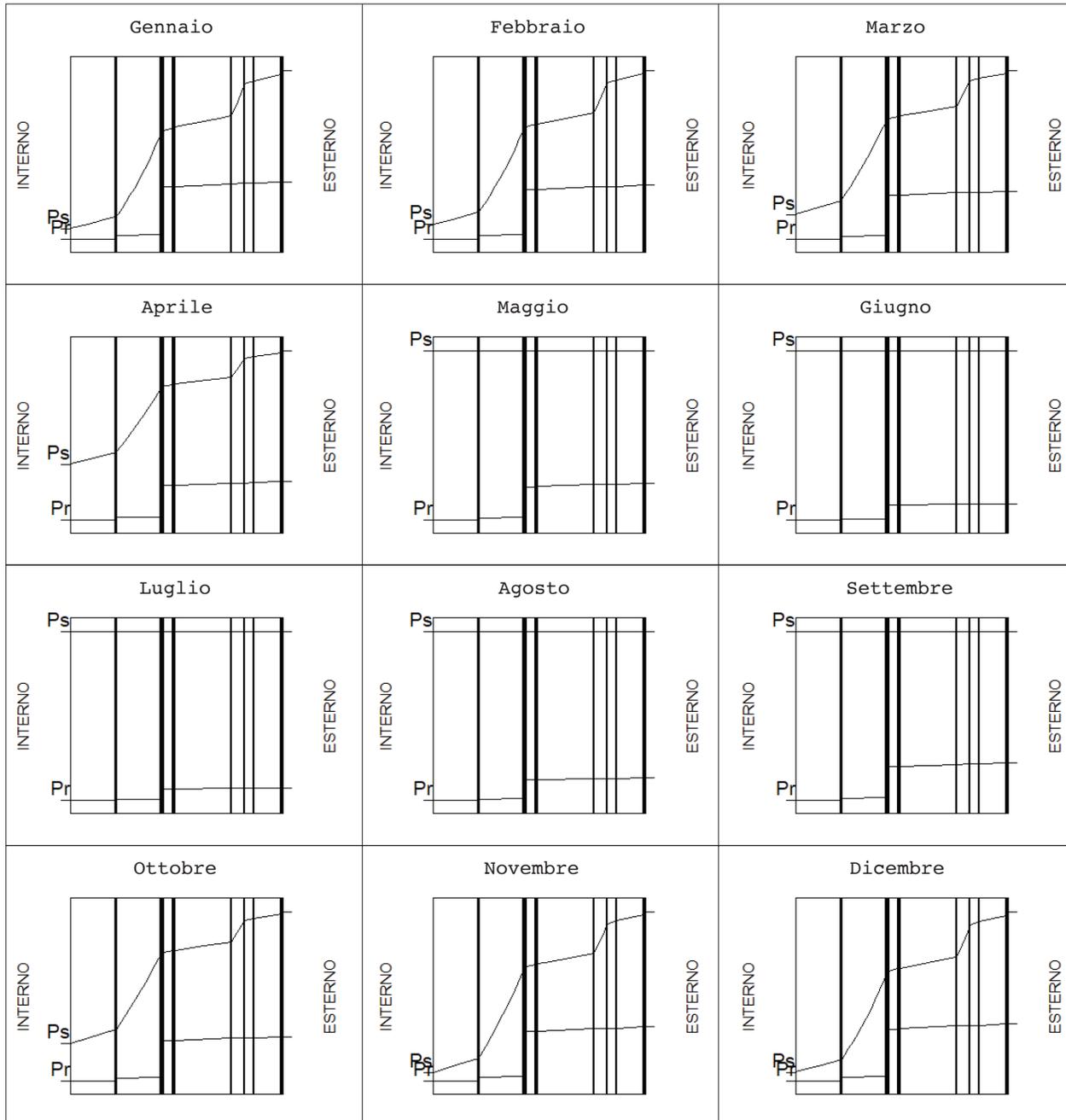
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru: come specie arborea

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf1	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
URcf2	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = Esterno												
cf2 = unità abitativa												
Strato	Descrizione		Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]						
1	Strato vegetale spat		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
2	feltro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
3	Substrato di terriccio più cruscello - umidità 60%		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
4	Fogli di materiale sintetico.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
5	Pannello di legno		0.0000	0.0000	0.0000	0.1350						
6	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
7	Intonaco di gesso puro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
9	Pannello isolante in fibra di vetro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
10	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
	TOTALE		0.0000	0.0000	0.0000							

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Psi [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pri [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URI [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2
Te [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Pse [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pre [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URE [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URI = Umidità relativa interna; Te = Temperatura este esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

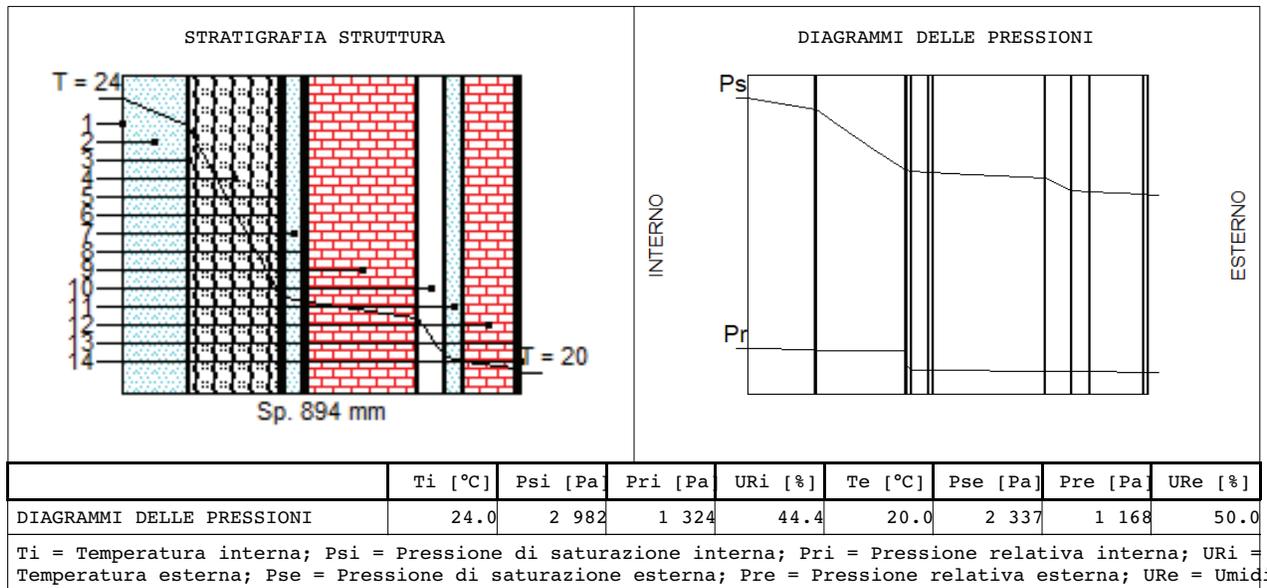
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza di una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru: come specie arborea

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		25.000			0	0.040
2	Strato vegetale clor	150	0.150	1.000	7.50	193.000	1	1.000
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
4	Substrato di terriccio più crusche 60%	200	0.032	0.160	60.00	62.500	1600	6.250
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		7.700			0	0.130
RESISTENZA = 10.240 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				TRASMITTANZA = 0.098 W/m²K		
SPESSORE = 894 mm		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				MASSA SUPERFICIALE = 535 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296				SFASAMENTO = 0.00 h		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



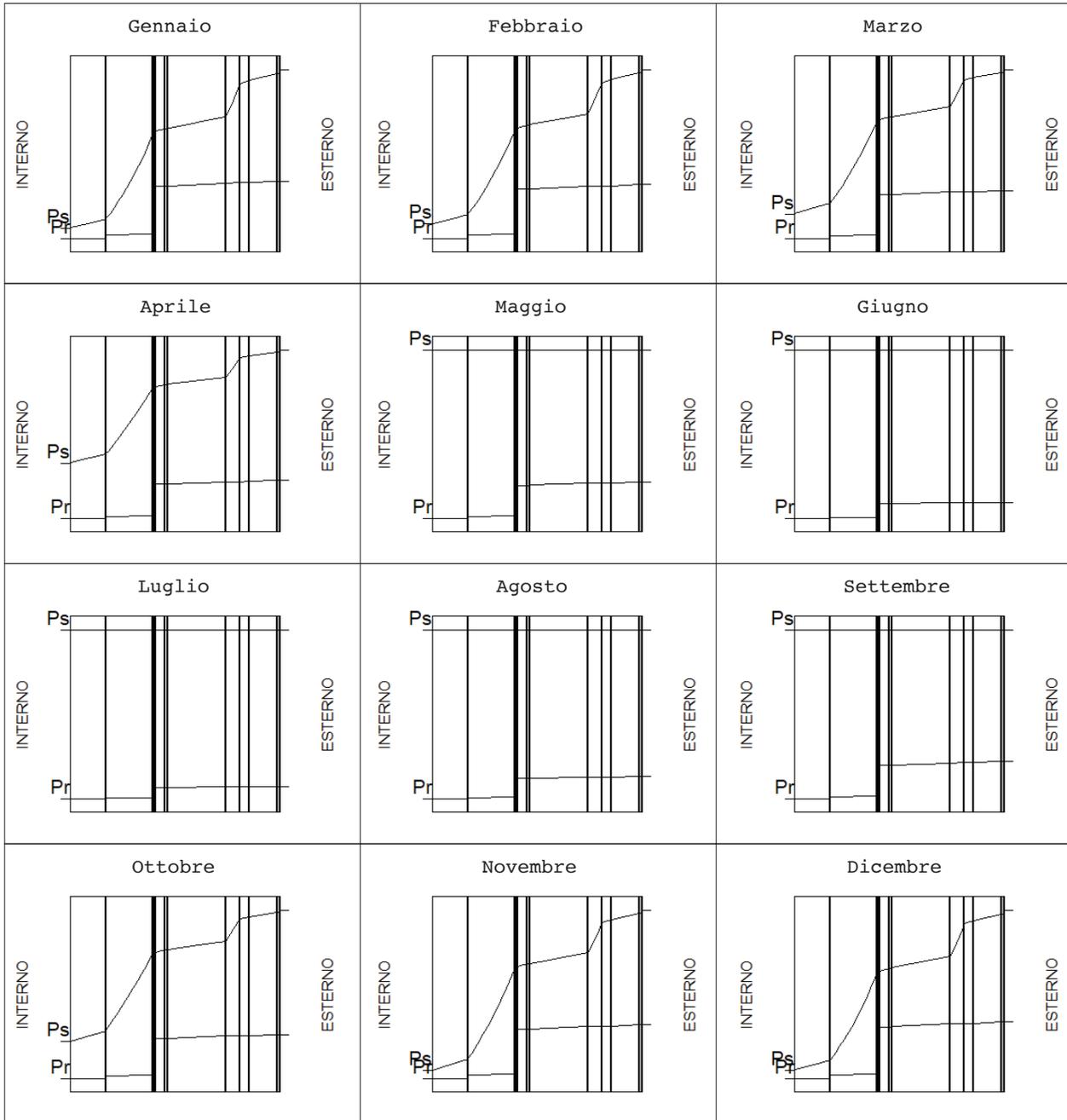
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza di una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru: come specie arborea

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf1	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
URcf2	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = Esterno												
cf2 = unità abitativa												
Strato	Descrizione		Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]						
1	Strato vegetale clor		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
2	feltro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
3	Substrato di terriccio più cruscello - umidità 60%		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
4	Fogli di materiale sintetico.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
5	Pannello di legno		0.0000	0.0000	0.0000	0.1350						
6	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
7	Intonaco di gesso puro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
9	Pannello isolante in fibra di vetro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
10	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
	TOTALE		0.0000	0.0000	0.0000							

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Psi [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pri [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.3	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URi [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2
Te [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Pse [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pre [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URe [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2

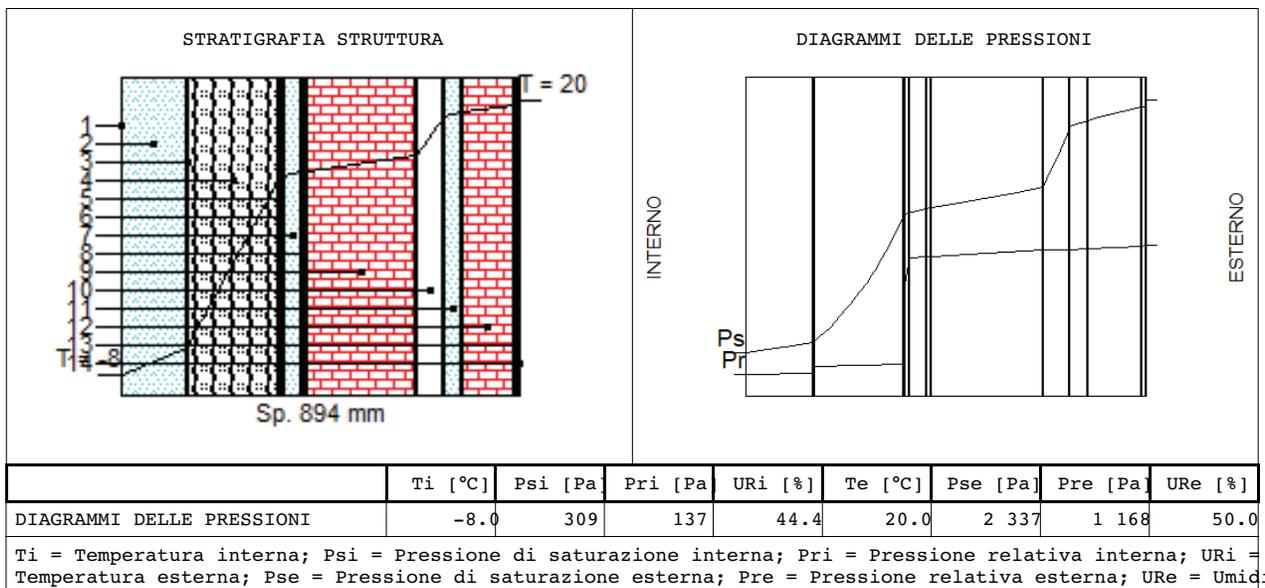
Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza di una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru: come specie arborea

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		25.000			0	0.040
2	Strato vegetale clor	150	0.150	1.000	7.50	193.000	1	1.000
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
4	Substrato di terriccio più crusche 60%	200	0.032	0.160	60.00	62.500	1600	6.250
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	150	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	150	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		7.700			0	0.130
RESISTENZA = 10.240 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				TRASMITTANZA = 0.098 W/m²K		
SPESSORE = 894 mm		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				MASSA SUPERFICIALE = 535 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296				SFASAMENTO = 0.00 h		
<p>s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..</p>								



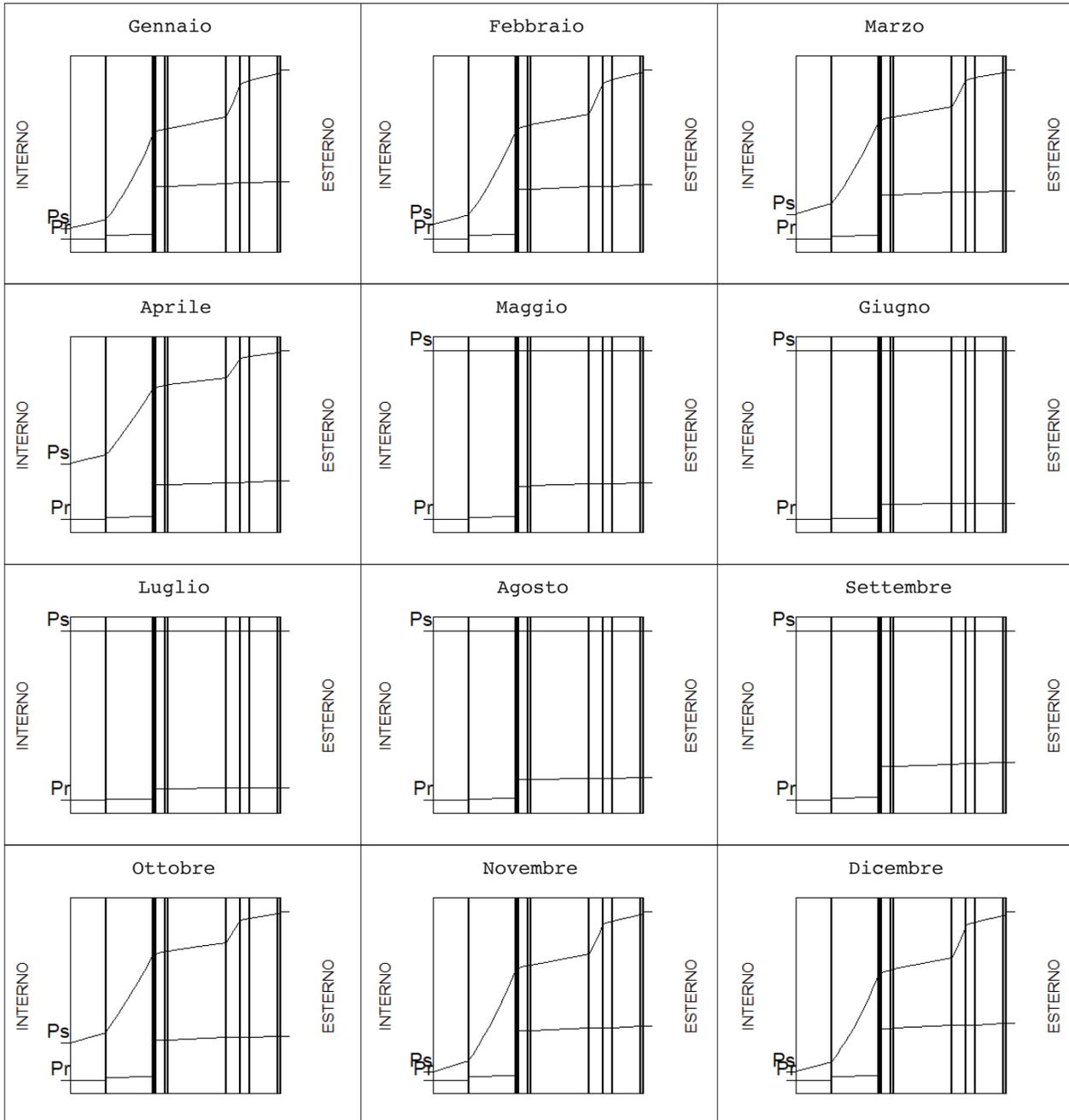
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza di una parete esterna con modulo 2, terriccio più cru: come specie arborea

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf1	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
URcf2	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre).Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = Esterno												
cf2 = unità abitativa												
Strato	Descrizione		Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]						
1	Strato vegetale clor		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
2	feltro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
3	Substrato di terriccio più cruschello - umidità 60%		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
4	Fogli di materiale sintetico.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
5	Pannello di legno		0.0000	0.0000	0.0000	0.1350						
6	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
7	Intonaco di gesso puro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
9	Pannello isolante in fibra di vetro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
10	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
TOTALE			0.0000	0.0000	0.0000							

**DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI**



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Psi [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pri [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.3	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URi [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2
Te [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Pse [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pre [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URe [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. :
Compacta come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale dieff	250	0.150	0.600	12.50	193.000	1000	1.667
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	200	0.048	0.240	60.00	62.500	1600	4.175
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	20	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
10	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
11	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040

RESISTENZA = 6.632 m²K/W

TRASMITTANZA = 0.151 W/m²K

SPESSORE = 664 mm

CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 12.975 kJ/m²K

MASSA SUPERFICIALE = 252 kg/m²

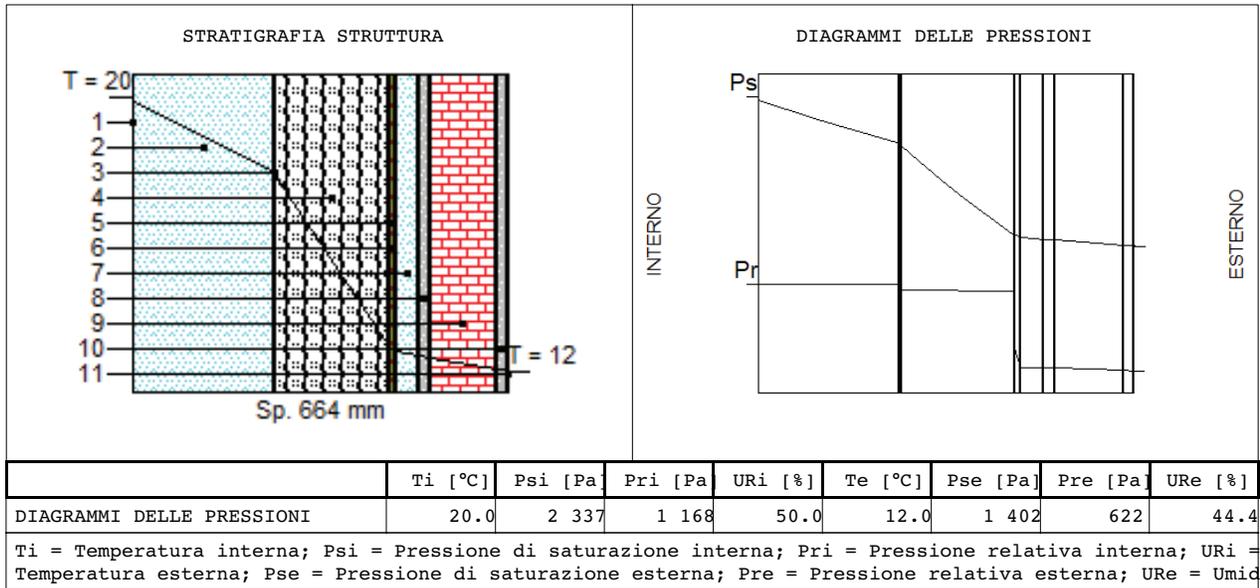
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.01 W/m²K

FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.05

SFASAMENTO = -4.12 h

FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



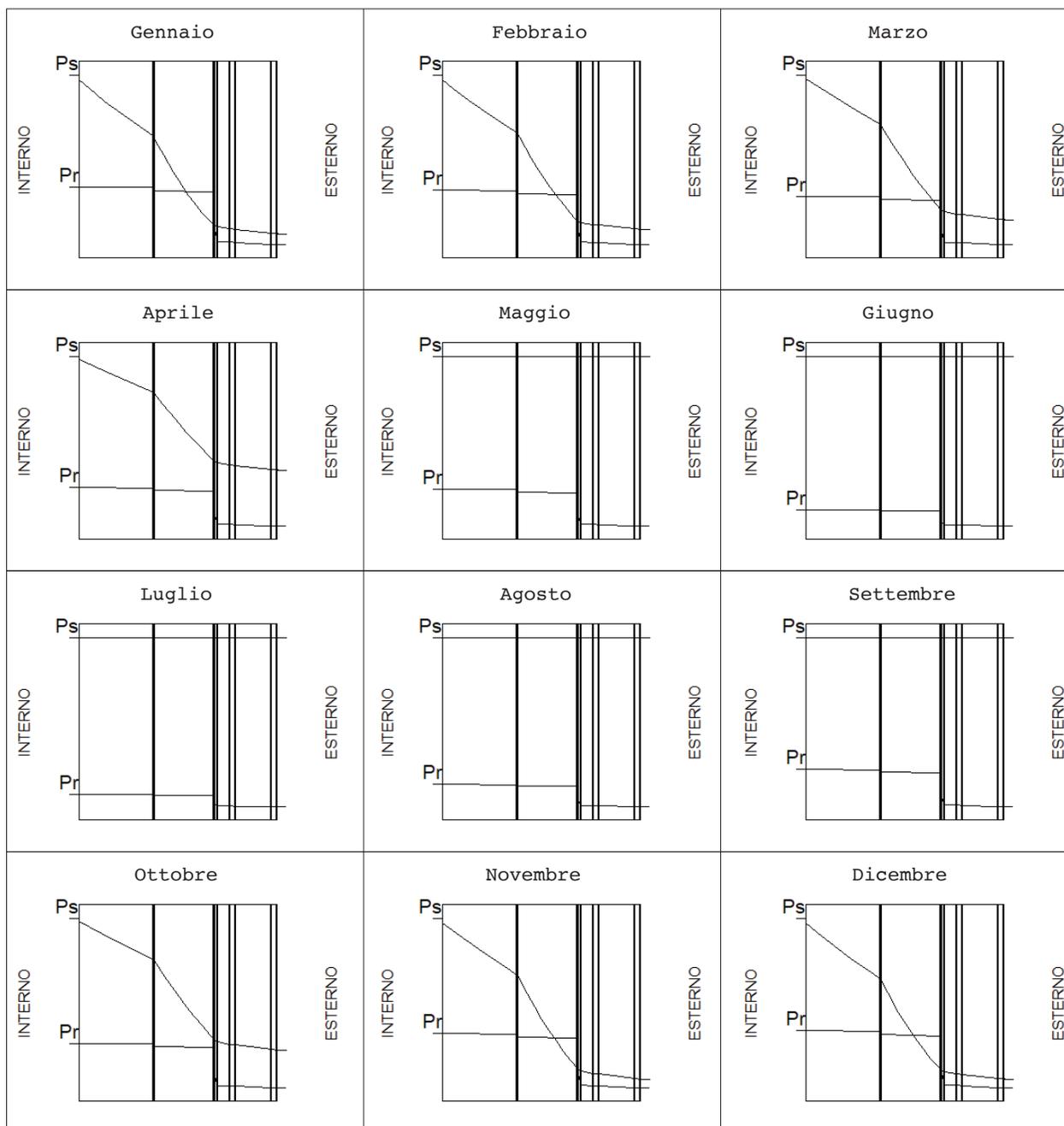
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. :
Compacta come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	NON VERIFICATA		La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità condensata è pari a 0.2777 kg/m ² ed è completamente rievaporato. Il materiale "Fogli di materiale sintetico." è interessato da una quantità di condensa pari a 0.2777 kg/m ² , quantità non ammissibile (max = 0.0000 kg/m ²). - Primo mese in cui si verifica la condensa: Novembre - Ultimo mese in cui si verifica la condensa: Marzo									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Valore ammissibile di U = 1.4815 W/m ² K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788. cf1 = Unità abitativa cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale dieff				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Fogli di materiale sintetico.				0.2777	-0.2777	0.0000	0.0000				
5	Pannello di legno				0.0000	0.0000	0.0000	0.1350				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5% - mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
	TOTALE				0.2777	-0.2777	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

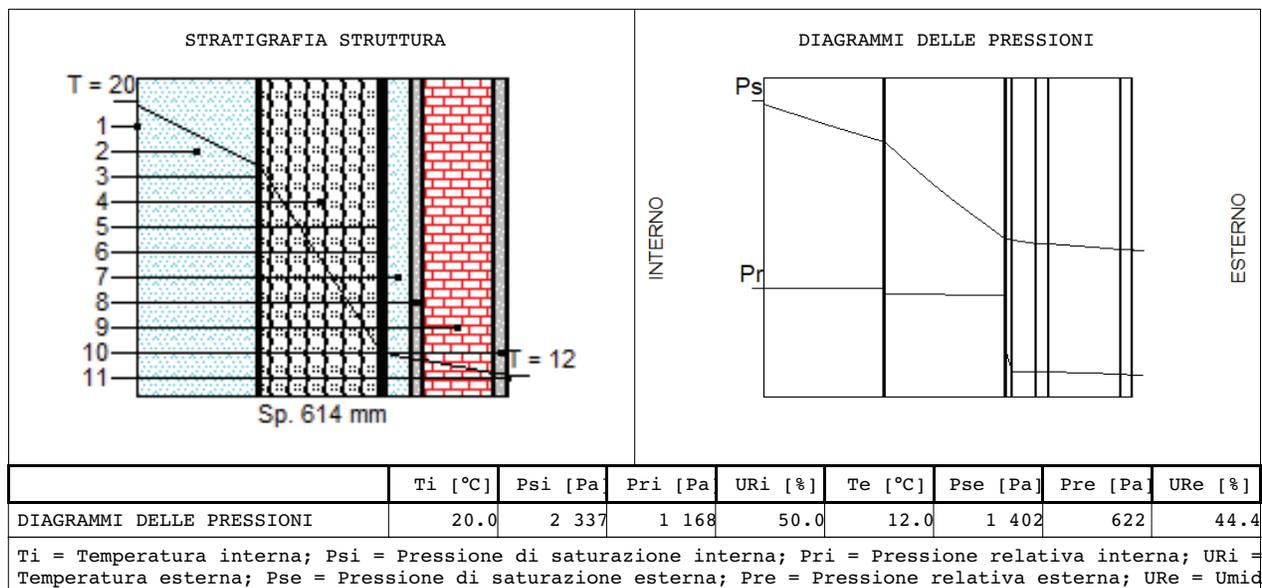
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. :
come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m ² K]	M.S. [kg/m ²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m ² K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale spat	200	0.150	0.750	10.00	193.000	1	1.333
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	200	0.048	0.240	60.00	62.500	1600	4.175
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	20	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
10	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
11	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040
RESISTENZA = 6.299 m ² K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 12.975 kJ/m ² K				TRASMITTANZA = 0.159 W/m ² K		
SPESSORE = 614 mm		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.05				MASSA SUPERFICIALE = 250 kg/m ²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.01 W/m ² K		FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296				SFASAMENTO = -4.12 h		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. :
come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60

Verifica Interstiziale	NON VERIFICATA	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità condensata è pari a 0.2784 kg/m ² ed è completamente rievaporato. Il materiale "Fogli di materiale sintetico." è interessato da una quantità di condensa pari a 0.2784 kg/m ² , quantità non ammissibile (max = 0.0000 kg/m ²). - Primo mese in cui si verifica la condensa: Novembre - Ultimo mese in cui si verifica la condensa: Marzo
------------------------	----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Verifica formazione muffe	VERIFICATA	Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Valore ammissibile di U = 1.4815 W/m ² K.
---------------------------	------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

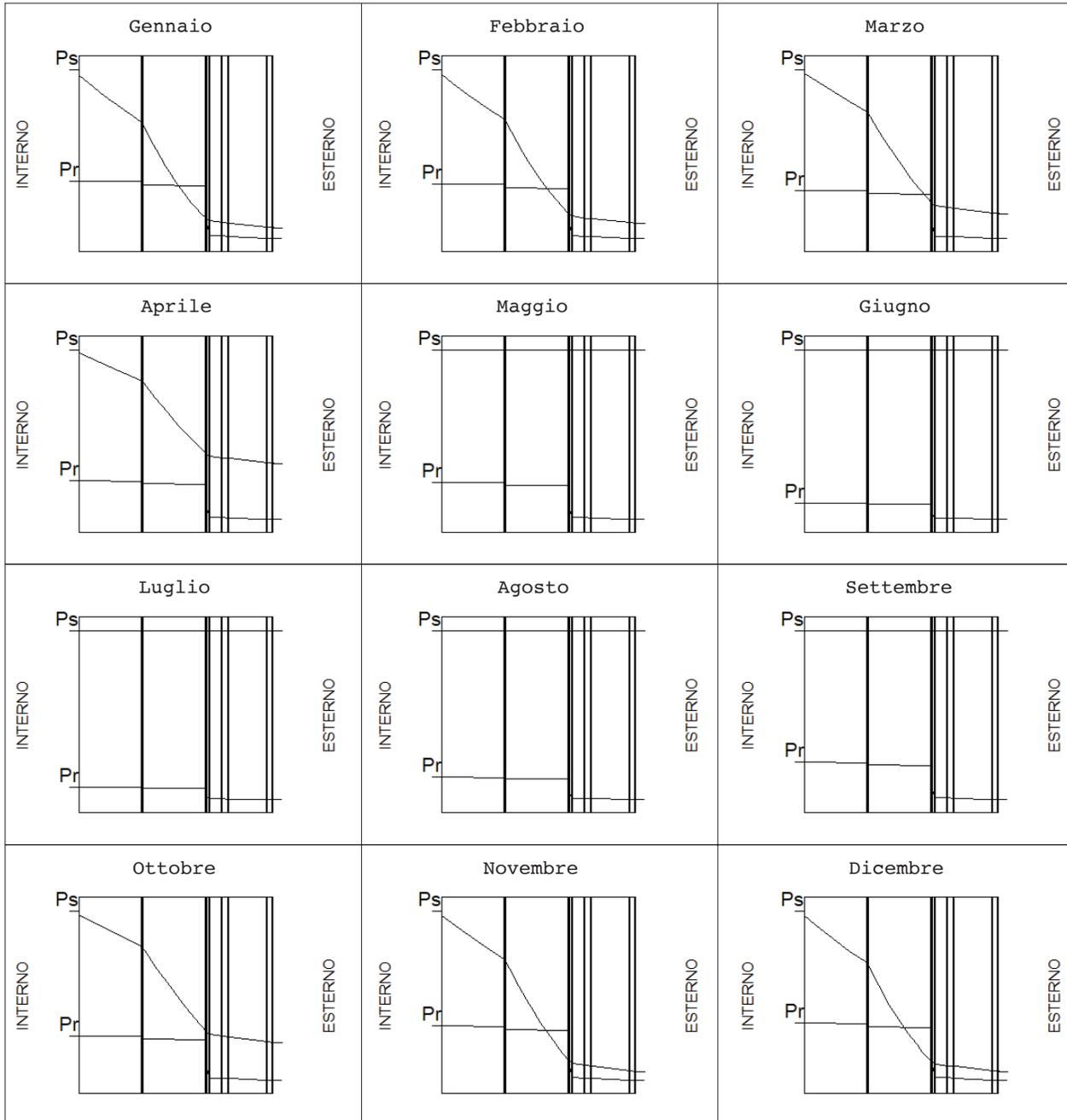
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.

cf1 = Unità abitativa

cf2 = Esterno

Strato	Descrizione	Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]
1	Strato vegetale spat	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	feltro	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	Fogli di materiale sintetico.	0.2784	-0.2784	0.0000	0.0000
5	Pannello di legno	0.0000	0.0000	0.0000	0.1350
6	Intercapedine d'aria - 4 cm	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	Intonaco interno.	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000
9	Intonaco interno.	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000
	TOTALE	0.2784	-0.2784	0.0000	

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. :
Comosum come specie vegetale

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0	0.130
2	Strato vegetale clor	150	0.150	1.000	7.50	193.000	1	1.000
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	200	0.048	0.240	60.00	62.500	1600	4.175
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	20	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
10	Intonaco interno.	20	0.700	35.000	28.00	18.000	1000	0.029
11	Adduttanza Esterna	0		25.000			0	0.040

RESISTENZA = 5.966 m²K/W

TRASMITTANZA = 0.168 W/m²K

SPESSORE = 564 mm

CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 12.975 kJ/m²K

MASSA SUPERFICIALE = 247 kg/m²

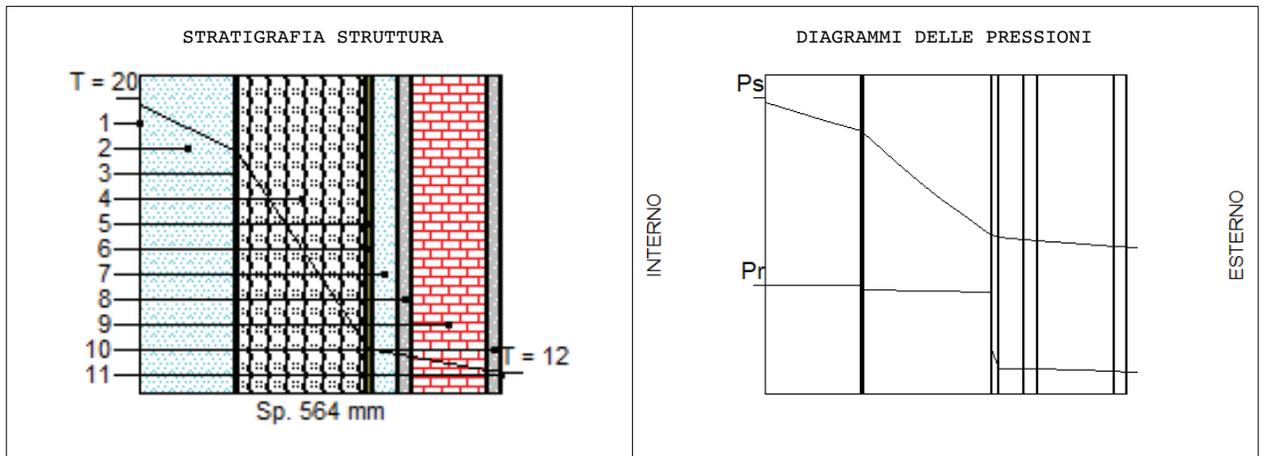
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.01 W/m²K

FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.05

SFASAMENTO = -4.12 h

FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	Uri [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	Ure [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	20.0	2 337	1 168	50.0	12.0	1 402	622	44.4

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; Uri = Umidità interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; Ure = Umidità relativa esterna

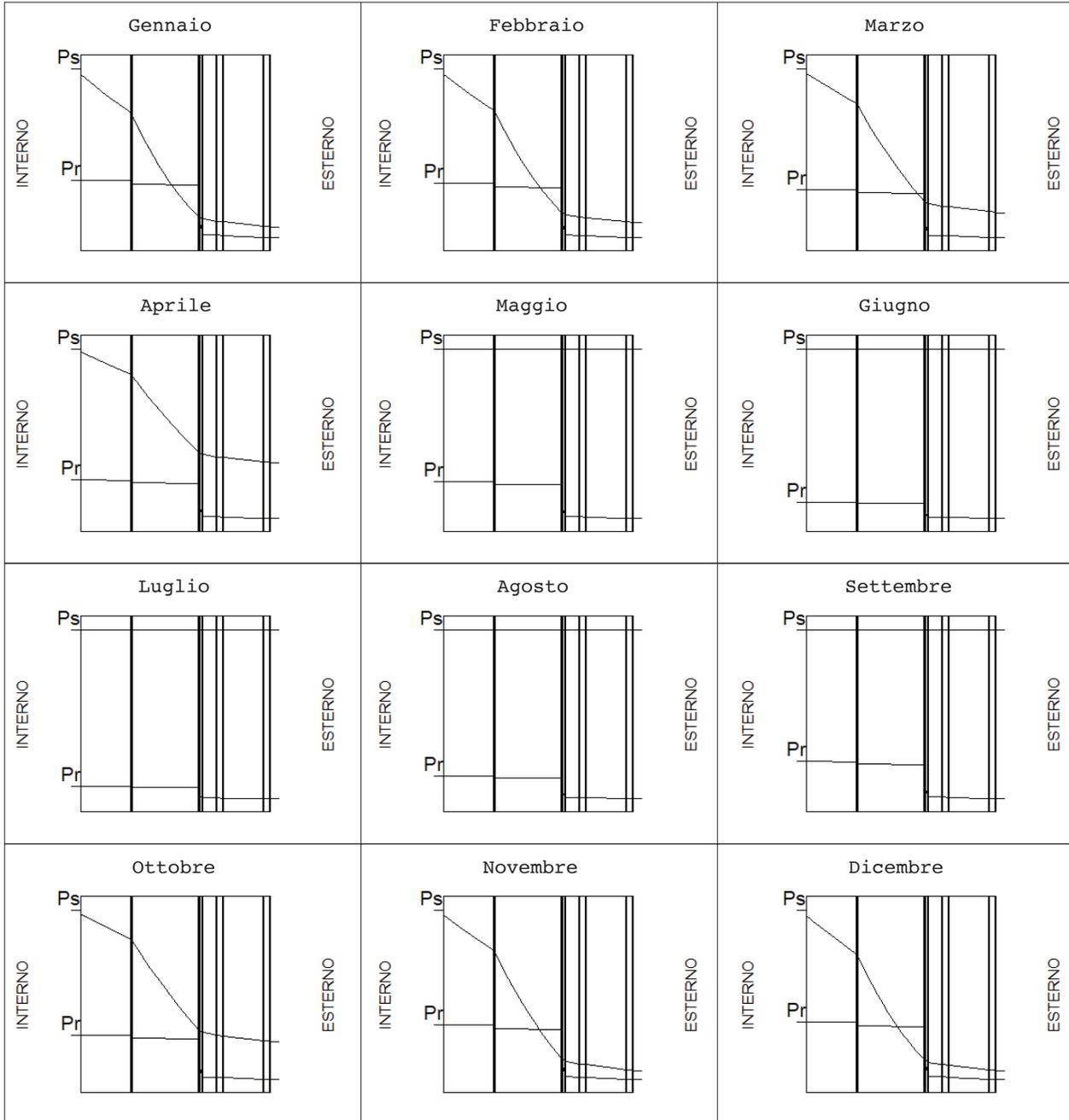
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro interno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. :
Comosum come specie vegetale

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf1	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
URcf2	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf2	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
Verifica Interstiziale	NON VERIFICATA			La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità condensata è pari a 0.2786 kg/m ² ed è completamente rievaporato. Il materiale "Fogli di materiale sintetico." è interessato da una quantità di condensa pari a 0.2786 kg/m ² , quantità non ammissibile (max = 0.0000 kg/m ²). - Primo mese in cui si verifica la condensa: Novembre - Ultimo mese in cui si verifica la condensa: Marzo								
Verifica formazione muffe	VERIFICATA			Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre). Valore ammissibile di U = 1.4815 W/m ² K.								
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788. cf1 = Unità abitativa cf2 = Esterno												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale clor				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Fogli di materiale sintetico.				0.2786	-0.2786	0.0000	0.0000				
5	Pannello di legno				0.0000	0.0000	0.0000	0.1350				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Intonaco interno.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
	TOTALE				0.2786	-0.2786	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Psi [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pri [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URi [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2
Te [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Pse [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pre [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URe [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2

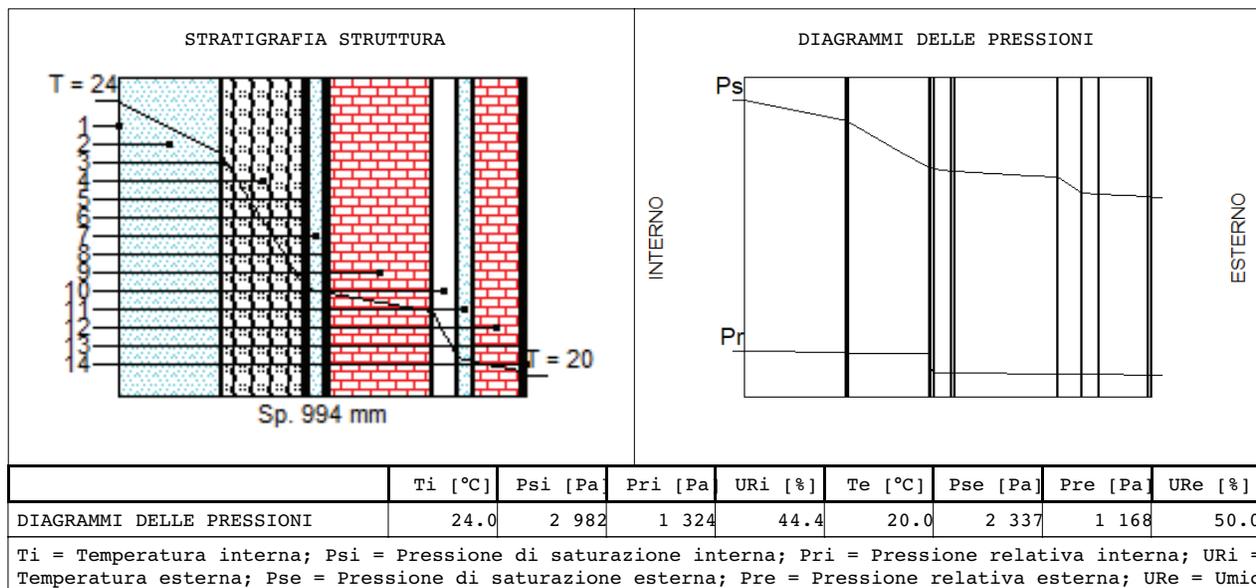
Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. : compacta come specie arborea

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		25.000			0	0.040
2	Strato vegetale dieff	250	0.150	0.600	12.50	193.000	1000	1.667
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	200	0.048	0.239	60.00	62.500	1600	4.175
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		7.700			0	0.130
RESISTENZA = 8.832 m²K/W						TRASMITTANZA = 0.113 W/m²K		
SPESSORE = 994 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 540 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				SFASAMENTO = 0.00 h		
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296								
<p>s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..</p>								



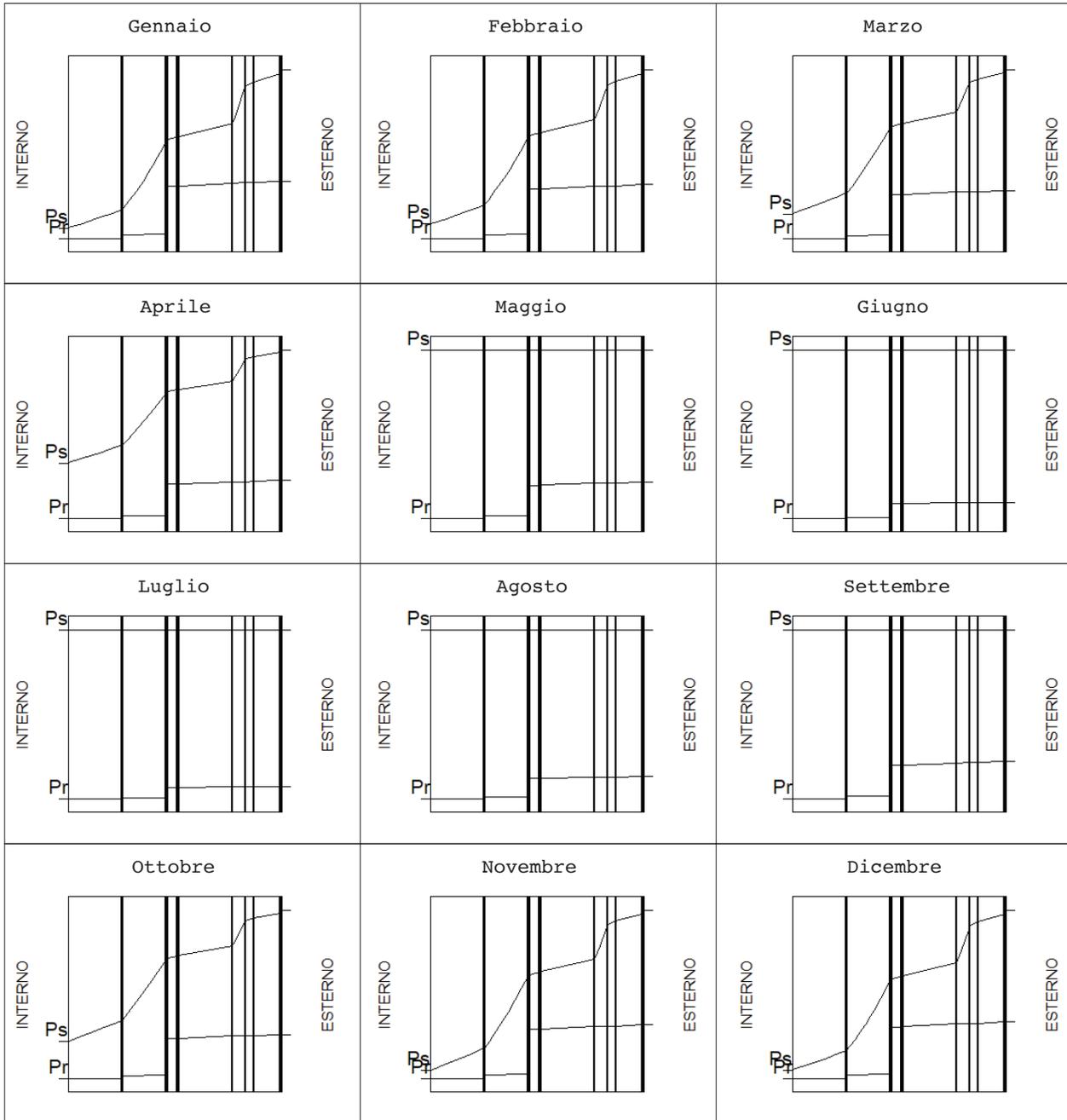
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. : compacta come specie arborea

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf1	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
URcf2	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre).Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cfl = Esterno												
cf2 = unità abitativa												
Strato	Descrizione		Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]						
1	Strato vegetale dieff		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
2	feltro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
3	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
4	Fogli di materiale sintetico.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
5	Pannello di legno		0.0000	0.0000	0.0000	0.1350						
6	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
7	Intonaco di gesso puro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
9	Pannello isolante in fibra di vetro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
10	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
	TOTALE		0.0000	0.0000	0.0000							

**DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI**



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Psi [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pri [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.3	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URi [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2
Te [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Pse [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pre [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URe [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

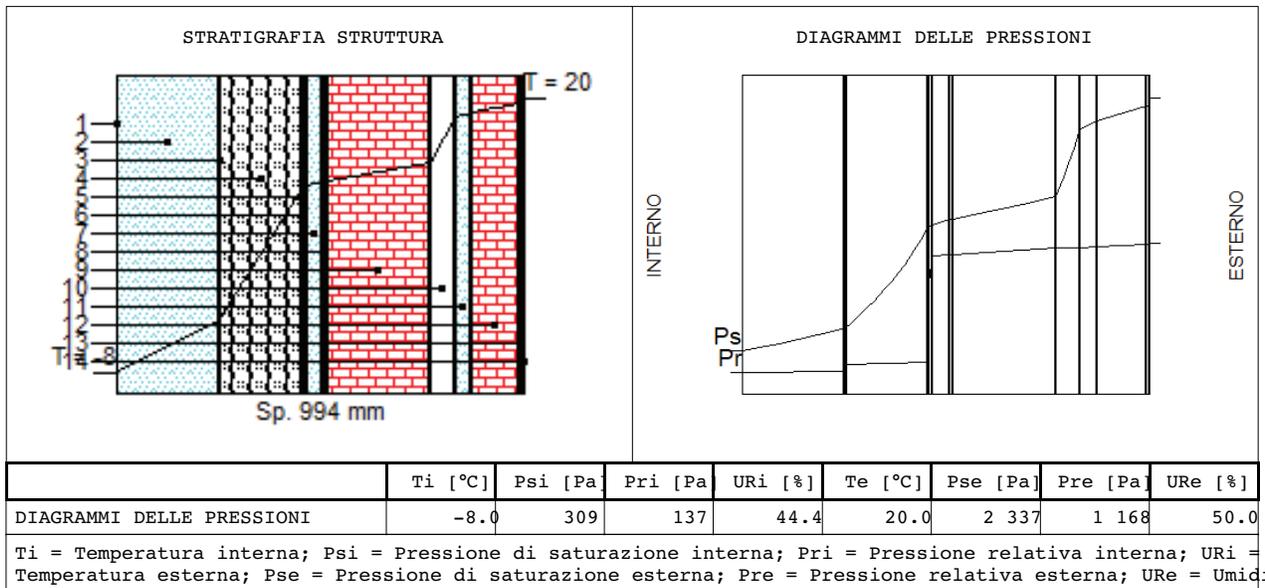
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. : compacta come specie arborea

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		25.000			0	0.040
2	Strato vegetale dieff	250	0.150	0.600	12.50	193.000	1000	1.667
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	200	0.048	0.239	60.00	62.500	1600	4.175
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	resistenza 0.432	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	resistenza 0.432	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		7.700			0	0.130
RESISTENZA = 8.832 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				TRASMITTANZA = 0.113 W/m²K		
SPESSORE = 994 mm		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				MASSA SUPERFICIALE = 540 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296				SFASAMENTO = 0.00 h		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



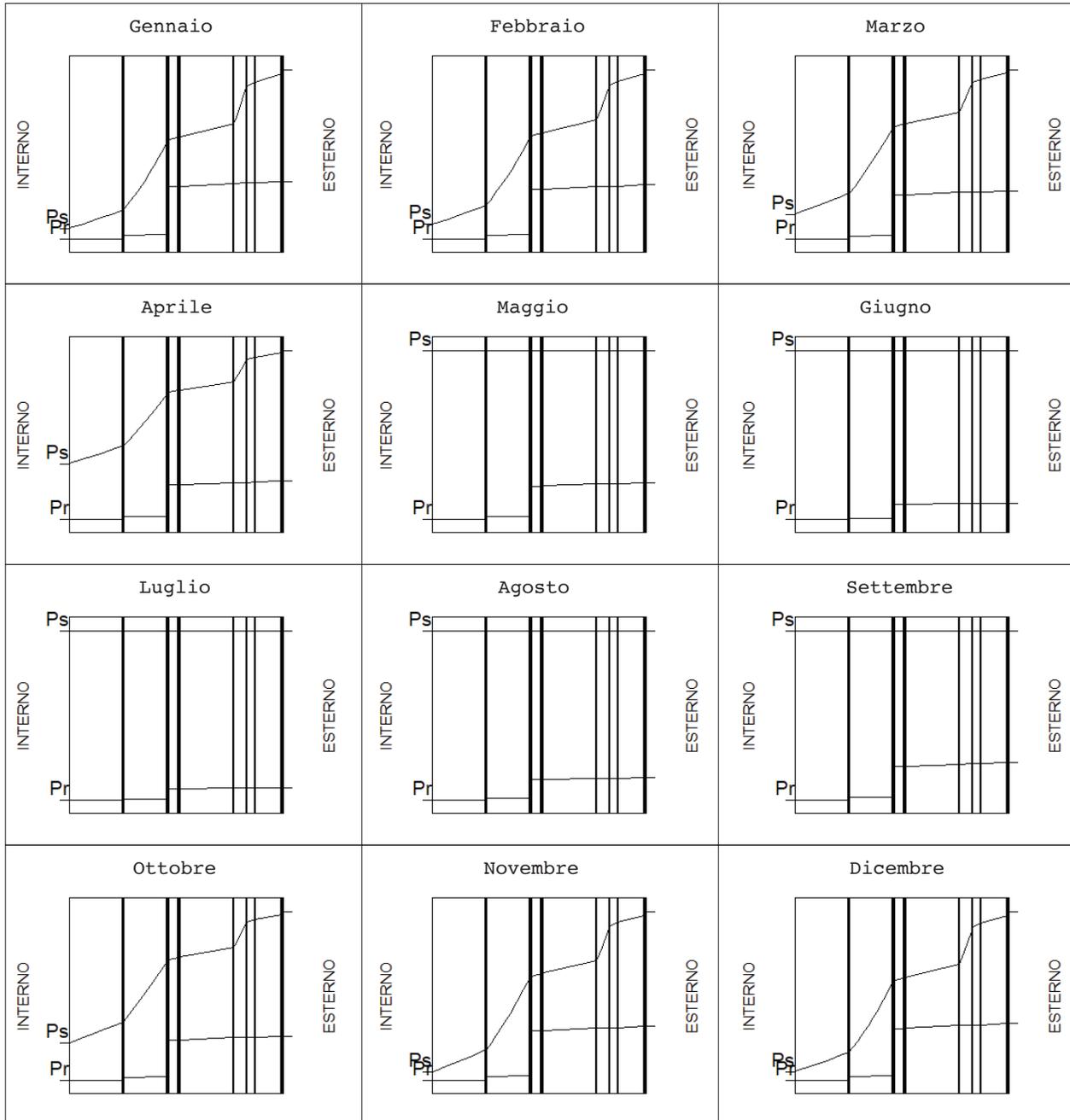
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. : compacta come specie arborea

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf1	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
URcf2	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre).Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = Esterno												
cf2 = unità abitativa												
Strato	Descrizione					Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]			
1	Strato vegetale dieff					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
2	feltro					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
3	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
4	Fogli di materiale sintetico.					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
5	Pannello di legno					0.0000	0.0000	0.0000	0.1350			
6	Intercapedine d'aria - 4 cm					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
7	Intonaco di gesso puro					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.					0.0000	0.0000	0.0000	0.5000			
9	Pannello isolante in fibra di vetro					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
10	Intercapedine d'aria - 4 cm					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.					0.0000	0.0000	0.0000	0.5000			
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
	TOTALE					0.0000	0.0000	0.0000				

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Psi [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pri [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URi [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2
Te [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Pse [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pre [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URe [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

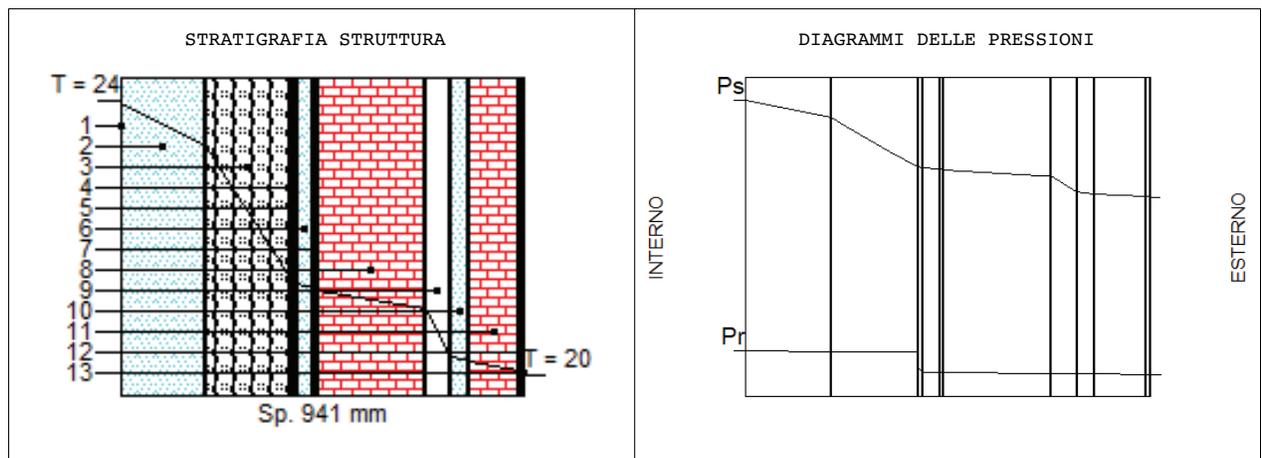
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. :
come specie arborea

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		25.000			0	0.040
2	Strato vegetale spat	200	0.150	0.750	10.00	193.000	1	1.333
3	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	200	0.048	0.239	60.00	62.500	1600	4.175
4	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
5	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
6	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
7	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
9	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
10	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
13	Adduttanza Esterna	0		7.700			0	0.130
RESISTENZA = 8.438 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				TRASMITTANZA = 0.119 W/m²K		
SPESSORE = 941 mm		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				MASSA SUPERFICIALE = 537 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296				SFASAMENTO = 0.00 h		

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URi [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URE [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	24.0	2 982	1 324	44.4	20.0	2 337	1 168	50.0

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URE = Umidità relativa esterna

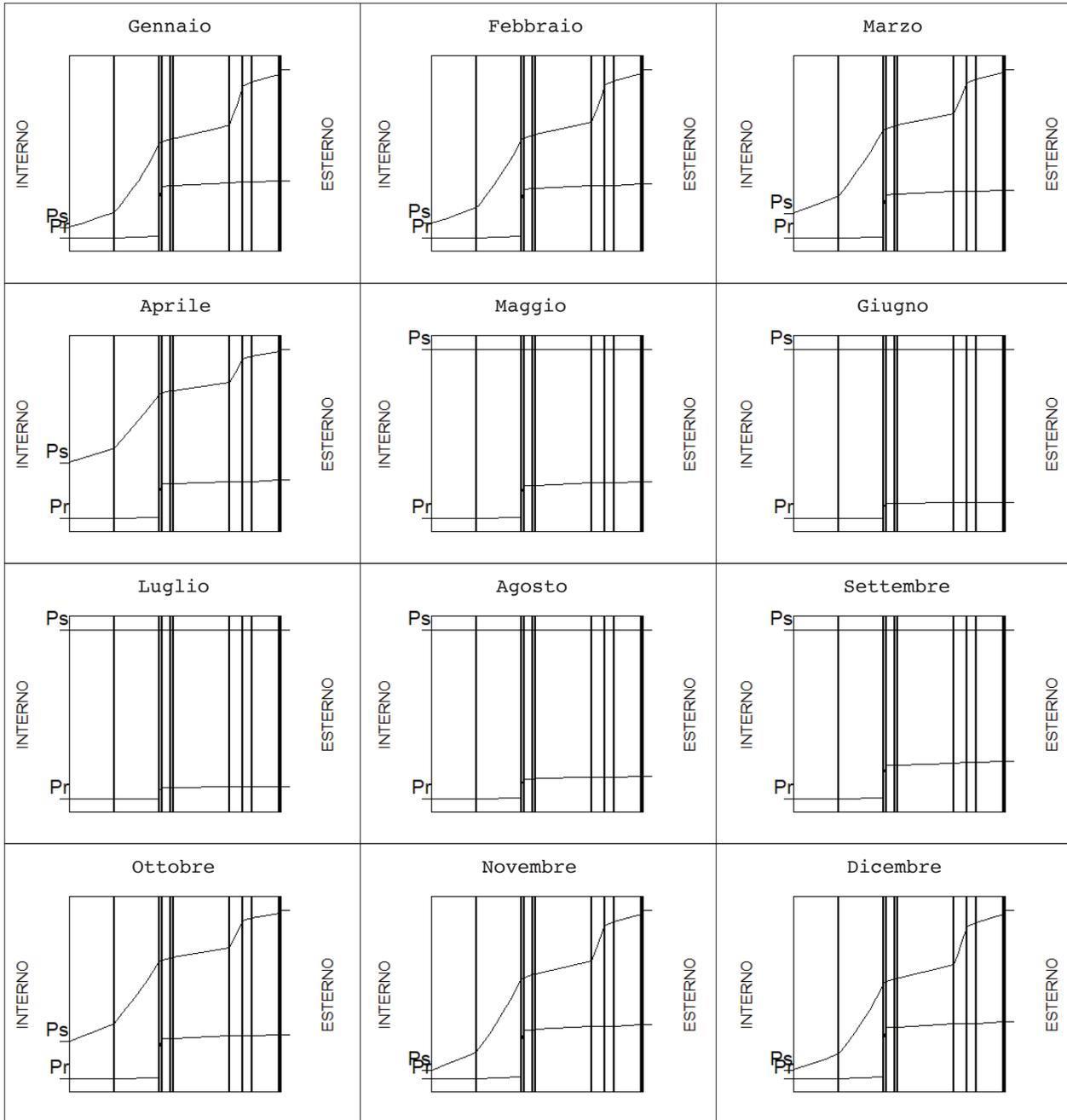
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. :
come specie arborea

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf1	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
URcf2	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre).Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = Esterno												
cf2 = unità abitativa												
Strato	Descrizione						Condensa formata	Condensa evaporata	Condensa accumulata	Massima condensa ammissibile		
							[kg/m2]	[kg/m2]	[kg/m2]	[kg/m2]		
1	Strato vegetale spat						0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
2	Substrato di terriccio più macrofta-umidità 60 %						0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
3	Fogli di materiale sintetico.						0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
4	Pannello di legno						0.0000	0.0000	0.0000	0.1350		
5	Intercapedine d'aria - 4 cm						0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
6	Intonaco di gesso puro						0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
7	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.						0.0000	0.0000	0.0000	0.5000		
8	Pannello isolante in fibra di vetro						0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
9	Intercapedine d'aria - 4 cm						0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
10	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.						0.0000	0.0000	0.0000	0.5000		
11	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK						0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
TOTALE						0.0000	0.0000	0.0000				

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Psi [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pri [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URi [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2
Te [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Pse [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pre [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URe [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

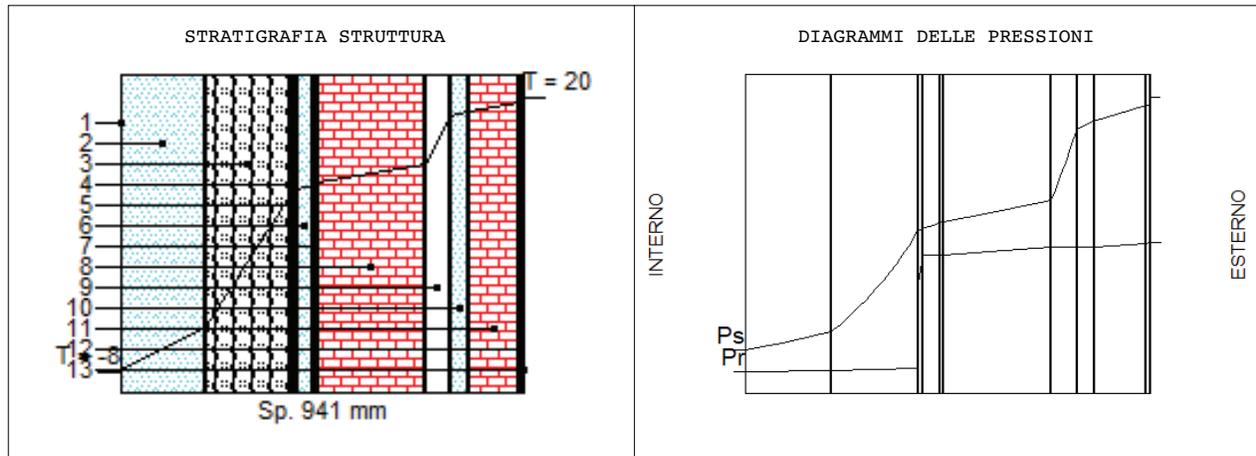
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. :
come specie arborea

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		25.000			0	0.040
2	Strato vegetale spat	200	0.150	0.750	10.00	193.000	1	1.333
3	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	200	0.048	0.239	60.00	62.500	1600	4.175
4	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
5	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
6	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
7	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	resistenza 250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
9	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
10	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	resistenza 250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
13	Adduttanza Esterna	0		7.700			0	0.130
RESISTENZA = 8.438 m²K/W						TRASMITTANZA = 0.119 W/m²K		
SPESSORE = 941 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 537 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				SFASAMENTO = 0.00 h		
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296								

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



	Ti [°C]	Psi [Pa]	Pri [Pa]	URI [%]	Te [°C]	Pse [Pa]	Pre [Pa]	URE [%]
DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI	-8.0	309	137	44.4	20.0	2 337	1 168	50.0

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URI = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pse = Pressione di saturazione esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URE = Umidità relativa esterna

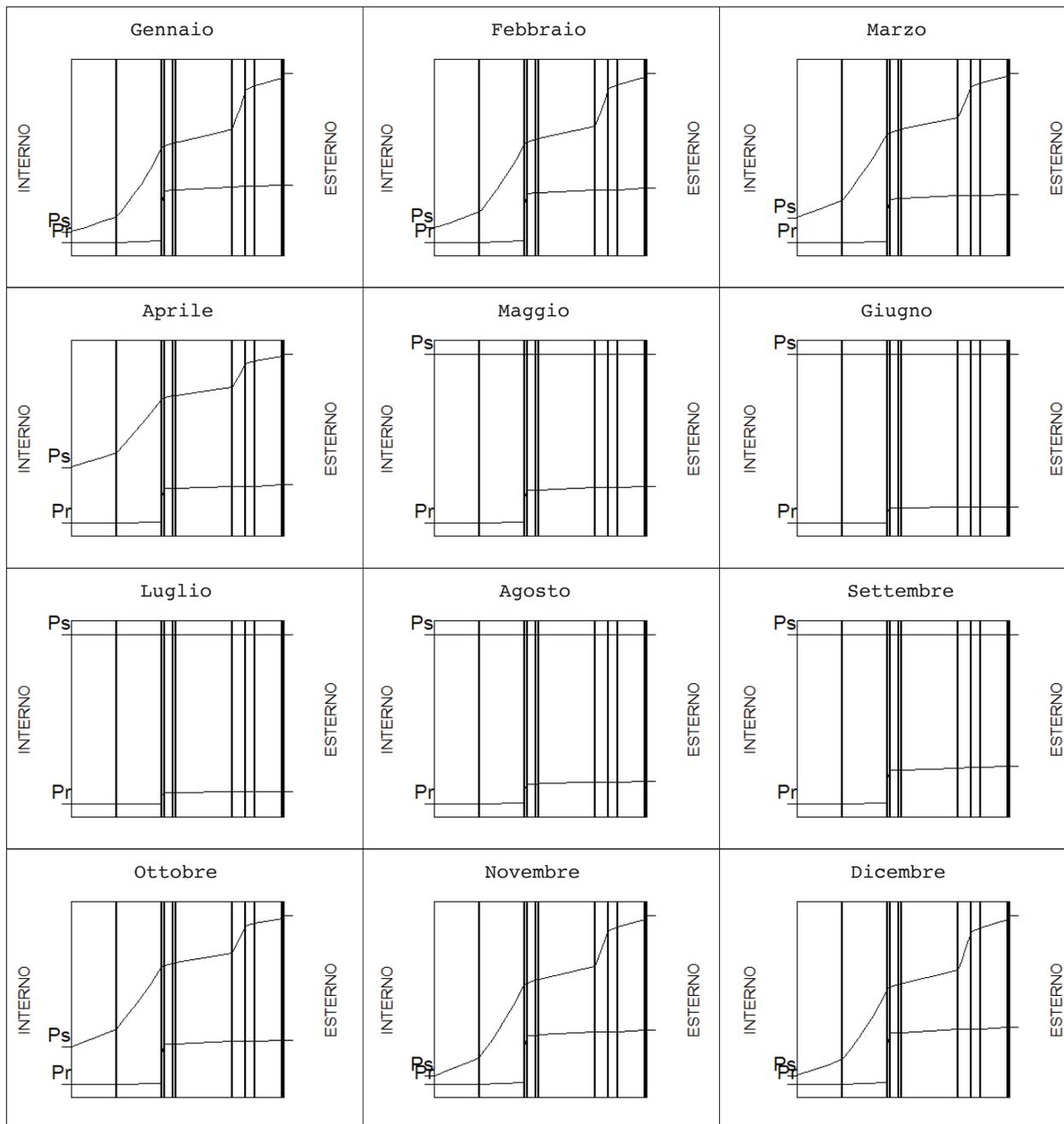
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. :
come specie arborea

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf1	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
URcf2	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
Verifica Interstiziale		VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.								
Verifica formazione muffe		VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre).Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.								
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = Esterno												
cf2 = unità abitativa												
Strato	Descrizione			Condensa formata [kg/m²]	Condensa evaporata [kg/m²]	Condensa accumulata [kg/m²]	Massima condensa ammissibile [kg/m²]					
1	Strato vegetale spat			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
2	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
3	Fogli di materiale sintetico.			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
4	Pannello di legno			0.0000	0.0000	0.0000	0.1350					
5	Intercapedine d'aria - 4 cm			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
6	Intonaco di gesso puro			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
7	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.			0.0000	0.0000	0.0000	0.5000					
8	Pannello isolante in fibra di vetro			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
9	Intercapedine d'aria - 4 cm			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
10	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.			0.0000	0.0000	0.0000	0.5000					
11	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					
TOTALE				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Psi [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pri [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.3	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URi [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2
Te [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Pse [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pre [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URe [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2

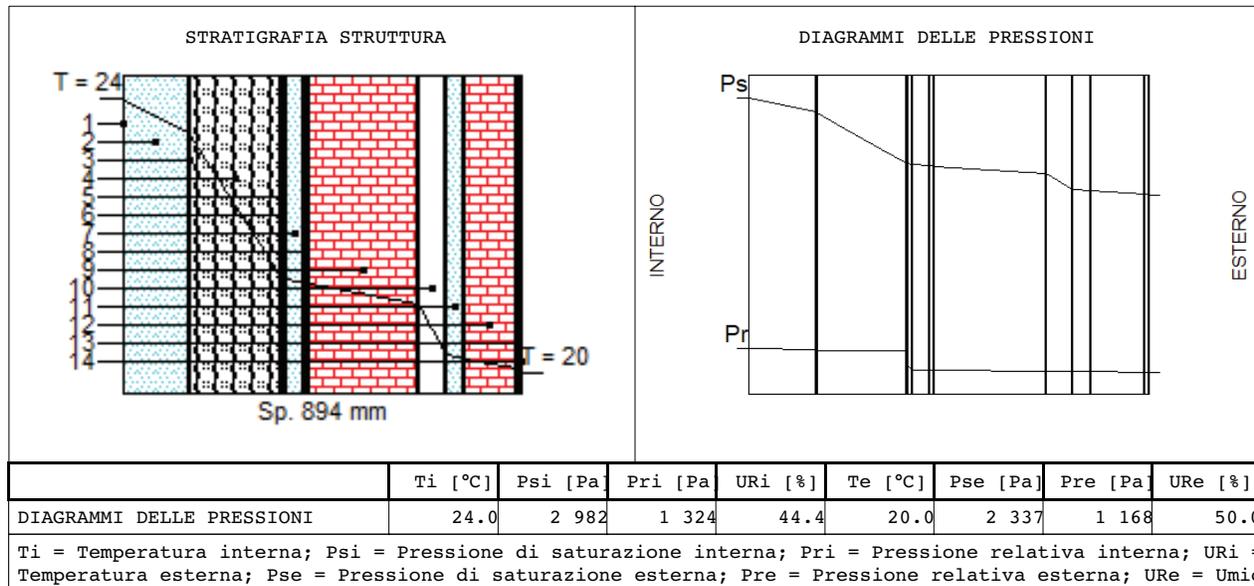
Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura este esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. :
comosumi come specie arborea

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		25.000			0	0.040
2	Strato vegetale clor	150	0.150	1.000	7.50	193.000	1	1.000
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	200	0.048	0.239	60.00	62.500	1600	4.175
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	resistenza 250	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	resistenza 250	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011
14	Adduttanza Esterna	0		7.700			0	0.130
RESISTENZA = 8.165 m²K/W		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m³K				TRASMITTANZA = 0.122 W/m²K		
SPESSORE = 894 mm		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				MASSA SUPERFICIALE = 535 kg/m²		
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		SFASAMENTO = 0.00 h				FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296		
s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10 ¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..								



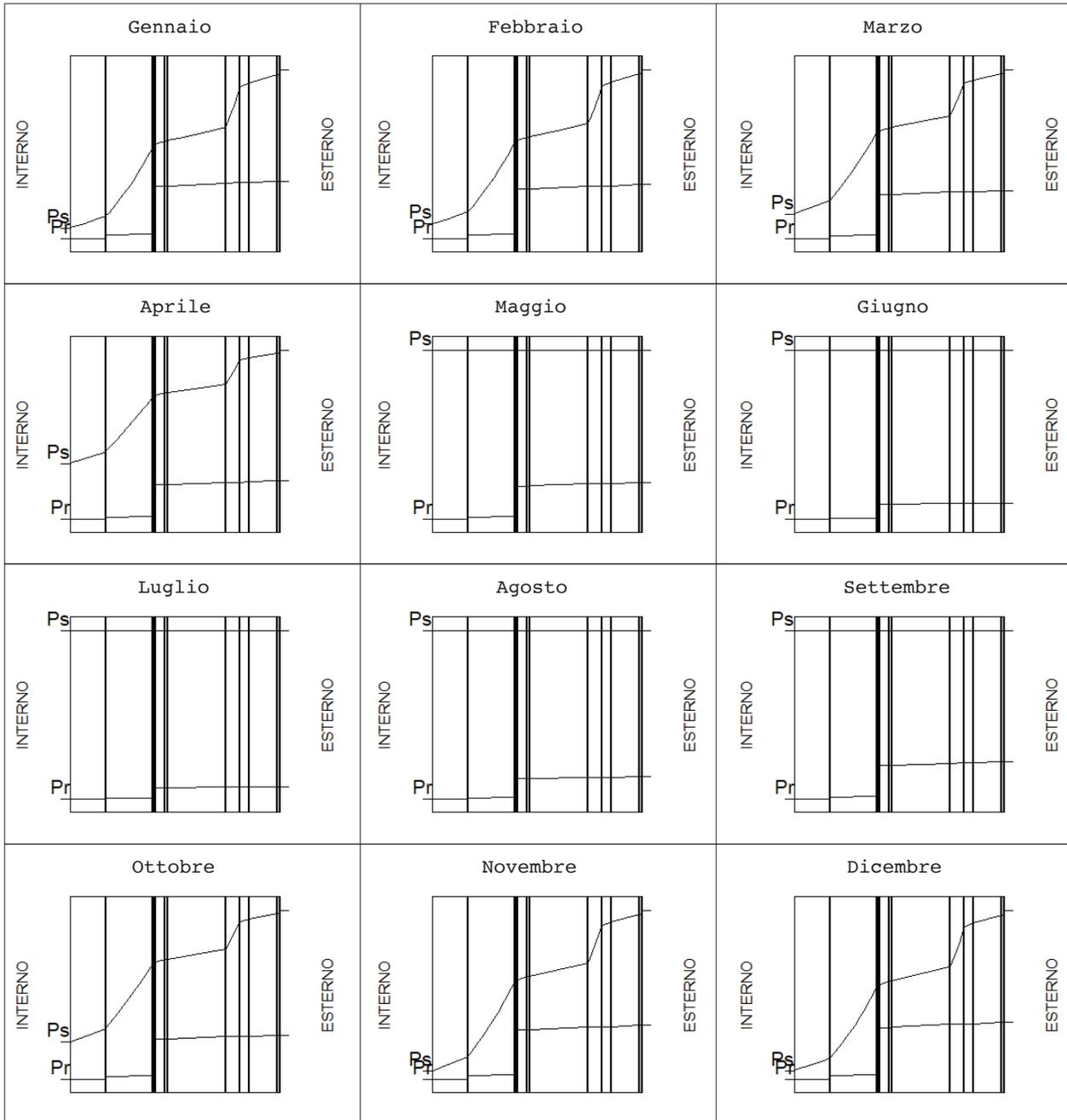
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. :
comosumi come specie arborea

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf1	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
URcf2	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre).Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cf1 = Esterno												
cf2 = unità abitativa												
Strato	Descrizione				Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]				
1	Strato vegetale clor				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
2	feltro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
3	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
4	Fogli di materiale sintetico.				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
5	Pannello di legno				0.0000	0.0000	0.0000	0.1350				
6	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
7	Intonaco di gesso puro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
9	Pannello isolante in fibra di vetro				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
10	Intercapedine d'aria - 4 cm				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.				0.0000	0.0000	0.0000	0.5000				
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
	TOTALE				0.0000	0.0000	0.0000					

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Psi [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.6	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pri [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.3	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URi [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2
Te [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Pse [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.6	2 911.3	2 740.6	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pre [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.6	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URe [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

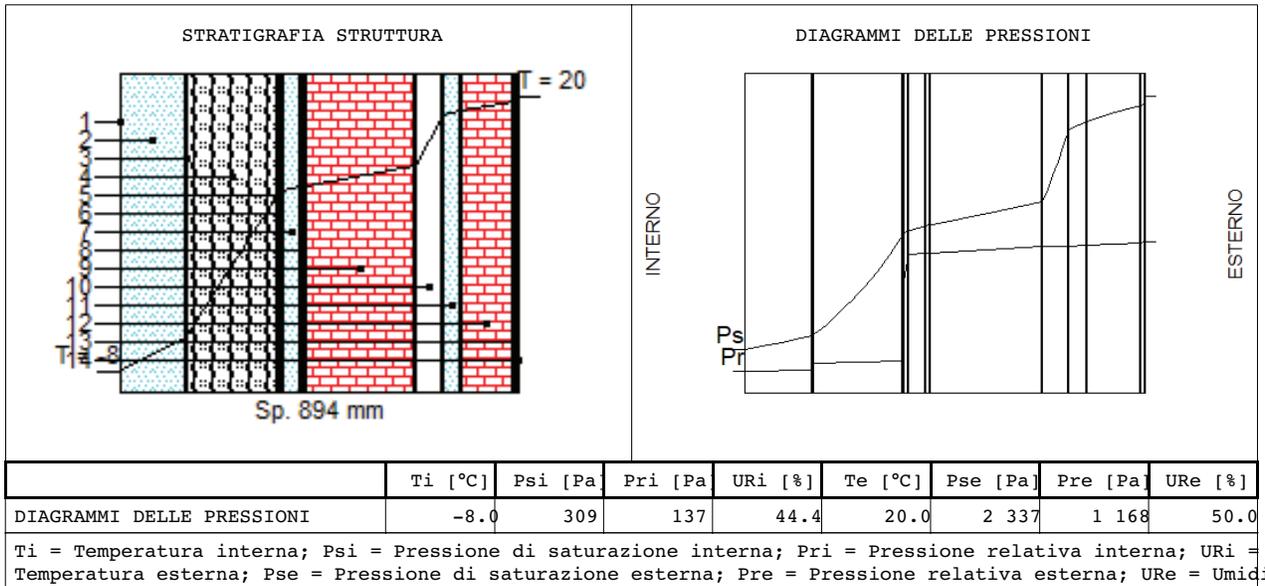
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. :
comosumi come specie arborea

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.S. [kg/m²]	P<50*10 ¹² [kg/msPa]	C.S. [J/kgK]	R [m²K/W]	
1	Adduttanza Interna	0		25.000			0	0.040	
2	Strato vegetale clor	150	0.150	1.000	7.50	193.000	1	1.000	
3	feltro	3	0.050	16.667	0.36	0.330	1300	0.060	
4	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %	200	0.048	0.239	60.00	62.500	1600	4.175	
5	Fogli di materiale sintetico.	1	0.230	230.000	1.10	0.010	900	0.004	
6	Pannello di legno	10	0.120	12.000	4.50	0.300	1700	0.083	
7	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138	
8	Intonaco di gesso puro	10	0.350	35.000	12.00	18.000	1000	0.029	
9	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	resistenza 20	0.432	1.728	300.00	28.290	840	0.579	
10	Pannello isolante in fibra di vetro	60	0.040	0.667	1.80	149.996	670	1.500	
11	Intercapedine d'aria - 4 cm	40	0.290	7.250	2.00	193.000	1000	0.138	
12	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta meccanica - umidità 0,5%- mv.1200.	resistenza 20	0.432	3.600	144.00	28.290	840	0.278	
13	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK	10	0.900	90.000	0.00	193.000	1	0.011	
14	Adduttanza Esterna	0		7.700			0	0.130	
RESISTENZA = 8.165 m²K/W						TRASMITTANZA = 0.122 W/m²K			
SPESSORE = 894 mm		CAPACITA' TERMICA AREICA (int) = 0.000 kJ/m²K				MASSA SUPERFICIALE = 535 kg/m²			
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA = 0.00 W/m²K		FATTORE DI ATTENUAZIONE = 0.00				SFASAMENTO = 0.00 h			
FRSI - FATTORE DI TEMPERATURA = 0.6296									

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.S. = Massa Superficiale; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; C.S. = Calore Specifico; R = Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza - Trasmittanza = Valori di resistenza e trasmittanza reali; Massa Superficiale = Valore calcolato come disposto nell'Allegato A del D.Lgs.192/05 e s.m.i..



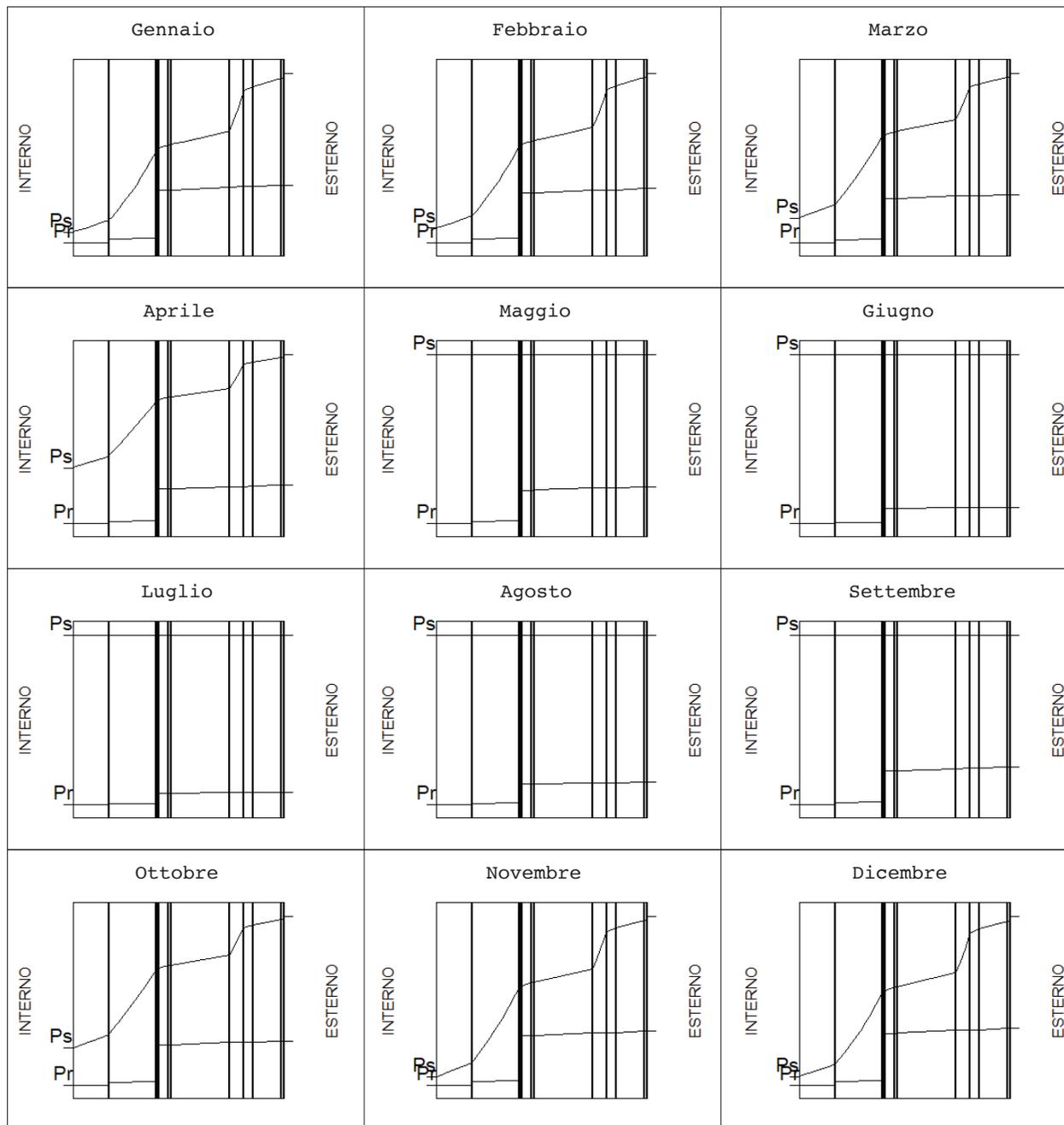
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

Codice Struttura: Muro esterno

Descrizione Struttura: Calcolo della trasmittanza in una parete esterna con modulo 2, terriccio più M. :
comosumi come specie arborea

V E R I F I C A I G R O M E T R I C A												
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
URcf1	83.20	80.40	80.60	66.60	65.30	60.40	54.10	72.60	74.60	82.00	93.00	88.20
Tcf1	1.20	3.10	8.30	11.90	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	12.30	6.80	2.60
URcf2	49.70	50.00	55.50	53.30	72.80	64.20	57.50	76.20	80.20	63.30	58.80	52.20
Tcf2	20.00	20.00	20.00	20.00	18.00	22.10	23.60	22.60	19.10	20.00	20.00	20.00
Verifica Interstiziale	VERIFICATA		La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.									
Verifica formazione muffe	VERIFICATA		Fattore di temperatura minima fRsi = 0.6296 (mese critico: Novembre).Val ammissibile di U = 1.4815 W/m²K.									
La verifica igrometrica è stata eseguita secondo UNI EN ISO 13788.												
cfl = Esterno												
cf2 = unità abitativa												
Strato	Descrizione		Condensa formata [kg/m2]	Condensa evaporata [kg/m2]	Condensa accumulata [kg/m2]	Massima condensa ammissibile [kg/m2]						
1	Strato vegetale clor		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
2	feltro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
3	Substrato di terriccio più macrofita-umidità 60 %		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
4	Fogli di materiale sintetico.		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
5	Pannello di legno		0.0000	0.0000	0.0000	0.1350						
6	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
7	Intonaco di gesso puro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
8	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
9	Pannello isolante in fibra di vetro		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
10	Intercapedine d'aria - 4 cm		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
11	Mattoni: pieni/forati/leggeri/alta resistenza - umidità 0,5%- mv.1200.		0.0000	0.0000	0.0000	0.5000						
12	Intonaco esterno calore specifico 1000 J/kgK		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000						
	TOTALE		0.0000	0.0000	0.0000							

DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI
MENSILI



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ti [°C]	1.2	3.1	8.3	11.9	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	12.3	6.8	2.6
Psi [Pa]	665.9	762.8	1 094.3	1 392.5	2 062.8	2 658.5	2 911.3	2 740.5	2 209.9	1 429.8	987.7	736.2
Pri [Pa]	554.0	613.3	882.0	927.5	1 347.0	1 605.8	1 575.0	1 989.7	1 648.6	1 172.4	918.5	649.3
URi [%]	83.2	80.4	80.6	66.6	65.3	60.4	54.1	72.6	74.6	82.0	93.0	88.2
Te [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	18.0	22.1	23.6	22.6	19.1	20.0	20.0	20.0
Pse [Pa]	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 337.0	2 062.8	2 658.5	2 911.3	2 740.5	2 209.9	2 337.0	2 337.0	2 337.0
Pre [Pa]	1 161.5	1 168.5	1 297.0	1 245.5	1 501.7	1 706.8	1 674.0	2 088.3	1 772.3	1 479.3	1 374.1	1 219.9
URe [%]	49.7	50.0	55.5	53.3	72.8	64.2	57.5	76.2	80.2	63.3	58.8	52.2

Ti = Temperatura interna; Psi = Pressione di saturazione interna; Pri = Pressione relativa interna; URi = Umidità relativa interna; Te = Temperatura esterna; Pre = Pressione relativa esterna; URe = Umidità relativa esterna.

BIBLIOGRAFIA

- Alexandri, E., Jones, Ph, 2008. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Build. Environ.* 43, 480-493.
- Aziz, Farhad., 2015. Ecology of Aquatic Plant *Myriophyllum spicatum* L. New to Kurdistan, Erbil Iraq.. On line.Website: (ISSN 0976-7641).. VI. 16-19.
- Bao, Y., Huo, Y., Duan, Y., He, P., Wu, M., Yang, N., & Sun, B., 2020. Growth and nutrient uptake OF *Myriophyllum spicatum* under different NUTRIENT conditions and its potential ecosystem services in an enclosed Sea area in the East China Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 151, 110801. doi:10.1016/j.marpolbul.2019.110801
- Bellomo, A., 2003. *Pareti verdi: linee guida alla progettazione* / Antonella Bellomo. Esselibri, Napoli.
- Bistagnino, L., & Petrini, C. (2009). *Design sistemico: progettare la sostenibilità produttiva e ambientale*. Slow Food Editore.
- Bustami, R., Brien, C., Ward, J., Beecham, S., & Rawlings, R. (2019). A Statistically Rigorous Approach to Experimental Design of Vertical Living Walls for Green Buildings. *Urban Science*, 3(3), 71. <https://doi.org/10.3390/urbansci3030071>
- Chen, Y., Ebenstein, A., Greenstone, M., & Hongbin, L. (2013). Evidence on the Impact of Sustained Exposure to Air Pollution on Life Expectancy from China's Huai River Policy. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2291154>
- Gabriel Pérez, Julià Coma, Ingrid Martorell, Luisa F. Cabeza, Vertical Greenery Systems (VGS) for energy saving in buildings: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 39, 2014, Pages 139-165, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.055>.
- Cooke, G. D., 2005. *Restoration and management of lakes and reservoirs*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Darlington, A., Chan, M., Malloch, D., Pilger, C., Dixon, M.A., 2000. The Biofiltration of indoor air: implications for air quality. *Indoor Air* 10, 39-46. Available from: <https://doi.org/10.1034/j.1600-0668.2000.010001039.x>.
- De Lucia, M., 2020, *Lolla di riso ed efficienza energetica: progettazione e valutazione di pareti verdi modulari indoor*, Tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino.
- Drexel University, n.d. The Biowall [WWW Document]. *Coll. Arts Sci.* , <http://drexel.edu/coas/academics/departments-centers/biology/Papadakis-Integrated-Sciences-Building/Biowall/> . (accessed 10.26.16.).
- Falkenberg, H. (2011). *Interior gardens: designing and constructing green spaces in private and public buildings*. Birkhäuser.

Fassio, F., & Tecco, N. (2018). Circular economy for food: materia, energia e conoscenza, in circolo. *Ambiente*.

Franco-Salas, A., Fernández-Cañero, R., Pérez-Urrestarazu, L., Valera, D.L., 2012. Wind tunnel analysis of artificial substrates used in active living walls for indoor environment conditioning in Mediterranean buildings. *Build. Environ.* 51, 370–378. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.12.004>.

Hempel, S., Götzenberger, L., Kühn, I., Michalski, S. G., Rillig, M. C., Zobel, M., & Moora, M. (2013). Mycorrhizas in the Central European flora: relationships with plant life history traits and ecology. *Ecology*, 94(6), 1389–1399. <https://doi.org/10.1890/12-1700.1>

Hunter, A.M., Williams, N.S.G., Rayner, J.P., Aye, L., Hes, D., Livesley, S.J., 2014. Quantifying the thermal performance of green façades: a critical review. *Ecol. Eng.* 63, 102–113. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.12.021>.

Jørgensen, L., Dresbøll, D. B., Thorup-Kristensen, K., 2014. Root growth of perennials in vertical growing media for use in green walls. *Scientia Horticulturae*, 166, 31–41. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.12.006>

Kaur, M., Kumar, M., Sachdeva, S., Puri, S.K., 2018. Aquatic weeds as the next generation feedstock for sustainable bioenergy production. *Bioresour. Technol.* 251, 390–402. Keast, A., 1984.

Kerstjens, Karl-Heinz: 'Begrünungssysteme erstellen', in: *Handbuch Innenraumbegrünung*, ed. Renate Veth, Braunschweig, Thalacker Medien, 1998.

Kohler, M., 2008. Green facades—a view back and some visions. *Urban Ecosyst.* 11, 423–436. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11252-008-0063-x>.

Lacy, P., & Rutqvist, J. (2015). *Waste to wealth the circular economy advantage*. Palgrave Macmillan.

Larcher, Federica & Fornaris, A. & Devecchi, Marco. (2013). New substrates for living walls. *Acta Horticulturae*. 999. 277–281. [10.17660/ActaHortic.2013.999.39](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.999.39).

Liu, T., M.E. Marlier, R.S. DeFries, D.M. Westervelt, K.R. Xia, A.M. Fiore, L.J. Mickley, D.H. Cusworth, and G. Milly, 2018: Seasonal impact of regional outdoor biomass burning on air pollution in three Indian cities: Delhi, Bengaluru, and Pune. *Atmos. Environ.*, 172, 83–92, [doi:10.1016/j.atmosenv.2017.10.024](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.10.024).

Malik, A., 2007. Environmental challenge vis a vis opportunity: the case of water hyacinth. *Environ. Int.* 33, 122–138.

Manso, Maria & Castro-Gomes, João. (2015). Green wall systems: A review of their characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 41. 863–871. [10.1016/j.rser.2014.07.203](https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.203).

Mazzali, Ugo & Peron, Fabio & Romagnoni, Piercarlo & Pulselli, R. & Bastianoni, Simone. (2013). Experimental investigation on the energy performance of Living Walls in a temperate climate. *Building and Environment*. 64. 57–66. [10.1016/j.buildenv.2013.03.005](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.03.005).

Muztar, A.J., Slinger, S.J., Burton, J.H., 1976. Nutritive value of aquatic plants for chicks. *Poultry Sci.* 55, 1917–1922.

Nsenga Kumwimba, M., Dzakpasu, M., & Li, X. (2020). Potential of invasive WATERMILFOIL (*MYRIOPHYLLUM* SPP.) to REMEDIATE eutrophic WATERBODIES with organic and Inorganic pollutants. *Journal of Environmental Management*, 270, 110919. doi:10.1016/j.jenvman.2020.110919

Ottelè, M., Perini, K., Fraaij, A.L.A., Haas, E.M., Raiteri, R., 2011. Comparative life cycle analysis for green facades and living wall systems. *Energy Build.* 43, 3419–3429. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.09.010>.

Perez, G., Rincòn, L., Vila, A., González, J.M., Cabeza, L.F., 2011. Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. *Appl. Energy* 88, 4854–4859. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.06.032>.

Pérez-Urrestarazu, L., Fernández-Cañero, R., Franco, A., Egea, G., 2016. Influence of an active living wall on indoor temperature and humidity conditions. *Ecol. Eng.* 90, 120–124. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.01.050>.

Pérez, G., Coma, J., Martorell, I., Cabeza, L.F., 2014. Vertical Greenery Systems (VGS) for energy saving in buildings: a review.

Perozzi, D., 2019, PROGETTO GLUME: Ricerca sperimentale per la valorizzazione degli scarti di molitura, Tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino.

Pugh TA, Mackenzie AR, Whyatt JD, Hewitt CN. Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons. *Environ Sci Technol.* 2012 Jul 17;46(14):7692–9. doi: 10.1021/es300826w. Epub 2012 Jun 28. PMID: 22663154.

Sriprapat, W., Thiravetyan, P., 2016. Efficacy of ornamental plants for benzene removal from contaminated air and water: Effect of plant associated bacteria. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 113, 262–268. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.03.001>

Treesubstorn, C., Thiravetyan, P., 2012. Removal of benzene from indoor air by *Dracaena sanderiana*: Effect of wax and stomata. *Atmospheric Environment*, 57, 317–321. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.04.016>

Wolverton, B., 2007. *Plants Clean Air and Water for Indoor Environments*.

Yanlin Bao, Yuanzi Huo, Yuanliang Duan, Peimin He, Meiqin Wu, Na Yang, Bin Sun, Growth and nutrient uptake of *Myriophyllum spicatum* under different nutrient conditions and its potential ecosystem services in an enclosed sea area in the East China Sea, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 151, 2020, 110801, ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110801>.

Zhao, F., Xi, S., Yang, X., Yang, W., Li, J., Gu, B., He, Z., 2012. Purifying eutrophic river waters with integrated floating island systems. *Ecol. Eng.* 40, 53–60.

Zhou, H., Liu, X., Chen, X., Ying, T., Ying, Z., 2018. Characteristics of removal of wastewater marking pharmaceuticals with typical hydrophytes in the urban rivers. *Sci. Total Environ.* 636, 1291–1302.

SITOGRAFIA

Admin. (2020, September 28). L'importanza dei Substrati in agricoltura. Agraria Di Vita. <https://www.agrariadivita.it/limportanza-dei-substrati-in-agricoltura/?v=34d76d8cb136>.

ARPA Piemonte, 2010. Le acque di balneazione dei laghi Viverone, Sirio, Candia e Avigliana Grande.

ARPA Piemonte, 2011, Richiamo e aggiornamento delle criticità relative all'ecosistema lacuale e degli obiettivi del PTA".

Aziz, Farhad. (2015). Ecology of Aquatic Plant *Myriophyllum spicatum*

Britannica, The Editors of Encyclopaedia. "Growth medium". Encyclopedia Britannica, 15 Jun. 2017, <https://www.britannica.com/science/growth-medium>. Accessed 1 July 2021.

Cos'è la crusca? Ecco la spiegazione completa. Mulino padano. (2020, June 23). <https://www.mulinopadano.it/blog/approfondimenti/cos-e-la-crusca/>

Ecosystem services and Green Infrastructure. Green Infrastructure - Environment - European Commission. (n.d.). https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm.

European Environment Agency, 2014a. Analysing and managing urban growth. , <http://www.eea.europa.eu/articles/analysing-and-managing-urban-growth> .

Fibra di alghe come isolante in edilizia. Guida per Casa. (2018, February 27). <https://www.guidaxcasa.it/fibra-di-alghe-come-isolante-in-edilizia/>).

Gangstad. (2018). Weed Control Methods For Recreation Facilities Management. CRC Press.

Guerra, A. (2014, September 18). Giardini verticali di Patrick Blanc. Cosa sono, come funzionano. Architettura Ecosostenibile: bioarchitettura e sostenibilità. <https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/criteri-progettuali/giardini-verticali-patrick-blanc-cosa-sono-come-funzionano-017>.

Hospital do Coração - HCor - Prestige Seguros - Seguros e benefícios. Prestige Seguros. (2021, April 17). <https://prestigeseguros.com.br/portfolio/hospital-do-coracao/>.

Hydroponic Living Wall for Plants That Thrive. Biotecture. (n.d.). <https://www.biotecture.uk.com/design-and-specify/why-hydroponics/>.

Keong, L. (2019, April 24). The Best Potting Soil for Every Type of Plant, According to Experts. The Strategist. <https://nymag.com/strategist/article/best-potting-soils.html>.

Lago di Viverone balneabile ma a rischio. Prima Biella. (2018, March 6). <https://>

primabiella.it/altro/lago-di-viverone-balneabile-ma-a-rischio/).

Landscape Gallery. Innovative Rigging. (n.d.). <http://www.innovativerigging.com.au/landscape-gallery/>.

Leishman, G. (2018, April 12). The historic origins of vertical gardens [gallery]. GrowUp Greenwalls. <https://growupgreenwalls.com/blogs/growupdates/the-historic-origins-of-vertical-gardens-gallery>.

Marchetti, C. (n.d.). Home. Significato, definizione, sinonimi ed esempi pratici. <https://www.paroledascoprire.it/dizionario/o/olistico>.

Molitura a pietra vs molitura a cilindri: un confronto lucido e raffinato. Dissapore. (2019, April 3). <https://www.dissapore.com/spesa/molitura-a-pietra-vs-molitura-a-cilindri-un-confronto-lucido-e-raffinato/>.

Myriophyllum alterniflorum (Millefoglio d'acqua gracile), Myriophyllum spicatum (Millefoglio d'acqua comune), Myriophyllum verticillatum (Millefoglio d'acqua ascellare). Acquefredde. it. (2019, December 22). <http://www.acquefredde.it/myriophyllum-alterniflorum-millefoglio-dacqua-gracile-myriophyllum-spicatum-millefoglio-dacqua-comune-myriophyllum-verticillatum-millefoglio-dacqua-ascellare/>.

Papadakis Integrated Sciences Building. Diamond Schmitt. (2020, August 12). <https://dsai.ca/projects/papadakis-integrated-sciences-building/>.

Portale Disinfestazione. Vai a Portale Disinfestazione. (n.d.). <http://www.portaledisinfestazione.org/specie/tignola-fasciata/>.

Regione Piemonte, 2017, Zona speciale di conservazione e zona di protezione speciale, IT1110020 - LAGO DI VIVERONE PIANO DI GESTIONE.

Repubblica.it. (2016, January 15). L'estratto di Posidonia per realizzare i cosmetici naturali. la Repubblica. https://genova.repubblica.it/cronaca/2016/01/15/news/l_estratto_di_posidonia_per_realizzare_i_cosmetici_naturali-131323778/.

Roberto, V. (2019, June 24). Il lago di Viverone "salvato" da 3 mila nuovi alberi che filtreranno le sostanze inquinanti riducendo le alghe. lastampa.it. <https://www.lastampa.it/biella/2017/04/19/news/il-lago-di-viverone-salvato-da-3-mila-nuovi-alberi-che-filtreranno-le-sostanze-inquinanti-riducendo-le-alghe-1.34620406>.

SmileLab. (n.d.). Design Sistemico. systemicdesign.org. <http://www.systemicdesign.org/systemic-design/design-sistemico>.

The Best Potting Soil For Indoor Plants - Complete Guide. Smart Garden Guide. (2019, December 8). <https://smartgardenguide.com/best-potting-soil-for-indoor-plants/>.

Torfbæir, le tipiche case di torba islandesi. Island Tours. (2019, July 23). <https://islandtours.it/torfbæir-le-tipiche-case-di-torba-islandesi/>.

WHO, 2013. Health risks of air pollution in Europe HRAPIE project.

