POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Assessment through high-fidelity simulations of a low-fidelity noise prediction tool for a vertical-axis wind turbine

Original
Assessment through high-fidelity simulations of a low-fidelity noise prediction tool for a vertical-axis wind turbine / Brandetti, L., Avallone, F., De Tavernier, D., Leblanc, B., Simão Ferreira, C., Casalino, D.. - In: JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION. - ISSN 1095-8568. - 547:117486(2023), p. 117486. [10.1016/j.jsv.2022.117486]

Availability:
This version is available at: 11583/2976696 since: 2023-03-09T16:30:54Z

Publisher:
Elsevier

Published
DOI:10.1016/j.jsv.2022.117486

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

14 October 2026

TEMA

Technologies
Engineering
Materials
Architecture

Journal Director R. Gulli

e-ISSN 2421-4574
Vol. 1, No. 2 (2015)

Issue edited by Editor in Chief M. D'Orazio

Cover illustration C. Sirigu, *Materials for the transformation of weak contexts. Urban quality and new densities on the margin: complex sustainability and soil-occupation techniques*

Editorial staff
Cover design: C. Mazzoli
Journal Manager: E. Di Giuseppe

Panel for Building: a new typology of platform frame

Domenico Troiano[a*], Fabrizio Gianfreda[a], Fabio Manzone[a]

[a] *DISEG - Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica, Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, Torino, 10129, Italia*

Highlights

The focus of the research is to demonstrate the possibility of using a new building technology "Panel for Building" as dry construction system. The research shows that it is possible to obtain a high performance panel with low production costs. The article analyzes the methods and considerations that have been carried out to obtain the best stratigraphy of the panel. The final configuration of the panel has the aim of optimizing the structural strength and performance energy, through the use of recyclable materials. The Panel for Building is a new technology for green building.

Abstract

This paper describes the feasibility and engineering test made on the construction system patented with the name "Panel for Building". This panel is made of vertical and horizontal profiles in thin pre-formed sheet and two stiffening plasterboard slabs located on opposite sides of the structure. Panel for Building represents an innovation in platform frame structures, because it uses cheap and easily found components. Forth more the use of plasterboard slabs reduces the layers of the wall and improves overall performance. This system allows to construct high performance buildings by optimizing construction time.

Keywords

Panel, Dry construction, Thermo profile, Plaster fiber slab, Green building

1. INTRODUZIONE

Questo contributo evidenzia i risultati di una ricerca svolta sul brevetto "Pannello per l'Edilizia", una nuova tecnologia di costruzione a secco. L'obiettivo della ricerca è di valutare la fattibilità e l'ingegnerizzazione del sistema costruttivo, in particolare le valutazioni si concentrano sull'analisi del comportamento statico-dinamico, energetico ed acustico, puntando alla definizione della migliore configurazione del pannello. Lo studio di questo nuovo sistema costruttivo rientra nei filoni di ricerca del dipartimento DISEG del Politecnico di Torino (coordinato dal prof. Francesco Ossola, supportato dal prof. Carlo Caldera e il prof. Luigi Morra), in collaborazione con l'azienda AbitareVerde s.r.l. applicato al caso studio di una serie di edifici a schiera. Tale sistema è frutto di un processo innovativo che punta ad ottimizzare diversi aspetti: risparmio energetico; elevata qualità abitativa; velocità di realizzazione con costi certi; qualità dell'investimento; economia di scala.

L'analisi si concentra sulla rivisitazione di una tecnologia tradizionale Platforme frame (Figura 1) in legno, con una che utilizza come elementi portanti verticali profili a sezione ridotta in acciaio. Le criticità di questa ricerca sono legate all'individuazione dei materiali e dei profili più adatti, in modo che il sistema risulti il più versatile possibile. La sfida principale è quella di adattare tale tecnologia alle esigenze e normative vigenti, basandosi su certificazioni e leggi nazionali ed europee.

[*] Corresponding author. Tel.: +39-011-0905307; e-mail: domenico.troiano@studenti.polito.it

Figura 1. Metodologie di costruzione a secco: sistema balloon frame; sistema a pannelli Xlam; sistema steel frame.

2. STATO DELL'ARTE

Negli ultimi anni l'attenzione verso problematiche di sostenibilità ecologica e di risparmio energetico risultano essere in costante aumento nel panorama dell'edilizia. Sempre più importanza acquisisce il concetto di edilizia orientata alla sostenibilità ambientale, all'efficienza energetica e al benessere abitativo, che viene identificata con il termine bioedilizia. Lo scopo della bioedilizia è quello di ottimizzare l'integrazione tra ambiente ed edificio e di massimizzare le prestazioni di quest'ultimo in favore della qualità della vita, dell'interesse economico e del rispetto ambientale.

Una delle tecnologie più utilizzate per rispondere a tali richieste è il sistema di costruzione a secco, processo nel quale l'edificio viene scomposto in componenti elementari, che vengono realizzati in stabilimento (maggiore qualità, maggiore accuratezza) e successivamente assemblati in sito. Oggi i sistemi che sono maggiormente impiegati prevedono l'assemblaggio di elementi modulari in acciaio (steel frame), oppure il montaggio di macro strutture in legno (pannelli Xlam).

Questo documento descrive e valida una nuova tecnica costruttiva basata su pannelli prefabbricati con profili in acciaio. L'uso di profili in acciaio con lastre di fibrogesso come elementi di rinforzo è un miglioramento rispetto agli altri sistemi di costruzione a secco, in quanto utilizza elementi a basso costo e di diffusa produzione (alta reperibilità) riducendo i tempi di attesa e il costo globale dell'opera (tempi contenuti).

3. METODOLOGIA

La ricerca è finalizzata ad approfondire i seguenti aspetti disciplinari: Strutturale; Energetico; Acustico; Costruttivo-Tecnologico. Aspetto cardine della ricerca è l'individuazione della stratigrafia ottimale del pannello, in quest'ottica sono state esaminate diverse configurazioni che puntavano a migliorare alcune caratteristiche (comportamento strutturale, trasmittanza, ecc..), fino all'individuazione della morfologia finale del "Pannello per l'Edilizia", considerando un edificio monofamiliare di due piani fuori terra.

3.1. Fase di indagine tipologica e normativa

Come primo step abbiamo esaminato quali sono le caratteristiche di una tecnologia a secco, in modo tale da poter sviluppare al meglio l'oggetto della ricerca, definendo una soluzione che fornisse una valida alternativa

alle tecnologie di costruzione odierne [1, 2, 3, 4]. Successivamente si sono valutate quali potessero essere le tecnologie simili già utilizzate in edilizia definendo il range di applicabilità del pannello. In ultima analisi abbiamo definito il quadro normativo di rifermento, funzione dei risultati delle indagini svolte in precedenza, necessario per sviluppare un iter progettuale tale da rendere il pannello commercializzabile.

3.2. Fase di definizione dei materiali

Individuate le macro caratteristiche del pannello, si è potuto definire i materiali che meglio rispondessero ai requisiti prefissati. Come elementi strutturali verticali e orizzontali (guida superiore ed inferiore) che compongono l'ossatura del pannello, si sono scelti profili a taglio termico in acciaio di forma a U (250x50x3mm). La scelta di tali profili è conseguenza di una serie di considerazioni termiche e strutturali che puntano a ottenere una struttura solida e resistente ma allo stesso tempo performante da un punto di vista termico.

La definizione delle lastre di confinamento laterale è basata sulle specifiche di resistenza che i diversi materiali forniscono. In particolare è stato necessario individuare una lastra che avesse una certificazione per uso strutturale (European Technical Assessment, European Assessment Document). Si sono quindi considerate due alternative una in fibrogesso e una in fibrocemento, optando per la prima in quanto rispondeva meglio alle caratteristiche strutturali richieste. I pannelli di rivestimento ed irrigidimento assumono uno spessore pari a 18 mm con larghezza e lunghezza variabili in funzione delle richieste progettuali. In questo modo si ottengono lastre che si adattano bene alle diverse conformazioni del pannello contribuendo ad aumentare la massa della parete, migliorando la caratteristica di sfasamento.

Il materiale isolante impiegato è di due tipi: lana minerale a bassa densità per la parte strutturale (inserito tra i profili verticali) e per la controparete interna; fibra di legno ad alta densità per la controparete esterna. In questo modo si ottiene un valore di trasmittanza conforme alle normative.

3.3. Fase di analisi

Avendo definito i materiali e la normativa di riferimento si è potuto procedere con le verifiche strutturali e termiche. Le valutazioni sulla resistenza del pannello vengono ottenute mediate due analisi: una preliminare manuale ed una secondaria mediante l'uso di un programma di calcolo agli elementi finiti (Enexsys). La verifica preliminare fornisce l'ordine di grandezza delle sollecitazioni in gioco, stabilite attraverso i procedimenti di calcolo presenti negli Eurocodici e nella normativa nazionale di riferimento [5, 6, 7]. Le verifiche svolte con il software Enexsys permettono di avvalorare i risultati ottenuti nell'analisi preliminare, compiendo valutazioni più di dettaglio relative all'interazione tra i profili e le lastre in fibrogesso [8, 9, 10].

In una successiva ricerca verranno effettuate alcune prove di laboratorio volte a testare il reale comportamento dei materiali scelti (profilo a taglio termico, lastre in fibrogesso, comportamento globale profilo+lastra). In particolare saranno effettuate prove di compressione sui profili in acciaio e di trazione sulle lastre di

irrigidimento. In questo modo le analisi svolte risultano più affidabili, rendendo i risultati della ricerca di maggiore interesse. Le connessioni e i metodi di montaggio sono studiati analizzando le giunzioni tipiche delle strutture Platforme frame e quelle delle pareti in cartongesso, prevedendo sistemi di collegamento reversibili. Le analisi energetiche ed acustiche vengono svolte attraverso un software, che permette di valutare la trasmittanza media e il livello di trasmissione sonora lungo tutto il pannello.

4. RISULTATI

La stratigrafia ottimale, ottenuta a seguito di tutte le valutazioni strutturali e fisico tecniche, assume uno spessore totale di 44,9 cm con una trasmittanza media di parete pari a U_m= 0,158 W/m^{2}k (considerando i ponti termici puntuali e lineari di una facciata tipo senza aperture) (Figura 2).

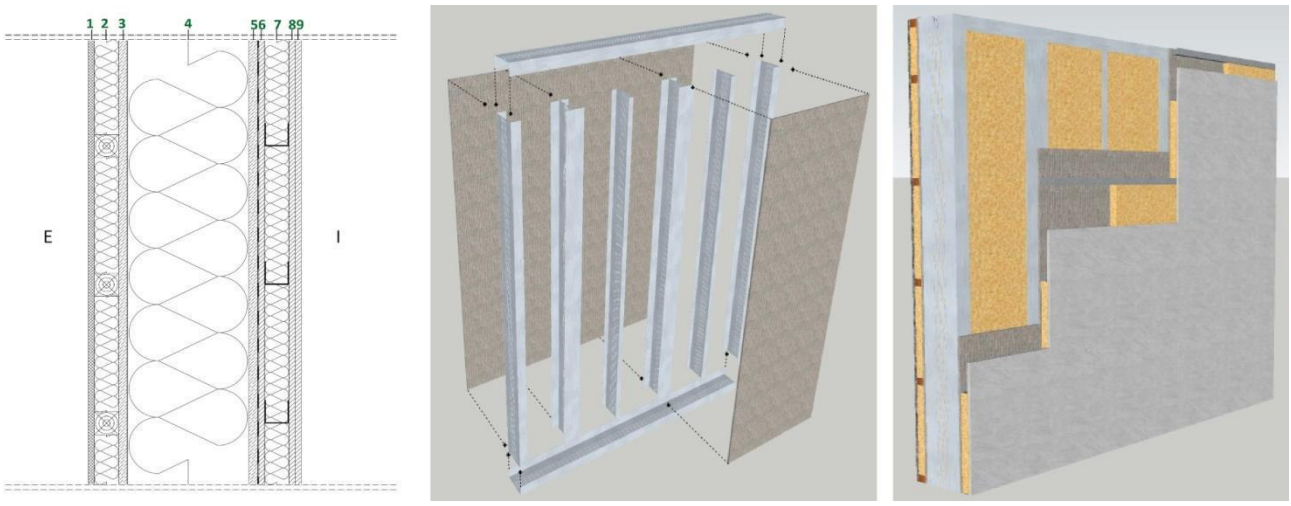

Figura 2. Stratigrafia "Pannello per l'Edilizia": sezione verticale parete esterna; esploso strutturale; spaccato modello globale.

La stratigrafia si compone dall'esterno verso l'interno di:

1. Lastra in fibrocemento - 12,5 mm;
2. Pannello isolante in fibra di legno e traverse in legno 50x50 mm - 50 mm;
3. Lastra in fibrogesso - 18 mm;
4. Pannello isolante in lana minerale e profilo con taglio termico a U in acciaio 250x50x3 mm - 250 mm;
5. Lastra in fibrogesso - 18 mm;
6. Lastra in cartongesso con freno a vapore (0,20 mm) - 12,7 mm;
7. Pannello isolante in lana minerale e profilo a C in acciaio 50x50x2 mm - 50 mm;
8. Lastra in cartongesso HD - 12,5 mm;
9. Lastra in cartongesso HD - 12,5 mm.

Il Pannello per l'Edilizia può essere suddiviso in tre macro aree: controparete esterna, struttura portante e controparete interna. La controparete esterna ha la funzione di attenuare i ponti termici che si possono generare

nei punti di connessione fra i vari pannelli, inoltre fornisce una superficie di finitura diversa da quella strutturale, la quale può essere personalizzata in relazione alle esigenze estetiche e funzionali.
La struttura portante è composta da profili sottili in acciaio a taglio termico di sezione a U 250x50x3 mm. Il passo dei montanti pari a 60 cm è stato ottenuto mediando tra le necessità strutturali e termiche, aumentando il più possibile la distanza tra i profili verticali ma aumentandone lo spessore. Inoltre la scelta di un profilo a taglio termico permette di ridurre la trasmissione di calore all'interno della struttura metallica di circa il 20% rispetto al corrispondente profilo standard. Le caratteristiche di resistenza meccanica di tale profilo sono state ipotizzate attraverso una serie di considerazioni semplificative; il reale comportamento statico e dinamico verrà stabilito a seguito di successive prove di laboratorio. Anche le guide superiori ed inferiori sono realizzate con il medesimo profilo.
Le lastre di confinamento dei montanti sono in fibrogesso, un materiale che fornisce adeguate caratteristiche di resistenza. La controparete interna viene impiegata per svolgere una duplice funzione: contribuire ad aumentare l'isolamento dell'intero pacchetto murario e creare un vano impianti, evitando che interferiscano con la porzione strutturale del pannello. Tra la parte portante e la controparete interna è disposta una lastra in cartongesso con una freno a vapore sul lato interno, in modo da controllare il formarsi di condensa all'interno della stratigrafia.

5. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

I risultati della ricerca hanno individuato la configurazione ottimale del "Pannello per l'Edilizia", definendo un pacchetto complessivo di parete dalle elevate prestazioni sia strutturali che termiche. Il vantaggio di questa tecnologia è quello di permettere al progettista e al committente di scegliere una valida alternativa alle tecnologie di costruzioni a secco attuali, fornendo un sistema completo che con spessori contenuti è in grado di resistere alle sollecitazioni meccaniche garantendo anche ottime prestazioni termiche - acustiche. Inoltre si è constatata la sua versatilità d'impiego (caso studio di un edificio monofamiliare a schiera), evidenziano la fattibilità dell'utilizzo di lastre in fibrogesso come elementi strutturali applicate a strutture metalliche.
Considerata la scelta dei materiali e le modalità di giunzione utilizzate il pannello risulta totalmente scomponibile, per cui si ottiene un duplice vantaggio: velocità e flessibilità delle operazioni di manutenzione; possibilità di decostruzione e quindi di riciclo o riuso di tutti i singoli componenti del pannello.
Il proseguo della ricerca permetterà di ottenere ulteriori risultati: verifica mediante prove di laboratorio dei risultati ottenuti; verifica dell’efficienza prestazionale attesa oltre che in sezioni correnti anche in nodi critici; possibilità di utilizzare il Pannello per l'Edilizia anche per edifici con più di due piani fuori terra. Lo studio di una nuova tecnologia come questa offre un innovativo scenario all'interno del mondo dell'industrializzazione edilizia generando un'alternativa efficiente, efficace, economica e funzionale.

6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] Ettore Zambelli, Pietro Antonio Vanoncini, Marco Imperadori: Costruzione stratificata a secco: tecnologie edilizie innovative e metodi per la gestione del progetto, Maggioli, Rimini 1998.

[2] Karsten Tichelmann: Costruzioni a secco, UTET, Torino 2009.

[3] Paolo Bergamaschi, Paolo Bertozzi, Agnese Ghini: Il sistema stratificato a secco: una tecnologia sostenibile per l'architettura della casa, Flaccovio, Palermo 2010.

[4] Marco Imperadori: Le procedure struttura/rivestimento per l'edilizia sostenibile, collana Ambiente territorio edilizia urbanistica, Maggioli editori, 1999.

[5] Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M 14 gennaio 2008 e circolare esplicativa n. 617 del 2 gennaio 2009, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Roma.

[6] Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio: UNI EN 1993-1-1:2005: Regole generali e regole per gli edifici, edizione agosto 2005; UNI EN 1993-1-1:2005: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo; UNI ENV 1993-1-1:1994: Regole generali e regole per gli edifici.

[7] Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture in legno: UNI EN 1995-1-1:2005: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici.

[8] Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione, CNR-UNI 10011: Costruzioni di acciaio del giugno 1988.

[9] C. Bernuzzi, Progetto e verifica delle strutture in acciaio, Hoepli, Milano 2014.

[10] Manuale di progettazione per strutture in acciaio inossidabile, Euro Inox e The Steel Construction Institute, 2006.