

# CAPPOTTO ESTERNO E ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA. PARETI DI TAMPONAMENTO IN ZONE SISMICHE.

Tecnologia  
delle  
costruzioni

## Isolamento acustico di facciata su pareti con isolamento a cappotto in polistirene espanso.

ANALISI DEL COMPORTAMENTO ACUSTICO IN OPERA DI MURATURE  
IN LECABLOCCO FONOSOLANTE ED IN LATERIZIO PORIZZATO

AUTORI:

Linda Parati<sup>1</sup>, Graziano Guerrato<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ingegnere, PhD in Acustica e Vibrazioni e Tecnico Competente in Acustica (Acustica Parati&Co.)

<sup>2</sup>ingegnere, Responsabile Tecnico ANPEL (Associazione Nazionale Produttori Elementi Leca)

Nel presente articolo si illustrano i risultati di una ricerca sperimentale condotta attraverso misure in opera di isolamento acustico di facciata. Sono state testate in particolare facciate opache con **isolamento termico “a cappotto” realizzato con polistirene espanso**. Le murature di supporto sono state realizzate con due diverse tipologie costruttive: **laterizio porizzato semipieno e Lecablocco Fonoisolante**. Oltre ai risultati sperimentali, si presenteranno alcune considerazioni progettuali per evidenziare, anche in presenza di serramenti, il diverso contributo delle due tipologie di murature.

### 1. INTRODUZIONE

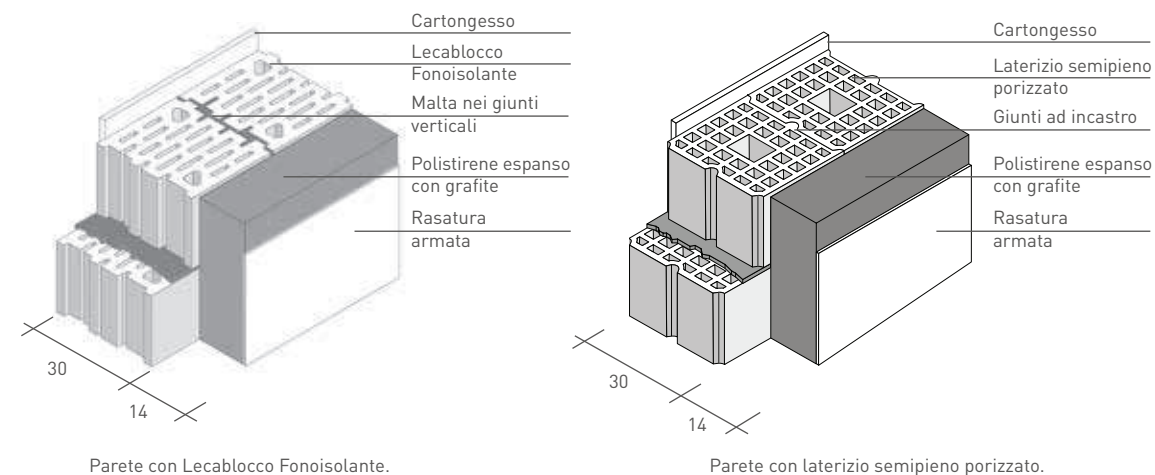
In un cantiere di Housing Sociale messo a disposizione da un'Impresa di costruzioni della Rete dBCHECK, di cui ANPEL è Partner, si sono eseguite misure in opera di isolamento acustico di facciata su pareti opache prive di serramenti. Obiettivo della sperimentazione era valutare il contributo di diverse tipologie di murature attraverso collaudi acustici in opera.



Parete in Lecablocco Fonoisolante con isolamento a cappotto in polistirene espanso.

Le misurazioni sono state condotte su due tipologie di facciate con isolamento termico "a cappotto". Il pannello utilizzato in cantiere era in polistirene espanso, vale a dire il materiale più diffusamente utilizzato nel nostro Paese per questo tipo di applicazione. Si riportano le stratigrafie (dall'interno verso l'esterno) delle due tipologie di facciate:

Facciate con Lecablocco Fonoisolante	Facciate con laterizio porizzato semipieno
Placcaggio in cartongesso (sp. 1,3 cm)	Placcaggio in cartongesso (sp. 1,3 cm)
Lecablocco Fonoisolante (sp.30 cm)	Laterizio porizzato semipieno a fori verticali (sp. 30 cm)
Lastre di polistirene espanso con grafite (sp. 14 cm)	Lastre di polistirene espanso con grafite (sp. 14 cm)
Rasatura armata (sp. 5 mm circa)	Rasatura armata (sp. 5 mm circa)



Le stratigrafie evidenziano come le due tipologie di facciate differiscono unicamente per le murature utilizzate.

I risultati delle misure in opera sulle facciate opache sono stati poi utilizzati come dati di input per la progettazione di facciate con serramenti. Infatti, partendo dai risultati della sperimentazione, sono state effettuate alcune valutazioni previsionali di isolamento acustico di facciata.

**Le analisi riportate nel seguito hanno l'obiettivo di evidenziare il diverso comportamento acustico delle due tipologie di facciate sopra descritte. Esse consentono inoltre di identificare i criteri progettuali che permettono di massimizzare il rapporto costi-benefici in relazione alle prestazioni di isolamento acustico di facciata previste dalla normativa vigente (D.P.C.M. 5/12/1997 "Requisiti acustici passivi negli edifici").**

## 2. I COLLAUDI

Nel cantiere di Housing Sociale sono stati scelti sei ambienti appartenenti ad alloggi differenti, aventi le medesime dimensioni e geometrie (LxPxH identiche) e delimitati da facciate aventi le stesse dimensioni. Tre di queste facciate sono state realizzate con blocchi in Laterizio semipieno di spessore 30 cm, ed altrettante con Lecablocco Fonoisolante dello stesso spessore. Tutte le facciate erano opache: infatti i vani serramenti sono stati murati con le stesse stratigrafie utilizzate per realizzare la restante parte della facciata.

I collaudi acustici di facciata sono stati condotti secondo la norma UNI EN ISO 140-5: 2000 [1], ottenendo, per ogni condizione testata, l'Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$ .

Le misure sono state eseguite sulle facciate opache complete di finiture. Successivamente nelle stesse pareti, opportunamente predisposte, si sono montati serramenti certificati. Sulla facciata con serramenti si sono effettuate ulteriori misurazioni in opera, utilizzate per valutare la validità delle analisi previsionali condotte nel seguito.

### 2.1 Misure su facciate opache

Partendo dai risultati delle misure di isolamento acustico di facciata condotte sulle pareti opache si sono determinati:

- in conformità alla UNI EN 12354-3: 2002 [2], il Potere Fonoisolante Apparente  $R'$  (in frequenza) della facciata opaca;
- partendo dai valori  $R'$  in frequenza, in conformità alla UNI EN ISO 717-1: 2013 [3], si è calcolato l'Indice del Potere Fonoisolante Apparente  $R'_w$  della facciata opaca.

**L'indice  $R'_w$  è un dato necessario per le progettazioni acustiche su facciate. Tale dato può essere determinato con precisione solo partendo, come nel presente caso, da una specifica sperimentazione in opera.**

Come specificato nelle Norme UNI EN 12354-3: 2002, infatti l'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione  $D_{2m,nT}$  (in frequenza) dipende:

- dal potere fonoisolante di tale facciata vista dall'interno;
- dall'influenza della forma esterna della facciata, come la presenza di balconi;
- dalle dimensioni degli ambienti interni delimitati dalla facciata.

Essendo tutti gli altri fattori noti grazie ai collaudi acustici eseguiti, è possibile ricavare il Potere Fonoisolante Apparente  $R'$  (in frequenza) grazie all'equazione:

$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \log \left( \frac{V}{6T_0 S} \right) \text{ dB}$$

dove:

V è il volume dell'ambiente ricevente, in metri cubi;

S è l'area totale della facciata vista dall'interno, in metri quadrati;

$\Delta L_{fs}$  è la differenza del livello di pressione sonora per la forma della facciata, in decibel.

Confrontando la curva del Potere fonoisolante apparente  $R'$  così ricavata con la curva di riferimento per il rumore trasmesso per via aerea (UNI EN ISO 717-1:2013), è stato

possibile per ogni prova eseguita, determinare il valore dell'Indice di valutazione di Potere fonoisolante apparente  $R'_w$  ed i termini di adattamento allo spettro C e  $C_{tr}$ . I valori di  $R'$  e  $R'_w$  così determinati sono dati importanti, in fase di analisi previsionale, per identificare con precisione il comportamento delle facciate opache e permettono, disponendo di valori certificati del Potere fonoisolante  $R_w$  (di laboratorio) dei serramenti, di effettuare una stima affidabile dell'isolamento acustico complessivo delle facciate. In Tabella 1 si riportano i valori medi di  $D_{2m,nT,w}$  e di  $R'_w$  misurati in opera per le due tipologie di facciate opache sopra descritte.

Tipologia di facciata con isolamento a cappotto in polistirene espanso sp.14 cm	$D_{2m,nT,w}$	$R'_w$
Facciata con Lecablocco Fonoisolante di spessore 30 cm	43 [-1; -4]	43 [-1; -4]
Facciata con Laterizio porizzato semipieno di spessore 30 cm	40 [-1; -2]	40 [-1; -3]

Tabella 1: Valori di isolamento acustico misurati e calcolati.

I valori medi degli Indici  $D_{2m,nT,w}$  e  $R'_w$  misurati in opera evidenziano che, a parità di ogni altra condizione al contorno, l'utilizzo di Lecablocco Fonoisolante di spessore 30 cm come muratura di supporto permette di migliorare le prestazioni di isolamento acustico di facciata di ben 3 dB rispetto all'utilizzo di pareti in Laterizio porizzato semipieno di pari spessore. Si fa presente che una differenza di 3 dB rappresenta un notevole incremento dell'isolamento acustico della facciata.

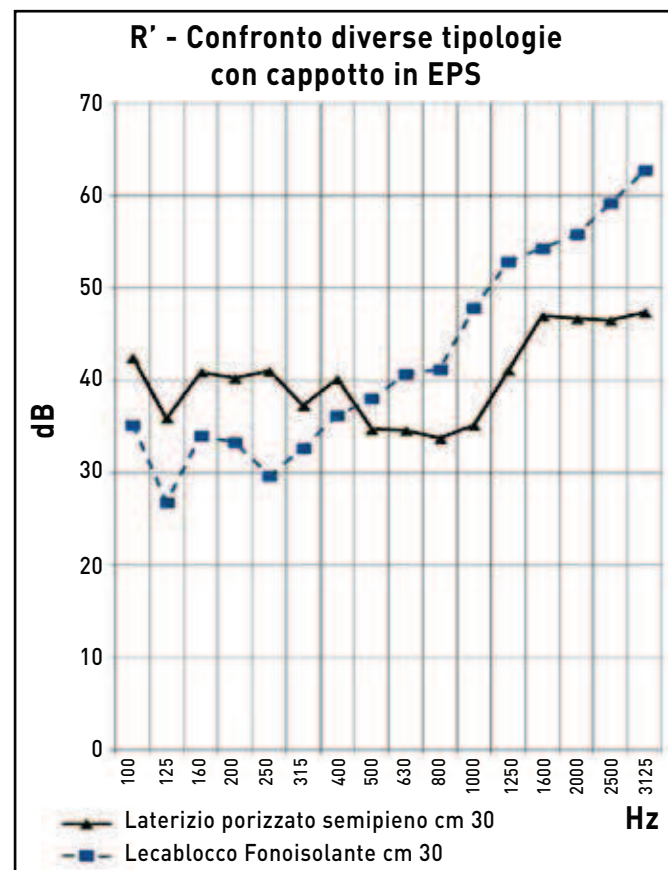


Figura 1: R' (in frequenza) - Confronto tra le due diverse tipologie costruttive.

## NOTA IMPORTANTE

Il descrittore  $R'_w$  (Indice di valutazione di potere fonoisolante apparente), citato nel presente articolo a proposito dell'isolamento acustico delle facciate, è utilizzato come riferimento per l'isolamento acustico di pareti divisorie tra diverse unità immobiliari.

Tuttavia le diverse condizioni al contorno determinano una sostanziale differenza, in termini numerici, tra valori di  $R'_w$  misurati su elementi costruttivi simili ma con diverso utilizzo (facciate o pareti divisorie).

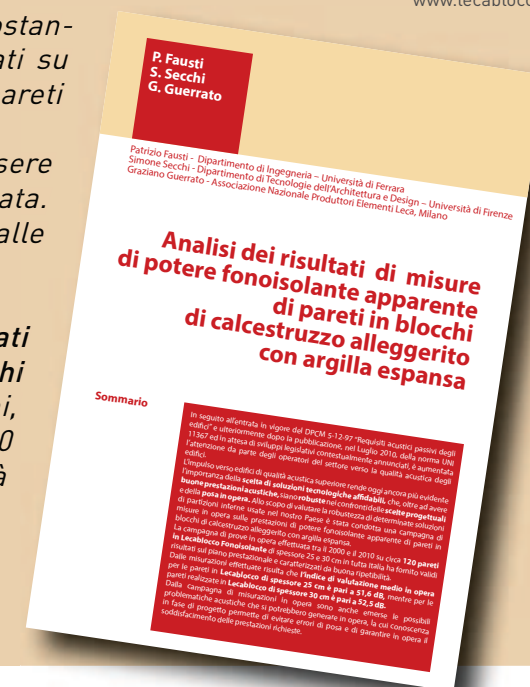
Pertanto i valori  $R'_w$  riportati nel presente articolo devono essere utilizzati per la sola progettazione dei requisiti acustici di facciata. Non sono invece assolutamente significativi con riferimento alle prestazioni di isolamento acustico delle pareti divisorie.

A tal proposito si rimanda alla Monografia "Analisi dei risultati di misure di potere fonoisolante apparente di pareti in blocchi di calcestruzzo alleggerito con argilla espansa" (Fausti, Secchi, Guerrato) in cui si illustrano i risultati positivi delle oltre 120 misure in opera condotte su pareti divisorie tra diverse unità abitative realizzate con Lecablocco Fonoisolante. Si ricorda che l'indice di valutazione di potere fonoisolante  $R_w$  è un valore misurato in laboratorio; con  $R'_w$  si intende il valore misurato in opera.

## 2.2 Misure su facciate con serramenti e validazione delle analisi previsionali

Dopo aver completato le misure sopra descritte, l'Impresa ha provveduto a demolire una parte di facciata (opportunamente predisposta a questo scopo) e a completarla con un serramento. In particolare la finestra utilizzata aveva un Indice di Potere fonoisolante  $R_w$  (di laboratorio) certificato pari a 40 dB. La tipologia e le dimensioni nonché le modalità di installazione del serramento sono state le stesse in tutte le sei facciate provate. L'Indice di Potere fonoisolante  $R_w$  del serramento è stato definito, partendo dai risultati ottenuti sulle facciate opache in Laterizio porizzato semipieno e Lecablocco Fonoisolante, effettuando analisi previsionali atte ad ottenere valori di isolamento acustico di facciata  $D_{2m,nT,w}$  conformi ai limiti di legge D.P.C.M. 5/12/1997 per l'edilizia residenziale (40 dB) anche nel caso peggiore. A questo scopo si è utilizzato uno dei software commerciali più diffusi e affidabili per la previsione dei Requisiti acustici passivi. In tabella si riportano i dati degli ambienti e delle facciate dell'edificio reale utilizzati per l'analisi previsionale. Si riportano inoltre i valori dell'Indice di isolamento acustico di facciata  $D_{2m,nT,w}$  stimati.

Scarica la monografia tecnica completa sull'affidabilità delle soluzioni in Lecablocco Fonoisolante su [www.lecablocco.it](http://www.lecablocco.it)



<b>Dati geometrici:</b>	Volume	43 m <sup>3</sup>
	Superficie	13,4 m <sup>2</sup>
	Dimensioni dei serramenti	1,35 x 0,9 m (finestra) 2,35 x 0,9 m (porta finestra)
	Altezza	2,7 m
	Larghezza	4,98 m
	Profondità	3,2 m

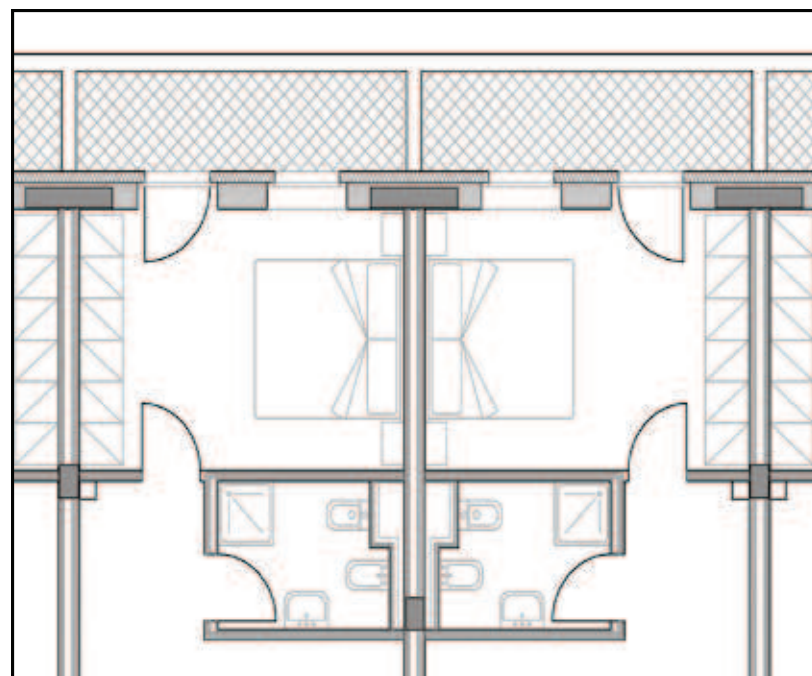


Figura 2: Pianta degli ambienti oggetto delle misurazioni.

Dati fissi per entrambe le tipologie	Configurazione geometrica	Medesime
	Caratteristiche acustiche intero blocco serramento	$R_w = 40$
<b>TIPOLOGIA COSTRUTTIVA</b>		<b>Valore previsionale dell'isolamento acustico di facciata <math>D_{2m,nTw}</math> (valori calcolati)</b>
Facciata opaca con Lecablocco Fonoisolante di spessore 30 cm		<b>42 dB</b>
Facciata opaca con Laterizio porizzato semipieno di spessore 30 cm		<b>40 dB</b>

Tabella 2: Previsione dell'isolamento acustico di facciata

A lavori ultimati, con serramenti montati e registrati, si sono eseguiti in cantiere i collaudi acustici finali. Le misure hanno confermato i risultati dei modelli previsionali, evidenziando per la facciata opaca con Lecablocco Fonoisolante di spessore 30 cm valori addirittura superiori rispetto alle già ottime prestazioni stimate. I valori di isolamento acustico di Facciata  $D_{2m,nTw}$  misurati in opera con serramenti montati sono riportati in Tabella 3.

Tipologia costruttiva	Isolamento acustico di facciata $D_{2m,nTw}$ misurato in opera [dB] (valori misurati)
Facciata opaca con Lecablocco Fonoisolante di spessore 30 cm	<b>43 (-1; -4)</b>
Facciata opaca con Laterizio porizzato semipieno di spessore 30 cm	<b>40 (-1; -3)</b>

Tabella 3: Isolamento acustico di Facciata misurato in opera

### 3 ANALISI PREVISIONALI E CONSIDERAZIONI

Sulla base dei valori ottenuti dai collaudi in opera si sono valutati alcuni casi tipici che rispecchiano geometrie consuete nell'edilizia residenziale. A tale scopo si è utilizzato il software previsionale citato al punto precedente.

Le stime riportate nel seguito sono teoriche, pertanto sono da ritenersi significative dal punto di vista previsionale. Per garantire che le ipotesi formulate in questa fase siano realizzate in modo coerente e corretto nella messa in opera dei componenti edilizi, tali stime devono essere integrate dai necessari dettagli costruttivi che andranno consegnati agli operatori di cantiere.

L'isolamento acustico di facciata è influenzato da diversi fattori: le dimensioni degli ambienti interni, le tipologie costruttive di tutte le partizioni, le tipologie di serramenti e le proporzioni tra parte opaca (muratura) e parte vetrata (intero blocco serramento).

A titolo di esempio si valuta l'isolamento acustico di facciata di due camere matrimoniali di superficie pari a 14 m<sup>2</sup> con rapporti aero-illuminanti minimi per i serramenti di 1/8 (vedi figure seguenti).

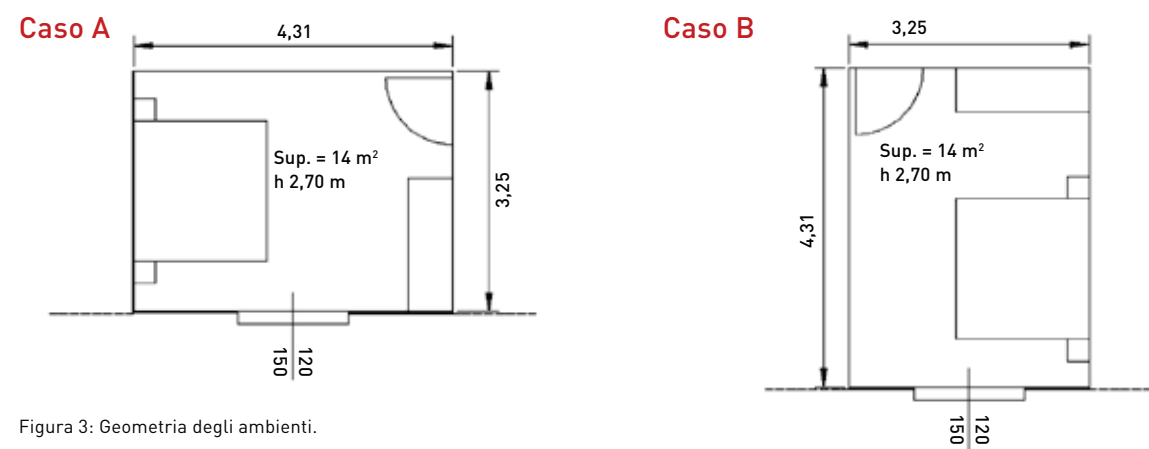


Figura 3: Geometria degli ambienti.

<b>Dati geometrici fissi</b>	Volume	37,8 mc
	Superficie	14 mq
	Dimensioni serramento	1,2 x 1,5 m
	Altezza	2,7 m
	Lato 1	3,25 m
	Lato 2	4,31 m
<b>Superficie della facciata</b>		
<b>Caso "A"</b>	4,31 m x H 2,7 m	11,6 mq
<b>Caso "B"</b>	3,25 m x H 2,7 m	8,8 mq

Tabella 4: Dati geometrici degli ambienti

Come evidenziato in tabella e in figura, le due camere matrimoniali hanno:

- identiche dimensioni interne (altezza, lunghezza e profondità);
- serramenti aventi le stesse caratteristiche acustiche (Indice di Potere fonoisolante  $R_w$ ) e la stessa superficie.

Le facciate sono realizzate con le due tipologie di murature (in Lecablocco Fonoisolante e laterizio porizzato semipieno, entrambi di spessore 30 cm) descritte in precedenza. L'unica differenza tra le due camere matrimoniali è data dalla posizione del serramento trasparente, posto sul lato più lungo (Caso "A", lato 4,31 m) oppure su lato più corto (Caso "B", lato 3,25 m).

Nelle Tabelle 5 e 6 sono riportate le stime previsionali dei valori dell'indice di Isolamento Acustico di Facciata  $D_{2m,nTW}$  che si possono ottenere per le due tipologie di ambienti in esame (Caso "A" oppure "B") mantenendo costanti le geometrie ma variando sia le tipologie costruttive (facciate in Lecablocco Fonoisolante oppure in laterizio porizzato semipieno) che le prestazioni acustiche dei serramenti. Le tabelle riportano in primis le condizioni del caso in analisi (geometria e  $R_w$  serramento) e quindi in relazione alla tipologia costruttiva il valore di  $D_{2m,nTW}$  stimato. I valori di Potere fonoisolante  $R_w$  indicati per i serramenti sono stati scelti per consentire di rispettare, per la maggior parte delle tipologie, il requisito acustico richiesti dal D.P.C.M. 5/12/1997 per l'isolamento acustico di facciata ( $D_{2m,nTW} \geq 40$  dB per edifici residenziali).

Per esempio nella configurazione "A", con serramenti aventi  $R_w$  pari a 38 dB si è stimato un isolamento acustico  $D_{2m,nTW}$  pari a 41 dB per una facciata realizzata con murature in Lecablocco Fonoisolante di spessore 30 cm.

<b>Caso "A"</b>			
		Indice di Potere fonoisolante $R_w$ del serramento	
Caratteristiche acustiche serramento $R_w$		38	41
<b>Tipologie costruttive</b>	<b>Isolamento acustico <math>D_{2m,nTW}</math> stimato per la facciata realizzata con Lecablocco Fonoisolante di spessore 30 cm</b>	<b>41</b>	<b>42</b>
	<b>Isolamento acustico <math>D_{2m,nTW}</math> stimato per la facciata realizzata con Laterizio porizzato semipieno di spessore 30 cm</b>	<b>39</b>	<b>40</b>

Tabella 5: Previsione dell'isolamento acustico di facciata per la camera matrimoniale (Caso "A")

<b>Caso "B"</b>				
		Indice di Potere fonoisolante $R_w$ del serramento		
Caratteristiche acustiche serramento $R_w$		38	41	47
<b>Tipologie costruttive</b>	<b>Isolamento acustico <math>D_{2m,nTW}</math> stimato per la facciata realizzata con Lecablocco Fonoisolante di spessore 30 cm</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	45
	<b>Isolamento acustico <math>D_{2m,nTW}</math> stimato per la facciata realizzata con Laterizio porizzato semipieno di spessore 30 cm</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	42

Tabella 6: Previsione dell'isolamento acustico di facciata per la camera matrimoniale (Caso "B")

Dai risultati sopra riportati per i casi analizzati emergono le seguenti considerazioni:

- La geometria dell'ambiente interno e l'esposizione parete esterna determinano notevoli differenze in termini di isolamento acustico di facciata; nelle tabelle 5 e 6 si evidenzia come, a parità di  $R_w$  della parte opaca nonché di  $R_w$  e di superficie del serramento, vi siano sempre 2 dB di differenza tra la configurazione del caso "A" e quella del caso "B". Si fa notare inoltre come nel caso "B" l'incidenza sulla superficie di facciata della parte vetrata sia superiore rispetto al caso "A" (rispettivamente 20,5% e 15,5%).
- La differenza di isolamento acustico riscontrata per le due tipologie di facciate (con Lecablocco Fonoisolante e con Laterizio porizzato semipieno) senza serramenti si mantiene anche in presenza di superfici vetrate (a parità di  $R_w$  delle stesse); questo dimostra che il contributo delle superfici opache non è (sempre) trascurabile ai fini dell'isolamento di facciata.
- A parità di configurazione geometria (caso "A" e caso "B") è evidente che una facciata realizzata con Lecablocco Fonoisolante sp.30 cm permette sempre di ottenere un isolamento acustico migliore rispetto ad una facciata con Laterizio porizzato semi-

pieno di pari spessore. Infatti per quest'ultima, anche incrementando notevolmente il potere fonoisolante  $R_w$  del serramento, non si riescono a raggiungere le prestazioni delle pareti in Lecablocco montate con serramenti aventi  $R_w$  inferiori. Per esempio nel caso "B" emerge che con una parete in Laterizio porizzato con serramento ad altissime prestazioni ( $R_w=47$  dB) si ottiene un isolamento di facciata  $D_{2m,nT,w}$  pari a 42 dB, comunque inferiore all'isolamento acustico (43 dB) ottenuto con una parete in Lecablocco Fonoisolante su cui si installi un serramento con  $R_w$  di "soli" 38 dB.

#### 4 CONCLUSIONI

I casi sviluppati sulla base dei valori di collaudo hanno evidenziato come le geometrie dei singoli ambienti, nonché la localizzazione e le dimensioni dei serramenti, possano influire sull'intero isolamento acustico di facciata.

In particolare i casi esposti hanno evidenziato come non corrisponda sempre a verità l'idea che per ottenere un isolamento acustico di facciata  $D_{2m,nT,w}$  di 40 dB (conforme al D.P.C.M. 5/12/1997 per edifici residenziali) sia necessario o sufficiente utilizzare un serramento con Indice  $R_w$  pari a 40 dB. Talvolta tale prestazione del serramento può non essere sufficiente, altre volte può portare a prestazioni di isolamento acustico di facciata molto superiori al limite di Legge. Le misure eseguite e le valutazioni effettuate su chiusure verticali opache con isolamento termico "a cappotto" in polistirene espanso, hanno permesso di evidenziare come l'utilizzo di differenti tipologie di murature "di supporto" (Lecablocco Fonoisolante o Laterizio porizzato semipieno) comporti notevoli differenze in termini di prestazioni di isolamento acustico di facciata.

In particolar modo, nei casi oggetto di collaudo, si è evidenziato come le pareti opache in Lecablocco Fonoisolante sp.30 cm con isolamento a cappotto abbiano una prestazione di isolamento acustico di facciata superiore di **ben 3 dB** rispetto ad una parete identica ma realizzata con Laterizio porizzato semipieno.

**La tipologia di muratura utilizzata è quindi fondamentale, e dev'essere anch'essa oggetto di una attenta valutazione progettuale, non limitando l'attenzione alle sole prestazioni acustiche dei serramenti.**

#### Bibliografia

- 1) UNI EN ISO 140-5: 2000<sup>1</sup> Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate.
- 2) UNI EN 12354-3: 2002 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.
- 3) UNI EN ISO 717-1: 2013 Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea.

<sup>1</sup>La Norma utilizzata all'atto dei collaudi è stata sostituita con la Norma UNI 11572:2015

## APPROFONDIMENTO

### Isolamento acustico di facciata

L'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione  $D_{2m,nT,w}$  rappresenta la differenza di livello sonoro, misurata in opera, che la facciata è in grado di determinare fra l'ambiente esterno dove viene posta una sorgente sonora e un vano interno delimitato dalla facciata stessa e si determina da:

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log \left( \frac{T}{T_0} \right) [\text{dB}]$$

dove:

$L_{1,2m}$  è il livello medio di pressione sonora a 2 m di distanza dal fronte della facciata, in dB;

$L_2$  è il livello medio di pressione sonora nell'ambiente ricevente, in dB;

$T$  è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente, in secondi;

$T_0$  è il tempo di riverberazione di riferimento per appartamenti, assunto pari a 0,5 s.

Il DPCM 5/12/1997 ha fissato i requisiti acustici necessari per garantire che l'edificio sia progettato e realizzato in modo che il rumore al suo interno si mantenga entro livelli tollerabili.

Per quanto riguarda il valore  $D_{2m,nT,w}$  di seguito si riporta il valore da garantire in opera per gli edifici a destinazione residenziale e alberghiera:

Requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti (DPCM 5/12/97).

Categorie	Isolamento di facciata (Pareti esterne) $D_{2m,nT,w}$
Residenze e Alberghi	40 dB

Esempio di edificio con Lecablocco Fonoisolante e isolamento a cappotto in polistirene espanso con grafite. Melta di Gardolo (TN).

