

La rinascita della città di L'Aquila

un intervento di ricostruzione post-terremoto

A pochi chilometri ad est dalla città di L'Aquila la demolizione e ricostruzione di queste due villette monofamiliari si presenta come uno tra i numerosi interventi di ricostruzione che hanno interessato il territorio aquilano a seguito degli eventi sismici dell'aprile 2009.

Volontà comune di tutti gli attori coinvolti nel processo di progettazione e costruzione è stata quella di dare un messaggio positivo di rinascita – a se stessi, alle proprie famiglie, alla città – quale segno di autocritica nei confronti del passato, di sensibilità e rispetto verso il contesto e i suoi abitanti, di ricerca di qualità e innovazione anche in momento di così drammatica difficoltà.

La progettazione ha coinvolto ogni aspetto della configurazione del fabbricato con equilibrio e semplicità: sicurezza sismica, efficienza energetica, qualità costruttiva ed architettonica sono naturalmente confluite nel progetto senza mai perdere di vista le abitudini di vita dei proprietari, così importanti perché consolidate nel corso degli anni e radicate in questi stessi luoghi. Le planimetrie finali mostrano due villette pressoché identiche esternamente, ma profondamente diverse nel loro interno, riflesso delle altrettanto diverse necessità e stili di vita dei suoi abitanti.

Entrambe le abitazioni aprono completamente a sud con grandi vetrate, garantendo non solo una magnifica vista sul paesaggio ma consentendo un significativo apporto di energia termica gratuita. Il fronte nord si presenta chiuso e caratterizzato da piccole bucaure nel rispetto dei requisiti igienico-sanitari degli ambienti. Le vetrate a sud sono disposte al di sotto di aggetti in modo da poter creare un ombreggiamento fisso. Tutti i ponti termici del fabbricato sono stati studiati e valutati puntualmente, ed ogni dettaglio costruttivo è stato disegnato con cura per ridurre al minimo le dispersioni dell'involucro nei suoi punti più critici.

Il sistema di tamponamento è stato scelto nell'ottica di garantire oltre alle elevate prestazioni termiche e statiche anche un adeguato supporto per il rivestimento esterno che caratterizza il basamento dell'edifi-

Progettazione e Direzione Lavori Architettonico:
Prof. ing. Francesco Giancola,
ing. Alessia Rossi

Progettazione e Direzione Lavori delle Strutture:
Prof. ing. Antonello Salvatori

Progettazione Impianti:
Prof. ing. Francesco Giancola,
ing. Alessia Rossi

Coordinamento della Sicurezza:
Prof. ing. Francesco Giancola

Impresa:
Impresa Edile
Geom. Santillo Luciano & C. snc
di Santillo Luigi (CB)



Edificio preesistente lesionato e demolito in seguito al terremoto.



Edificio nuovo finito.

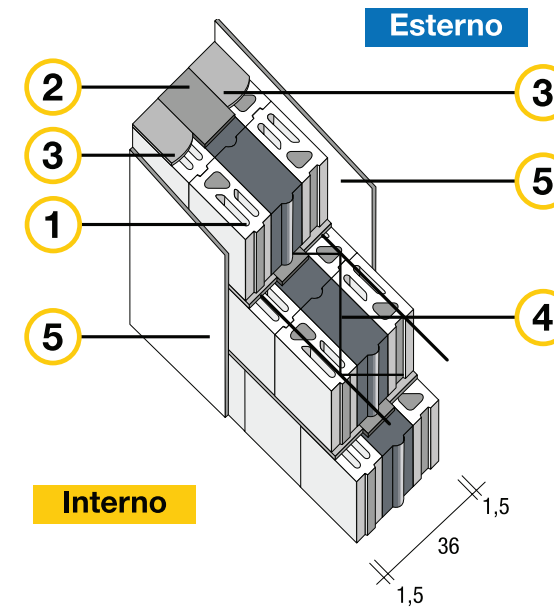


cio, optando quindi per il blocco Bioclima Zero 19T con correzione dei ponti termici con pannelli in poliuretano.

Le ottime prestazioni termiche dell'involucro hanno consentito una ridotta richiesta di energia termica facilmente soddisfatta dal riscaldamento radiante a pavimento. Entrambe le villette, ciascuna con una superficie calpestabile di circa 150mq, hanno nel locale tecnico del sottotetto una caldaia a condensazione di appena 18 kW che provvede al fabbisogno termico di ciascuna abitazione con l'integrazione di due pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria. Completano gli impianti tecnologici i pannelli fotovoltaici ed il sistema di recupero delle acque piovane accumulate in un serbatoio interrato nel giardino.

ing. Alessia Rossi
ing. Francesco Giancola

IL SISTEMA COSTRUTTIVO UTILIZZATO



trasmissione
U=0,19
W/m²K

ISOLAMENTO TERMICO CON LECABLOCCO BIOCLIMA ZERO19T

Per le pareti perimetrali esterne è stato scelto il Lecablocco Bioclima Zero19t da tamponamento, blocco preaccoppiato costituito dalle parti interna ed esterna in calcestruzzo di argilla espansa Leca di spessore 11.2 cm e da un pannello in polistirene espanso con grafite di spessore 13.5 cm. Le tre parti sono solidarizzate industrialmente per consentire un'unica posa con successivo intonaco tradizionale.

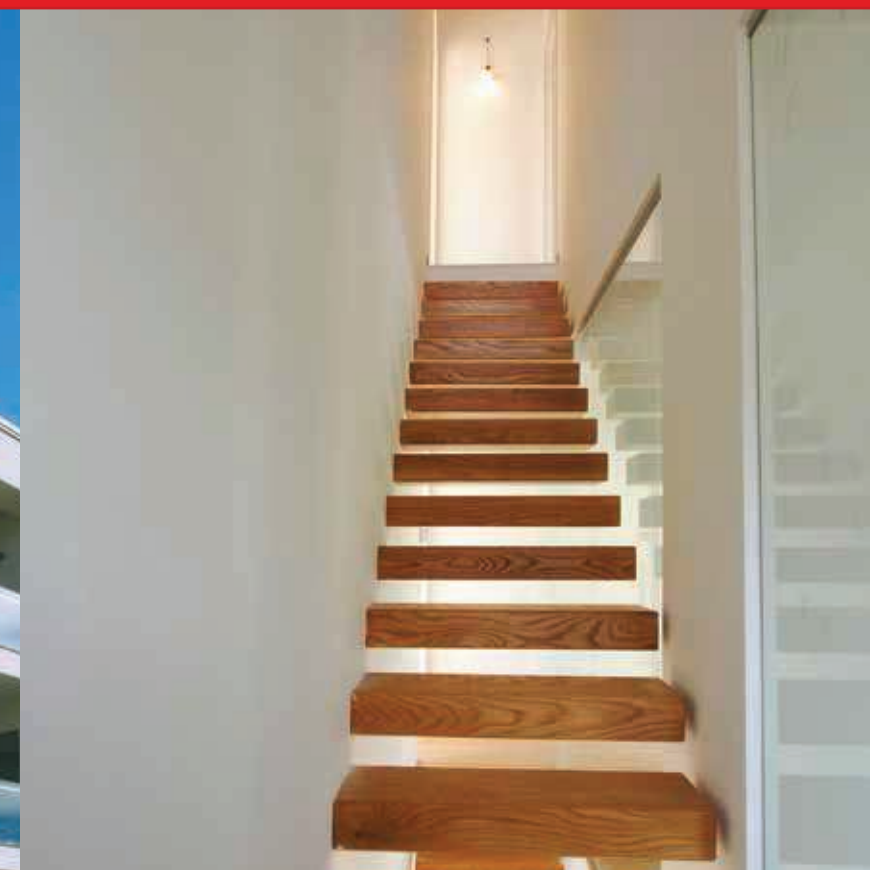
Il Lecablocco Bioclima Zero19t è idoneo alla realizzazione delle pareti da tamponamento e in soli 36 cm permette di conferire alle pareti elevate caratteristiche di isolamento (trasmissione termica di 0.19 W/m²K) e inerzia termica (sfasamento e attenuazione), superiori rispetto alle soluzioni tradizionali.

Legenda

- 1 Lecablocco Bioclima Zero 19t Tamponamento.
- 2 Striscia isolante da posizionare in ogni corso di malta orizzontale.
- 3 Malta di posa.
- 4 Traliccio metallico tipo Murfor, da annegare nella malta ogni 2 corsi.
- 5 Intonaco.

Caratteristiche della muratura di tamponamento esterna

Spessore nominale del blocco	cm	36
Trasmittanza termica U della parete intonacata	W/m ² K	0,19
Massa superficiale M _S della parete non intonacata	kg/m ²	230
Fattore di smorzamento f _a		0,162
Sfasamento S	h	13,9
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	W/m ² K	0,031



Rivestimento fonoassorbente nel sottopasso per Expo2015

Alte prestazioni fonoassorbenti (classe A5) e fotocatalitiche (assorbimento NO_x superiore all'80%)

Inaugurata il 30 aprile 2015 la Zara-Expo è una nuova infrastruttura viaria che migliora la mobilità veicolare in senso trasversale dell'area Nord Milano e la viabilità di accesso alla porta Est del sito espositivo.

La nuova strada, che rientra tra le opere essenziali per l'accesso al sito dell'Expo 2015, è provvisoriamente dedicata al trasporto su gomma di carattere pubblico e collettivo – taxi, navette, autobus privati – proveniente sia dalla città che dalla rete autostradale.

Sulla base delle provenienze/destinazioni dei flussi di traffico connessi a EXPO 2015 (cittadine ed extraurbane), l'intervento è stato suddiviso in due lotti funzionali A e B.

In particolare il lotto funzionale A collega via Eritrea a via Stephenson, garantendo l'accessibilità per le provenienze cittadine, mentre il lotto funzionale 1B collega il nuovo svincolo di Cascina Merlata e le rampe del collegamento Molino Dorino – A8 con via Stephenson ed il sito espositivo, contribuendo a garantire l'accessibilità per le provenienze extraurbane.

La Zara-Expo, lunga 2,2 chilometri, ha una struttura a doppia carreggiata, con due corsie per senso di marcia, da via Eritrea alla porta Est del sito espositivo sottopassando Largo Boccioni e l'accesso autostradale della Milano-Laghi A8.

La prima parte della strada, da via Eritrea a via Stephenson, è stata realizzata in galleria per minimizzare l'impatto sul quartiere storico di Quarto Oggiaro. Al di sopra della galleria sono in corso di realizzazione un parco di oltre un ettaro e mezzo, un centro sportivo-polifunzionale e degli orti urbani a compensazione e a beneficio della zona.

L'opera consta di 600 metri di galleria, costruiti a cielo aperto con sistemi di paratie e tiranti, con impianto di illuminazione caratterizzato da luci a Led di ultima generazione, illuminazione di sicurezza e pavimentazione fonoassorbente su tutta la tratta per ridurre l'impatto acustico del traffico.



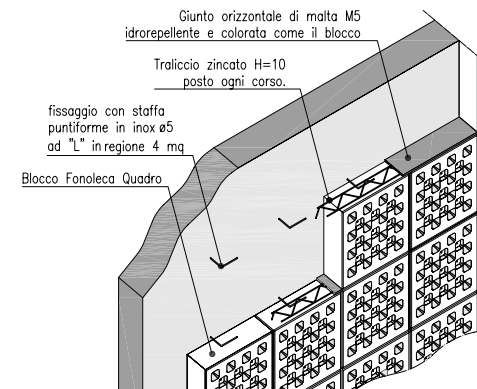
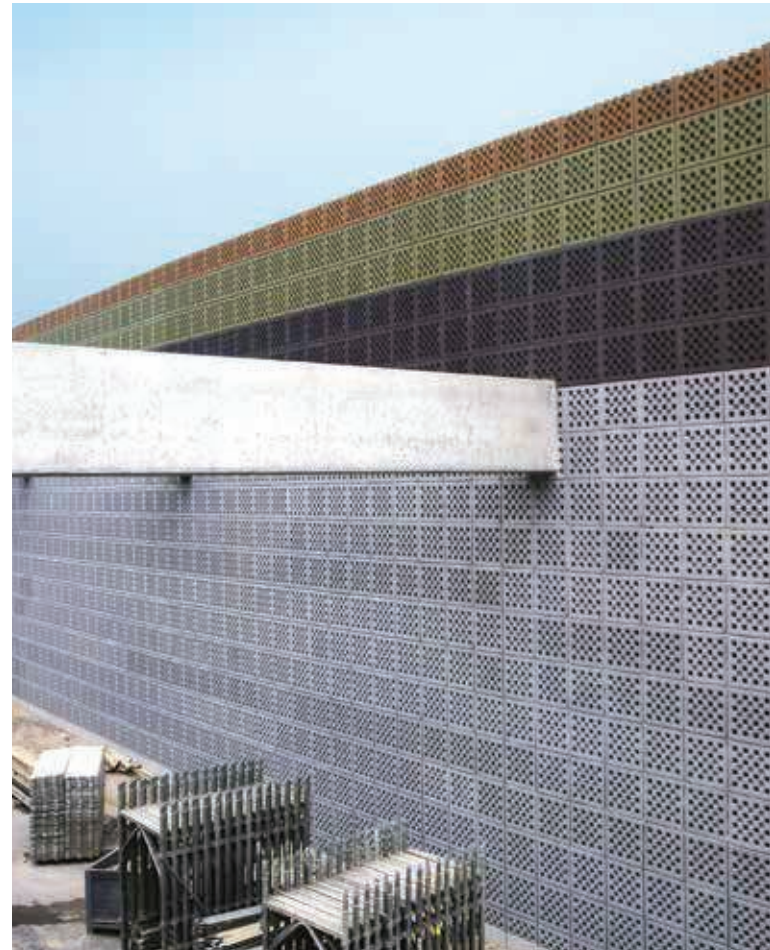
Foto del tunnel dalla via Stephenson gentilmente fornita dalla Soc. MM – Metropolitana Milanese S.p.A.

Committente
MM – Metropolitana Milanese S.p.A.

Progettista
Ing. Andrea Costa
MM – Metropolitana Milanese S.p.A.

Direttore Lavori
Ing. Luigi Mori
MM – Metropolitana Milanese S.p.A.

Impresa
Milesi geom. Sergio srl -Gorlago (BG)



RIVESTIMENTO FONOASSORBENTE CON LECABLOCCO FONOLECA QUADRO 15X50X50

Dimensioni modulari	cm	15x50x50
Dimensioni nominali	cm	15x49x49
Densità del calcestruzzo	kg/m ³	850
Fonoassorbimento DL _α	dB	18 (classe A5)
Indice di fonoassorbimento acustico N.C.R.	-	0,90

IL SISTEMA COSTRUTTIVO UTILIZZATO



ATTIVITÀ FOTOCATALITICA DI NO_x SU LECABLOCCO FONOASSORBENTE FONOLECA QUADRO:

Campione	Indice di abbattimento [AR/%] a 60 min.	Giudizio attività fotocatalitica	Abbattimento NO _x /% a 60 min.	Attività fotocatalitica
FWI 51 (colore giallo Firenze)	78 ±3	Buona	<20	Nulla
FWI 54 (Colore basalto)	79 ±3	Buona	20-40	Scarsa
FWI 55 (colore giallo antico)	75 ±3	Buona	40-60	Media
FWI 60 (colore bianco)	84 ±1	Elevata	60-80	Buona
			>80	Elevata

I Lecablocco Fonoassorbente Fonoleca Quadro utilizzati hanno elevate caratteristiche di assorbimento dell'Ossido di Azoto sino all'84 % a 60 minuti per le porzioni di colore grigio chiaro. La superficie degli elementi, grazie alla conformazione delle rientranze tronco-coniche, eleva di circa 100% le prestazioni di assorbimento NO_x.



È stato, inoltre, impiegato un rivestimento fotocatalitico e fonoassorbente, sul tratto intermedio "aperto" della galleria della lunghezza di circa 60 metri, realizzato con cemento Bianco tecno 42,5 fotocatalitico della Italcementi e dai blocchi con forometrie tronco coniche Fonoleca Quadro, ottenendo sulla base delle prove eseguite un buon risultato visivo ed eccellenti prestazioni acustiche.

In particolare sono state riscontrate elevate capacità di assorbimento dell'ossido di azoto sino all'84% a 60 minuti per le parti aventi colorazione grigio chiara, senza tener conto che la superficie tronco-conica dei blocchi ha elevato ulteriormente (+ 100%) le prestazioni di assorbimento NO_x.

Al termine della galleria, tramite un sistema di tre rotonde a raso si percorre il tratto di via Stephenson fino alla porta Est di Expo. Tutti gli incroci e le rotonde sono arricchite da interventi di verde e arredo urbano, con piste ciclabili poste ai lati della nuova sede stradale.

L'opera è stata realizzata dalla MM Spa (Metropolitana Milanese) che ha affidato l'esecuzione della stessa all'Impresa Milesi Geom. Sergio S.r.l. di Gorlago (Bg).

I lavori sono durati circa 21 mesi e hanno impegnato in media ogni giorno oltre 150 maestranze.

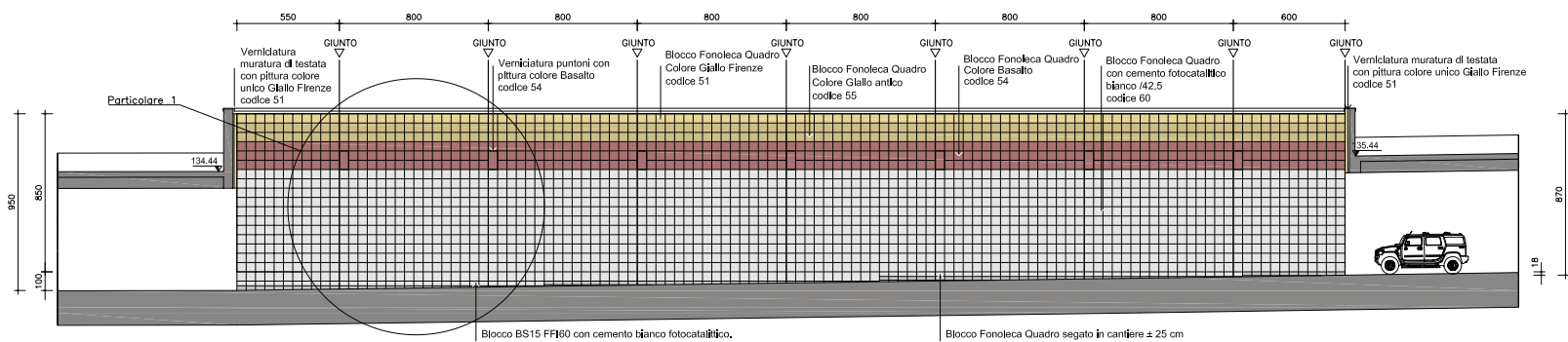
La nuova strada oltre a rappresentare il nuovo accesso preferenziale per i taxi, le navette, i mezzi di soccorso e di approvvigionamento per il sito espositivo risulterà, al termine della manifestazione EXPO 2015 un'opera funzionale e tangibile della città di Milano.

ing. Luigi Mori



Tappeto bituminoso fonoassorbente con argilla espansa

RIVESTIMENTO FONOASSORBENTE FONOLECA QUADRO
MURO LATERALE CARREGGIATE



TAPPETO BITUMINOSO FONOASSORBENTE CON ARGILLA ESPANSA LECA.

Il tappeto stradale bituminoso è stato realizzato con argilla espansa Leca all'interno del conglomerato bituminoso. La particolare struttura di Leca attenua il rumore riducendo sensibilmente la riflessione dell'onda acustica. Questa caratteristica dell'inerte, unita ad una curva granulometrica ben studiata, conferisce al conglomerato buoni valori di assorbimento acustico.

L'aderenza in un normale tappeto bituminoso è affidata alle caratteristiche di C. L. A. (coefficiente di levigabilità accelerata) degli inerti utilizzati. Non sempre questa caratteristica resta costante nel tempo a scapito della sicurezza. In pratica, dopo la spogliazione superficiale dal bitume, inizia in un tappeto il processo di lucidatura dell'inerte attraverso il contatto con il pneumatico. Questo fenomeno, dopo qualche mese di esercizio della strada, tende a ridurre l'aderenza. Il 10% in peso di Leca inserito nella miscela di un tappeto, garantisce nel tempo valori di C.A.T. (coefficiente attrito trasversale) di circa 60 ed una riduzione dello spazio di frenata dal 10 al 25% in rapporto alla velocità dell'automezzo.

Leca uniformemente distribuito nella miscela assicura valori di C. A. T. superiori ai minimi prescritti e per tutta la vita del tappeto, non solo, Leca può essere utilizzato per migliorare l'aderenza globale del tappeto quando in loco ci sono inerti a basse prestazioni.

Le tecniche di posa in opera per i conglomerati con Leca non differiscono da quelle comunemente adottate.

Efficienza energetica per la scuola elementare

ampliamento e ristrutturazione ad Acquaviva (San Marino)

Nel castello di Acquaviva, Repubblica di San Marino, sorge l'intervento di ristrutturazione e ampliamento della Scuola Elementare "Il Faro Bianco". L'intervento consiste nella ristrutturazione dell'intero edificio esistente, concepito negli anni Settanta, e nella costruzione di un nuovo edificio di ampliamento di circa 1400 mq complessivi per migliorarne la funzionalità e ampliare la disponibilità di aule e servizi correlati.

Il nuovo edificio si innesta a lato nord-est della scuola, area precedentemente adibita a verde non attrezzato, ed è strutturato in differenti parallelepipedi affiancati l'uno all'altro disposti lungo il percorso pedonale esistente che collega la scuola d'infanzia e le palestre.

I quattro parallelepipedi centrali sono perfettamente uguali e misurano 8.20 metri per 7.60 metri determinando così aule da circa 52 metri quadrati, mentre quelli alle estremità sono ruotati rispetto ai precedenti. Ogni parallelepipedo ospita le aule di insegnamento escluso il parallelepipedo ruotato disposto a est che contiene un laboratorio al piano terra e spogliatoi al piano inferiore.

I singoli blocchi sono collegati tra loro da un grande vano centrale di distribuzione illuminato da una grande vetrata curvilinea che segue l'andamento della fontana sulla quale ha l'affaccio principale. Tale vano si distingue architettonicamente per la differente scelta di rivestimento in colore bianco.

Il risparmio energetico è stato uno degli obiettivi che hanno determinato la scelta dei materiali costituenti e degli impianti utilizzati.

La muratura di tamponamento della struttura a telaio è in Lecabloc-co Bioclima Zero19t, blocchi preaccoppiati in calcestruzzo di argilla espansa Leca e isolante in polistirene espanso con grafite di 13.5 cm di spessore. La parete, in soli 36 cm più intonaci tradizionali, conferisce una trasmittanza termica di 0.19 W/m²K in un'unica fase di posa. L'isolamento acustico è invece la caratteristica fondamentale da rispettare per le pareti tra le differenti aule scolastiche. Per rispettare tali requisiti, è stato scelto di utilizzare una monoparete in Lecabloc-co Fonoisolante di 30 cm di spessore, intonacata ambo i lati per conferire alla parete un alto valore di fonoisolamento.

Impianti fotovoltaici e termici in copertura integrano gli impianti per un garantire un ottimo risparmio energetico.

Progetto architettonico e D.L.
arch. Sergio Casadei
Repubblica di San Marino

Impresa
SMS Costruzioni Generali SpA
Repubblica di San Marino

Progetto strutture
ing. Maurizio Marcaccini
Rimini

L'edificio esistente oggetto dell'intervento di ristrutturazione e ampliamento.





IL SISTEMA COSTRUTTIVO UTILIZZATO

MURATURA IN LECABLOCCO PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO.

Per le pareti esterne è stato scelto il Lecablocco Bioclima Zero19t da tamponamento, blocco preaccoppiato in calcestruzzo di argilla espansa Leca e polistirene espanso con grafite che permette di raggiungere una trasmittanza termica di 0,19 W/m²K con un'unica posa.

Per le pareti divisorie interne tra le aule scolastiche, invece, è stato scelto il Lecablocco Fonoisolante 30x20x25, parete monostrato ad alte performance acustiche (R_w = 56.9 dB).

Caratteristiche della muratura di tamponamento esterna in Lecablocco Bioclima Zero19t

Spessore nominale del blocco	cm	36
Trasmittanza termica U della parete intonacata	W/m ² K	0,19
Massa superficiale M _S della parete non intonacata	kg/m ²	230
Fattore di smorzamento f _a		0,162
Sfasamento S	h	13,9
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	W/m ² K	0,031

Caratteristiche della muratura divisoria tra le aule scolastiche in Lecablocco Fonoisolante 30x20x25

Spessore nominale del blocco	cm	30
Percentuale di foratura	%	30
Resistenza caratteristica a compressione f _{bk} del blocco nella direzione dei carichi verticali	N/mm ²	5
Isolamento acustico R _w	dB	56,9
Trasmittanza termica U della parete intonacata	W/m ² K	< 0,8



Parete esterna in Bioclima Zero.

Parete interna in Lecablocco Fonoisolante.



La Casa Mediterranea Classe A+

e la ventilazione estiva naturale



Progetto integrale e D.L.
Architettura, struttura, impianti
ing. Simone Mairo
Taranto

Collaudo statico in corso d'opera
ing. Luca Iacobellis

Costruzione
Edilizia
Edil SCA.PI srl
Cisternino (BR)

Impianti Termotecnici
Hydro System
Martina Franca (TA)

Impianti elettrici e speciali
N.D. Impanti
Taranto

La "CASA MEDITERRANEA A+" è stata realizzata in una zona residenziale pochi chilometri a sud di Taranto, città SPARTANA, culla della Magna Grecia molto prima che della monocultura siderurgica degli anni '60.

La villa monofamiliare in questione è stata progettata per offrire il massimo comfort in un clima in cui l'ESTATE dura più dell'INVERNO e in cui la corretta circolazione d'aria naturale è importante almeno quanto la coibentazione dell'involucro.

A queste latitudini lo studio dell'ombreggiamento delle superfici vetrate è molto più importante della maniacale correzione di improbabili "ponti termici".

In questa terra la CASA MEDITERRANEA è stata intesa come sintesi di TRADIZIONE, TECNOLOGIA ed EFFICIENZA a servizio del benessere e del risparmio energetico, libera da dogmi provenienti da altre latitudini.

La villa si sviluppa su una superficie complessiva di circa 90 mq utili su due livelli con tetto a singola falda orientata a Sud; Il progetto nasce da un attento studio dell'orientamento e della distribuzione degli ambienti e delle relative aperture finalizzato all'ottimizzazione dell'illuminazione naturale e dell'ombreggiamento estivo ottenuto con generose pensiline perimetrali.

L'involucro è stato realizzato in MURATURA PORTANTE ISOLANTE in grado di garantire elevata coibentazione e omogeneità delle superfici con eliminazione dei ponti termici determinati dalla presenza di pilastri e travi in conglomerato cementizio armato; il BIOCLIMA ZERO27p è un blocco multistrato in argilla espansa e polistirene ad alta densità con grafite in grado di fornire elevate prestazioni anche in regime estivo; la soluzione a sandwich con lo strato coibente "leggero" racchiuso tra strati di muratura massiva garantisce un'elevata inerzia termica complessiva evitando l'irraggiamento diretto dello strato coibente come avviene nel caso di rivestimento a semplice cappotto.

L'isolamento verso terra è garantito dalla presenza di un vespaio realizzato con argilla espansa TermoPiù e da un strato coibente di polistirene ad alta densità dello spessore di 6 cm sottopavimento. Particolare attenzione è stata posta nel collegamento degli infissi alla muratura; è stato appositamente progettato un cassonetto coibentato con spallette e quarto lato in grado di garantire l'assenza di qualsiasi ponte termico.

Gli infissi scelti sono in PVC realizzati con profili da mm 80 a tre guarnizioni, dotati di anta ribalta e sistema di microventilazione integrato.

L'utilizzo in copertura di un manto impermeabile BIANCO RIFLETTEnte ha consentito di ridurre drasticamente il surriscaldamento estivo.

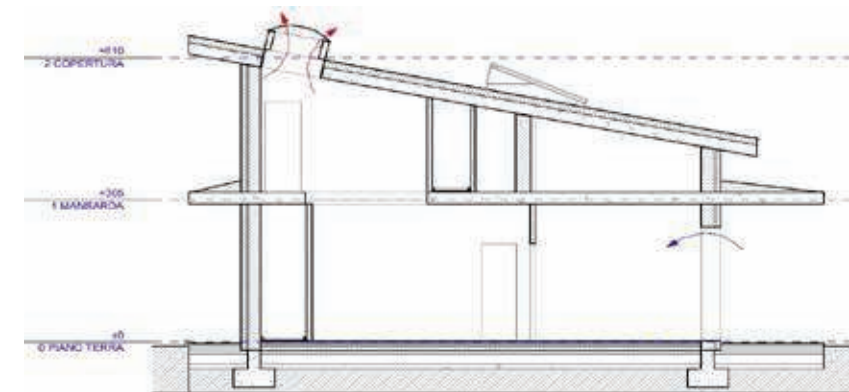
La corretta ventilazione naturale, fondamentale nei periodi estivi, è garantita dalla realizzazione di un "camino di ventilazione" grazie alla presenza di un cupolino posto nell'estremità superiore della copertura; l'apertura (controllata automaticamente) serale/notturna del cupolino consente l'espulsione dell'aria calda e il richiamo di aria fresca dalle aperture a "ribalta" degli infissi del piano terra. L'impianto di climatizzazione adottato, del tipo ad acqua (idronico), è composto da una pompa di calore esterna ad inverter NEXPOLAR 006 MN (potenza elettrica massima assorbita 1,90 kw), e da FAN-COIL interni incassati nel controsoffitto, dotati di ventilatori modulanti con tecnologia inverter (motori brushless).

La soluzione impiantistica adottata consente di ottenere una "risposta" immediata indispensabile per l'uso intermittente tipico del clima mediterraneo, garantendo allo stesso tempo massima efficienza, silenziosità e comfort grazie all'attenta progettazione delle bocchette di immissione e ripresa. L'acqua calda sanitaria viene prodotta da un pannello solare a circolazione naturale.

L'impianto antintrusione è basato su un sistema di barriere a infrarosso perfettamente integrato nelle spallette degli infissi tale da consentire la massima sicurezza senza compromettere l'estetica e la funzionalità delle aperture.

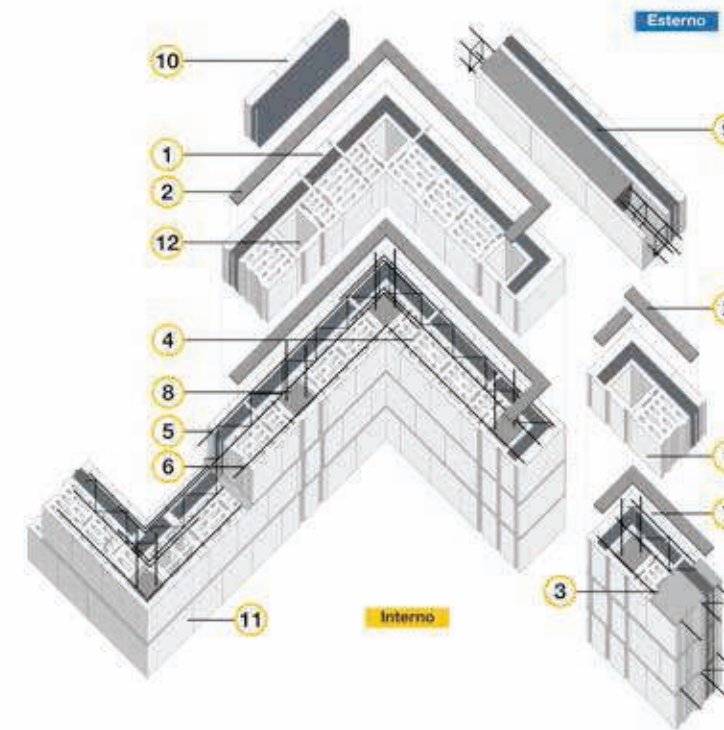
ing. Simone Mairo

SEZIONE CON DETTAGLIO DELLA VENTILAZIONE NATURALE.





IL SISTEMA COSTRUTTIVO UTILIZZATO



trasmissione
U=0,27
W/m²K

MURATURA PORTANTE ARMATA IN LECABLOCCO BIOCLIMA ZERO

Lecablocco Bioclima Zero è un blocco multistrato in calcestruzzo di argilla espansa Leca per pareti ad alto isolamento termico. Bioclima Zero27p permette la realizzazione di un vero e proprio sistema di muratura portante armata dotato di tutti i pezzi speciali necessari garantendo la continuità del pannello isolante con un'unica posa.

- 1 Lecablocco Bioclima Zero27p.
- 2 Striscia isolante adesiva da posizionare in ogni corso di malta orizzontale.
- 3 Malta di posa.
- 4 Tasca verticale da riempire con malta tipo M10.
- 5 Traliccio metallico tipo Murfor, da posizionare ogni 2 corsi.
- 6 Ferro ϕ 6 da posizionare ogni 2 corsi (murature armate in zona sismica).
- 7 Blocco PX38 Angolo.
- 8 Getto in calcestruzzo armato.
- 9 Architrave con getto in calcestruzzo armato.
- 10 Tavella isolata da posizionare in corrispondenza degli elementi in calcestruzzo (cordoli di solaio).
- 11 Blocco PX38 Angolo Interno.
- 12 Blocco PX38 Jolly.

Caratteristiche della muratura in Bioclima Zero27p

Spessore nominale del blocco	cm	38
Percentuale di foratura φ (parte portante)	%	30
Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} del blocco (parte portante) nella direzione dei carichi verticali	N/mm ²	5
Trasmittanza termica U della parete intonacata	W/m ² K	0,27
Massa superficiale M_s della parete non intonacata	kg/m ²	360
Fattore di smorzamento f_a		0,06
Sfasamento S	h	16,8
Trasmittanza termica periodica Y_{IE}	W/m ² K	0,016

Muratura armata con Lecablocco Bioclima Zero 27p.

Vespai isolato controterra con argilla espansa Termopiù.



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 Parati¹, Graziano Guerrato²

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

²ingegnere, 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

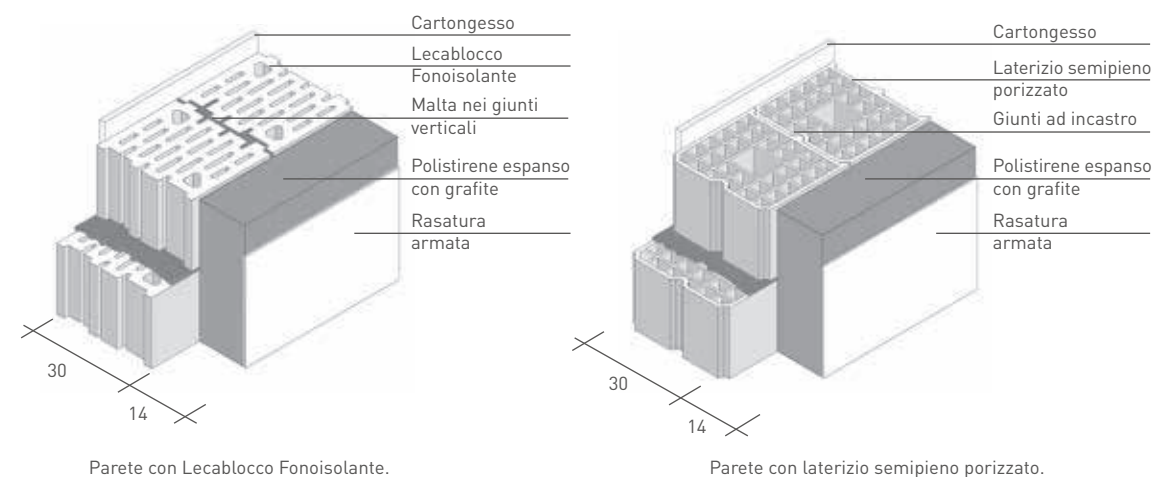
In un cantiere di Housing Sociale messo a disposizione da un'Impresa di costruzioni della Rete dBCHECK, di cui ANPEL è Partner, si sono eseguite misure in opera di isolamento acustico di facciata su pareti opache prive di serramenti. Obiettivo della sperimentazione era valutare il contributo di diverse 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 ($L \times P \times H$ 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;

ΔL_{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.

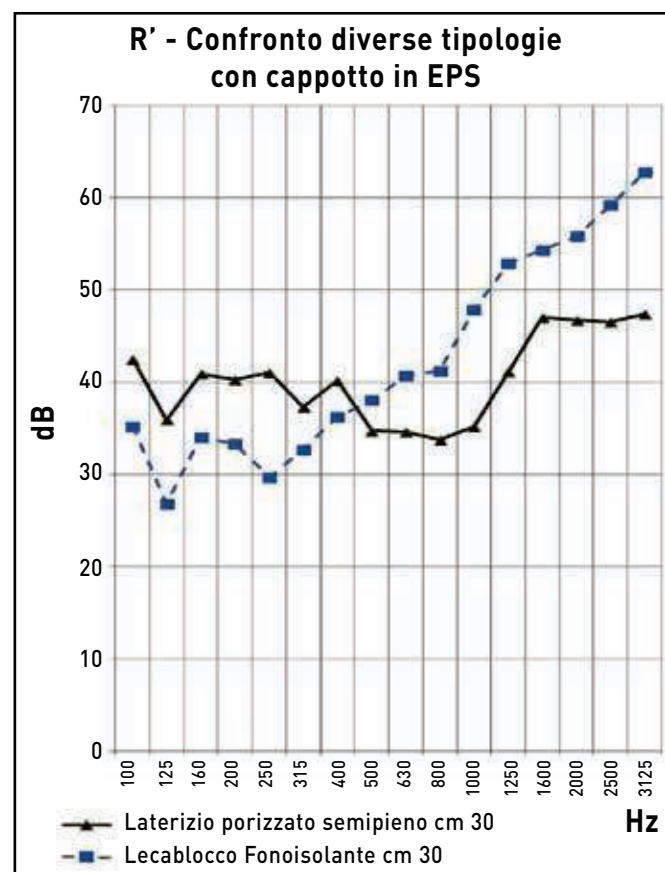


Figura 1: R' (in frequenza) - Confronto tra le due diverse tipologie costruttive.

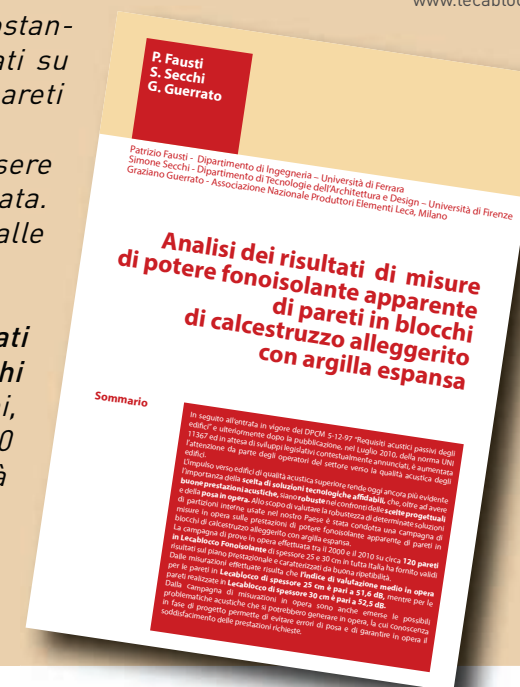
NOTA IMPORTANTE

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.



Scarica la monografia tecnica completa sull'affidabilità delle soluzioni in Lecablocco Fonoisolante su www.lecablocco.it

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.

Dati geometrici:	Volume	43 m ³
	Superficie	13,4 m ²
	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

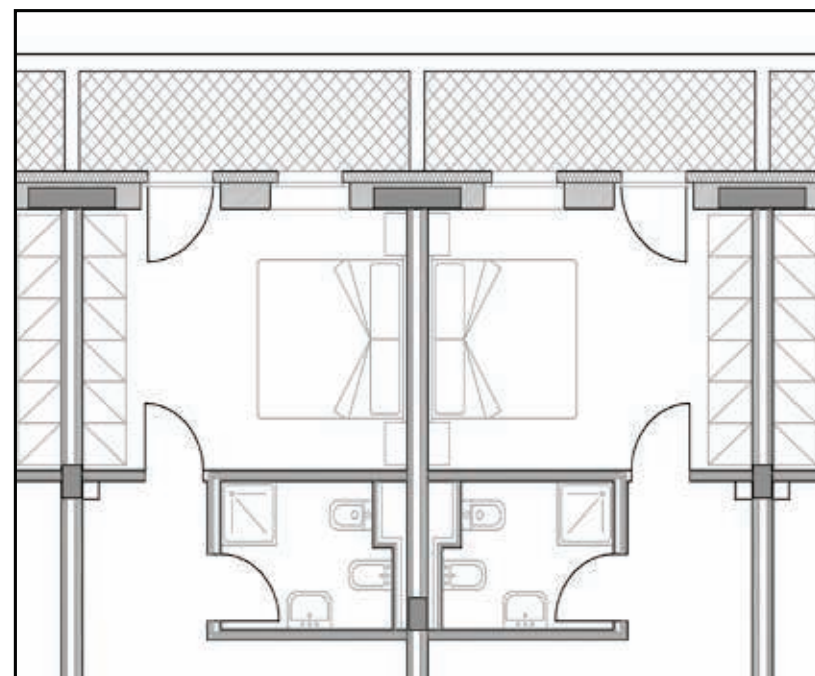


Figura 2: Pianta degli ambienti oggetto delle misurazioni.

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

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	43 (-1; -4)
Facciata opaca con Laterizio porizzato semipieno di spessore 30 cm	40 (-1; -3)

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 m² con rapporti aero-illuminanti minimi per i serramenti di 1/8 (vedi figure seguenti).

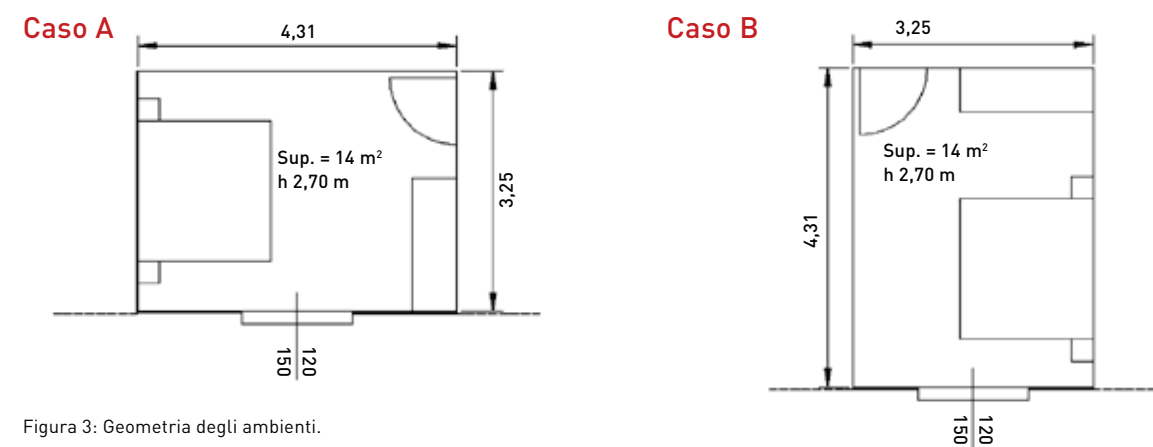


Figura 3: Geometria degli ambienti.

Dati geometrici fissi	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
Superficie della facciata		
Caso "A"	4,31 m x H 2,7 m	11,6 mq
Caso "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.

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

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

Caso "B"				
		Indice di Potere fonoisolante R_w del serramento		
Caratteristiche acustiche serramento R_w		38	41	47
Tipologie costruttive	Isolamento acustico $D_{2m,nTW}$ stimato per la facciata realizzata con Lecablocco Fonoisolante di spessore 30 cm	43	44	45
	Isolamento acustico $D_{2m,nTW}$ stimato per la facciata realizzata con Laterizio porizzato semipieno di spessore 30 cm	41	42	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: 2000¹ 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.

¹La 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).



Comportamento delle pareti di tamponamento sotto l'azione del sisma.

L'UTILIZZO DI ARMATURE ORIZZONTALI DIFFUSE PER LA LIMITAZIONE DEL DANNO.

AUTORE:

Andrea Penna

ingegnere, Università degli Studi di Pavia

Da tempo, le pareti di tamponamento in muratura costituiscono la soluzione più frequentemente adottata in Italia per la realizzazione dell'involucro esterno delle strutture residenziali e rappresentano un'opzione utilizzata anche nel caso di edifici industriali o artigianali. Questa scelta è legata ad una serie di indubbi vantaggi di questa soluzione costruttiva, quali l'economicità, la semplicità esecutiva e le prestazioni termiche e acustiche.

Negli edifici residenziali si tratta spesso di tamponature in muratura non armata generalmente abbinate a strutture realizzate con telai e/o pareti in calcestruzzo armato, mentre le grandi luci e altezze delle strutture industriali portano usualmente a progettare e realizzare pareti in muratura armata.

Gli eventi sismici che, anche in anni recenti, hanno colpito il nostro Paese (ad es. L'Aquila 2009, Emilia 2012) hanno messo in luce la notevole vulnerabilità di questi elementi, considerati, spesso a torto, come "non strutturali" e, quindi, non considerati adeguatamente nella progettazione. Nel caso di risposta sismica delle costruzioni questi elementi possono esibire alcuni comportamenti particolarmente sfavorevoli.

Nel caso di tamponature particolarmente "robuste", esse possono interferire con la risposta globale della struttura e, se disposte in modo irregolare (ad es. piano terra non tamponato), possono



Pareti di tamponamento lesionate in seguito al sisma de L'Aquila del 2009.

influenzare negativamente il comportamento strutturale concentrando il danneggiamento in punti sfavorevoli.

Se soggette a deformazioni nel piano, le tamponature tendono a danneggiarsi precocemente per taglio, con fessurazioni gravi per livelli di deformazione modesti se confrontati con le capacità di spostamento della struttura a telaio. Le pareti danneggiate nel piano risultano più vulnerabili ad azioni dirette perpendicolarmente al loro piano: in molti casi si sono osservati collassi di pareti ai piani bassi delle costruzioni ovvero dove era maggiore il danneggiamento nel piano.

Il danneggiamento osservato negli edifici con tamponamenti in muratura è stato in molti casi ritenuto inaccettabile benché associato ad elementi non strutturali e, quindi, in qualche modo atteso per eventi relativamente severi. **Il danno ai tamponamenti può rappresentare una causa di pericolo per le vite umane (all'interno e all'esterno dell'edificio), comporta l'inagibilità almeno temporanea della costruzione oltre che un danno economico diretto** (Suçuoğlu, 2013).

In questo quadro si comprendono le attenzioni delle Norme Tecniche (sia nella versione 2008 sia nelle proposte di revisione) alle soluzioni che limitino la danneggiabilità dei tamponamenti. Tra queste si segnalano due opposte strategie: l'una che mira a svincolare il tamponamento dal telaio e, quindi, a fare in modo che non risenta della deformazione della struttura e l'altra finalizzata ad incrementare la capacità deformativa del pannello, ovvero a ridurre il danno al pannello di tamponamento a parità di deformazione imposta.

Nella prima strategia vengono realizzati dei giunti di separazione tra tamponatura e telaio, che proteggono il pannello murario da danni dovuti all'interazione con il telaio e che richiedono però accorgimenti specifici per l'isolamento termico e acustico, così come soluzioni tecniche atte a limitare la vulnerabilità fuori piano.

Nel secondo caso, per limitare il danno al tamponamento si può inserire dell'armatura orizzontale nei letti di malta, in barre o ancor meglio a traliccio. L'armatura prefabbricata a traliccio ha infatti diversi vantaggi: garantisce una distanza costante e il parallelismo tra le barre (o piatti) correnti, ha in generale lunghezze di ancoraggio ridotte e può essere utilizzata anche nel caso di pareti doppie con cavità interne per accoppiarne il comportamento nel piano e fuori piano.

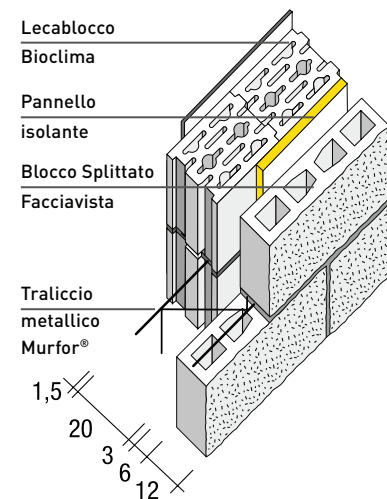


Edificio lesionato in seguito al sisma de L'Aquila del 2009.

L'utilizzo di armature orizzontali diffuse in basse percentuali è molto efficace nella limitazione delle fessurazioni. Sperimentazioni condotte presso l'Università di Pavia (Calvi e Bolognini, 2001) e la Fondazione EUCENTRE (Penna et al., 2007) su diverse tipologie di murature tamponamento hanno mostrato come l'inserimento di quantità di armatura anche modeste permetta di incrementare notevolmente la capacità di spostamento dei pannelli, senza alterarne la rigidità iniziale, la resistenza massima e, soprattutto, senza attivare interazioni negative con gli elementi del telaio in calcestruzzo armato. Nelle prove effettuate non sono state realizzate connessioni specifiche o ancoraggi dell'armatura orizzontale nei pilastri del telaio. Si ritiene, infatti, che questa pratica, per quanto comunemente utilizzata anche con soluzioni tecniche "a posteriori" (dopo la maturazione del calcestruzzo del pilastro), abbia in realtà un'efficacia limitata, ponendo invece notevoli problemi esecutivi e di durabilità. Le Norme Tecniche 2008, peraltro, incentivano questo tipo di soluzione, consentendo in questi casi di omettere una verifica esplicita della stabilità della parete di tamponamento nei riguardi del ribaltamento fuori piano, verifica invece richiesta nel caso di pareti non armate.

Ottimo comportamento di un edificio con tamponature in Lecablocco in seguito al sisma de L'Aquila del 2009.

Schema della muratura di tamponamento con Lecablocco Bioclima e blocco Splittato Facciavista



Esempio di edificio situato a Colle di Roio (AQ) con murature di tamponamento doppie come mostrato in figura che non ha subito lesioni in seguito all'evento calamitoso. L'immagine è successiva al terremoto del 6 aprile.

Bibliografia

- Calvi G.M., Bolognini D. (2001). Seismic response of reinforced concrete frames infilled with weakly reinforced masonry panels, *Journal of Earthquake Engineering*, 5 (2): 153-185.
- Penna A., Calvi G.M., Bolognini D., 2007, Design of masonry structures with bed joint reinforcement, Intl. Seminar "Paredes de Alvenaria. Inovação e possibilidades actuais" 15 novembre 2007, LNEC Lisbona.
- Suçuoğlu H. (2013) Implications of masonry infill and partition damage in performance perception in residential buildings after a moderate earthquake, *Earthquake Spectra*, 29 (2): 661-667.

Murfor® Per la solidità del muro



La nostra casa è sicura.

La solidità dei muri nasce dalla scelta di Murfor®.

Murfor® è un'armatura per muratura che elimina gli effetti del ritiro, delle vibrazioni, degli assestamenti. E' particolarmente adatto nelle zone ritenute a rischio sismico. Murfor® è una risorsa, sia economica che estetica; i progettisti hanno infatti la possibilità di sviluppare nuove creatività come, per esempio, murature con giunti sfalsati, muri doppi e facciate a vista. Murfor® è certificato CE. Ordinanza n.3431 del 03-05-2005.

Presidenza del Consiglio dei Ministri, Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici.

Murfor® è un prodotto Leon Bekaert

Leon Bekaert S.p.A. - G. Fantoli, 11/2 - 20138 Milano - Tel. 02 484 81 201 - Fax 02 484 90 141 - pierpaolo.fumagalli@bekaert.com

www.bekaert.com/masonry-reinforcement

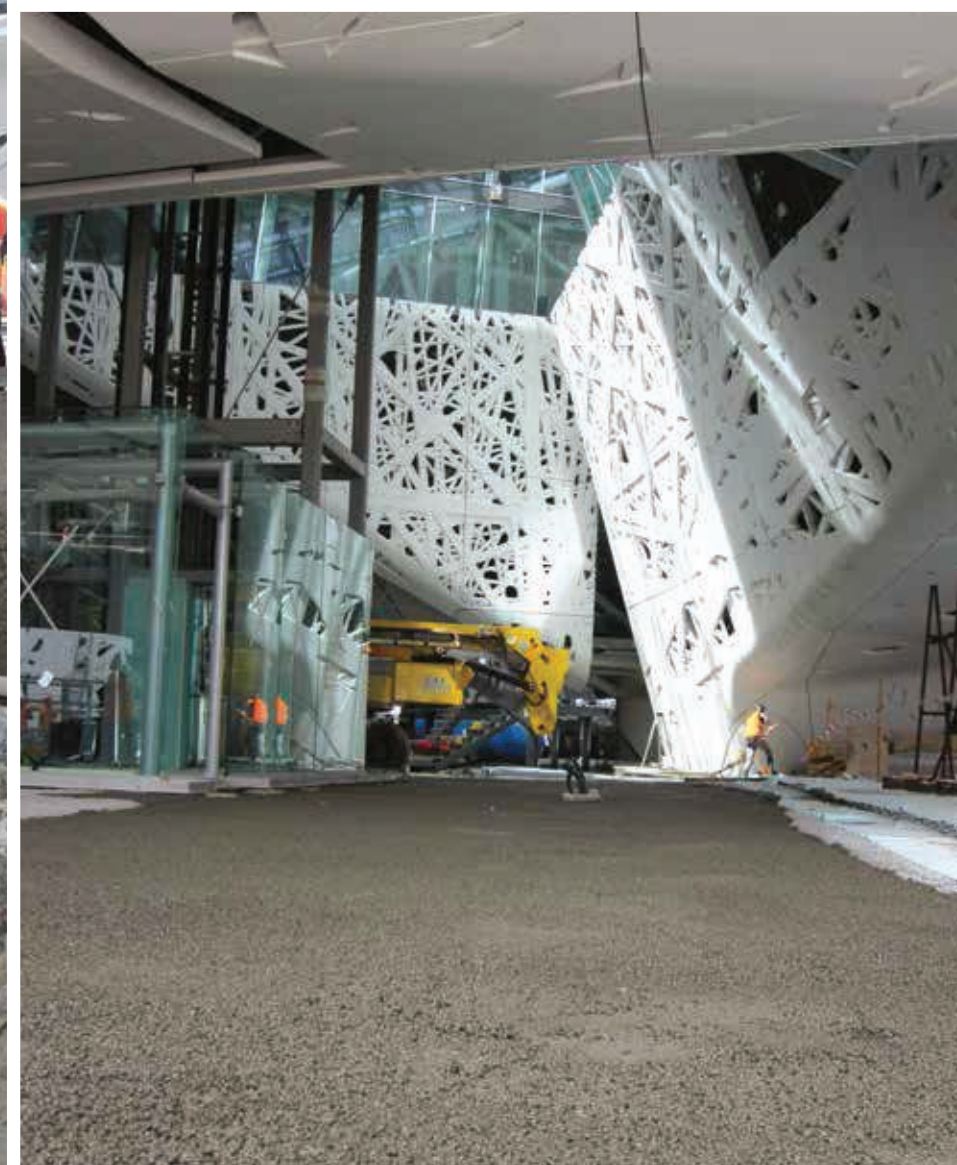
L'argilla espansa Leca tra le eccellenze del sistema al padiglione Italia ad Expo 2015

Simbolo del nostro paese all'EXPO 2015 e contenitore delle sue eccellenze, il Padiglione Italia è un concentrato di design e soluzioni frutto del know-how nazionale. Fra queste un gioiello "senza tempo" della parure Laterlite: Lecacem Classic, il premiscelato ormai un "classico" per la realizzazione di sottofondi ad alta resistenza.

Con l'inaugurazione di EXPO 2015, l'Italia sarà fino al prossimo ottobre al centro del mondo. Un evento di grande prestigio, che il nostro paese ha affrontato mettendo in campo tutte le sue eccellenze non solo nel settore alimentare, tema conduttore della manifestazione, ma anche in quello della tecnologia e del design. A dimostrarlo è la casa che le ospiterà: il Padiglione Italia, una struttura di 13.000 m² distribuita su sei livelli per 35 m d'altezza, avvolta da una ideale "foresta urbana" ottenuta collocando 900 pannelli uno diverso dall'altro a comporre un albero che libera rami e chioma verso l'alto. Un'architettura ardita, concepita dallo studio Nemesi & Partners, ma che contiene anche tantissima tecnologia dell'acciaio, del vetro e del calcestruzzo. E alla sua base Lecacem Classic, una delle soluzioni sviluppate da Laterlite per la realizzazione di sottofondi di compensazione ad alta resistenza.

Per l'architettura di Palazzo Italia lo studio Nemesi è partito dall'idea di coesione, intesa come forza di attrazione che genera un senso di comunità e di appartenenza. L'energia della comunità è rappresentata dalla piazza interna; cuore simbolico e partenza del percorso espositivo, riunisce attorno a sé i quattro volumi che danno forma a Palazzo Italia e ospitano rispettivamente la zona Espositiva (Blocco Ovest), la zona Auditorium-Eventi (Blocco Sud), la zona Uffici di Rappresentanza (Blocco Nord) e la zona Sale Conferenze-Meeting (Blocco Est). L'involucro, un'ideale foresta di grandi alberi, presenta degli appoggi massivi a terra che simulano grandi radici che affondano nel terreno; gli stessi volumi, visti dalla piazza interna, aprendosi e allungandosi verso l'alto si liberano come chiome attraverso la grande copertura vetrata.

Palazzo Italia è stato progettato in un'ottica sostenibile e concepito come



edificio a energia quasi zero. A copertura di Palazzo Italia, Nemesi ha progettato una "vela" dal design innovativo che interpreta l'immagine della chioma di una foresta; caratterizzata da vetro fotovoltaico e da campiture geometriche per lo più quadrangolari, sia piane che curve, assieme all'involucro ramificato dell'edificio è espressione d'innovazione sia in termini di progettazione che di tecnologia.

La realizzazione dell'ampia superficie della piazza interna ha richiesto preventivamente l'esecuzione di un sottofondo di regolarizzazione al fine di uniformarne le quote e conferire le corrette pendenze. Oltre a consentire l'esecuzione di getti in alti spessori, variabili da 20 a 40 cm circa, il prodotto da utilizzare avrebbe inoltre dovuto garantire adeguate caratteristiche meccaniche e di incomprimibilità nel tempo onde assicurare la resistenza della pavimentazione alle sollecitazioni. In più, le particolarità logistiche del cantiere e i forti vincoli temporali dell'intervento rendevano impossibile l'esecuzione del sottofondo in un unico getto, obbligando l'impresa esecutrice a procedere per piccoli lotti.

Tali problematiche sono state brillantemente risolte grazie all'utilizzo di uno dei prodotti Laterlite di maggiore successo, il premiscelato leggero e isolante a rapida asciugatura Lecacem Classic, sviluppato da Laterlite per strati di isolamento-alleggerimento di sottofondi anche ad alto spessore. Il suo basso coefficiente di conducibilità termica certificato (0,134 W/mK) garantisce un elevato potere isolante con conseguenti risparmi energetici, mentre l'ottima resistenza alla compressione (25 kg/cm²) ne consente l'utilizzo anche per gli impieghi più gravosi; al tempo stesso, la sua leggerezza e l'eccezionale rapidità di asciugatura (soli 7 giorni) ne fanno una soluzione di grande praticità anche sotto il profilo esecutivo.

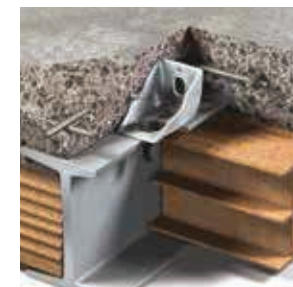
In questa particolare occasione, i 700 m³ della fornitura complessiva sono stati posti in opera per campiture progressive, definite in base allo stato di avanzamento delle lavorazioni di cantiere. La rapida asciugatura e l'elevata resistenza meccanica del prodotto a breve stagionatura hanno consentito una efficace gestione del programma dei lavori; al tempo stesso, il confezionamento del prodotto in sacchi ha notevolmente facilitato anche la logistica delle operazioni, aspetto particolarmente importante alla luce delle caratteristiche del cantiere. Le doti di Lecacem Classic hanno così contribuito al rapido completamento dei lavori, in tempo utile per l'inaugurazione della manifestazione, e posizionando a pieno titolo Laterlite tra le eccellenze dell'Italia a EXPO 2015.



Sistema di **consolidamento** di **solai** in legno, acciaio e calcestruzzo.

L'unione fa il rinforzo.

Connettori **CentroStorico** e Calcestruzzi **strutturali Leca**.
Più **sicurezza sismica**, più **qualità** abitativa, più **valore** dell'immobile.



Con il sistema di consolidamento CentroStorico si ottiene una soletta mista collaborante e leggera in grado di migliorare il comportamento statico e sismico senza gravare sulle murature.

Da Laterlite il sistema di consolidamento CentroStorico: semplice, sicuro e certificato.
Scopri tutto su www.centrostorico.eu

Leca
soluzioni leggere e isolanti
Laterlite

Connettore
CentroStorico