

The cover of the magazine 'metro cubo' features a photograph of a building's exterior. On the left, there is a large window with a white frame and blue-tinted glass. The rest of the cover is dominated by a grey brick wall with white horizontal decorative elements. The magazine title 'metro cubo' is printed in white at the top, with 'cubo' partially obscured by a red rectangular graphic. The number '102' is printed in white on this red graphic. Two text blocks are positioned on the right side of the cover, providing information about the featured project and the magazine's content.

metro cubo

102

**Aeroporto di Cuneo**  
Architettura verso il cielo

**Elementi**  
Verifica di edifici in muratura  
ordinaria e armata  
in Lecablocco

**direzione**

Via Correggio, 3 - 20149 Milano  
Autorizzazione Tribunale di Milano  
n° 599 del 30/12/83  
Iscrizione al Registro Nazionale Stampe  
richiesta il 26/1/98

**editore**

Associazione CIMEL  
S.S. Pontebbana km 98  
33098 Valvasone - Pordenone

**direttore responsabile**

Franco Giovannini

**comitato di redazione**

Franco Giovannini  
Michela Gariboldi  
Graziano Guerrato  
Giuseppe Parenti  
Luigi Pinchetti  
Giulio Zanon

**segreteria di redazione**

Massimo Bertani

**progetto grafico**

Marina Del Cinque

**fotografia**

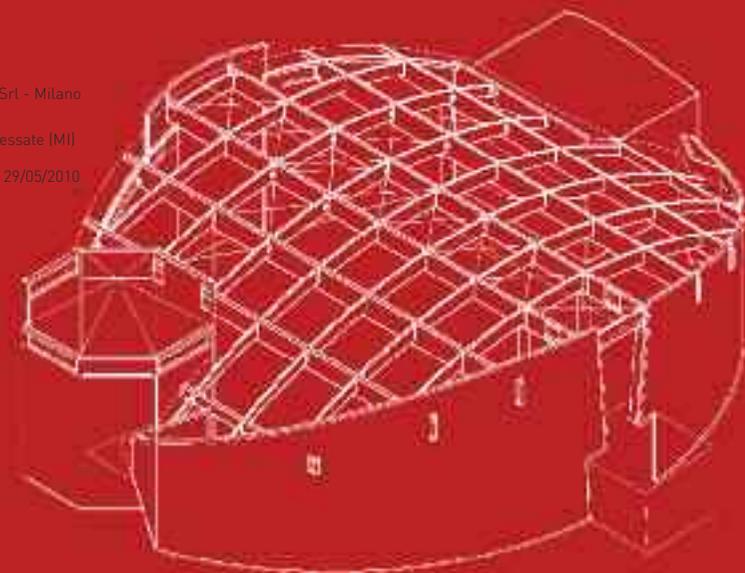
Massimo Bertani  
Aurelio Pantanali

**fotolito**

Pan Image World Srl - Milano

**stampa**

Isabel Litografia - Gessate (MI)  
Prezzo € 0,80  
Finito di stampare il 29/05/2010



<b>Aeroporto di Cuneo</b>	<b>4</b>
<b>Sottopasso a prova di rumore</b>	<b>10</b>
<b>S. Maria Assunta della Migliarina</b>	<b>14</b>
<b>Alle pendici del Vulture</b>	<b>18</b>
<b>San Luka Evangelista</b>	<b>22</b>
<b>Residence Miljunka</b>	<b>26</b>
<b>Non solo Chiesa ad Ancona</b>	<b>30</b>
<b>Elementi: Verifica di edifici in muratura ordinaria e armata in Lecablocco</b>	<b>32</b>



visita il nuovo sito [www.metrocuboweb.it](http://www.metrocuboweb.it)

# Aeroporto di Cuneo

architettura verso il cielo

La società di gestione ha voluto un'aerostazione il cui disegno volesse rappresentare questa volontà di cambiamento. Si è pensato ad un Aeroporto come la "Porta delle Alpi del Mare" verso l'Europa.

La forma architettonica definitiva, realizzata dall'Arch. Gianni Arnaudo di Cuneo, su una struttura della "Tecnoengineering 2C" - Ing. Carlo Criscuolo, ricorda vagamente l'idea di un veliero adagiato su una splendida pianura a cui fa da sfondo la scenografia della cerchia delle Alpi Marittime.

I materiali impiegati sono relativamente semplici, ma è l'aspetto poetico di tutto l'insieme architettonico che rende straordinario questo progetto: l'accostamento di materiali e forme creando strisce orizzontali, superfici curve, alternanza di "pieni" e di "vuoti", di opacità e di trasparenze, definendo quell'idea di immaterialità o, meglio, quella ricerca di "smaterializzazione" che sta alla base del linguaggio dell'architetto.



## Progetto

Studio arch. Gianni Arnaudo  
Tecno Engineering - Cuneo  
Direzione Lavori  
Tecno Engineering - Cuneo

## Committente

Aeroporto Torino - Cuneo - Levaldigi  
Geac S.p.A. Soc. di Gestione

## Fotografia

Giuseppe Cella  
Studio arch. Gianni Arnaudo



Il complesso si distingue, nelle intenzioni dell'Amministrazione, anche per l'uso che la sua forma consente: esso potrà diventare un'area polifunzionale offrendo, oltre alle consuete destinazioni di tipo aeroportuale, spazi espositivi e culturali, aree per l'enogastronomia e promozione dei prodotti tipici dei luoghi, ma anche ambienti per la cultura adatti a mostre, dibattiti, incontri e conferenze.

L'utilizzo molto esteso del blocco facciavista splittato è stata una scelta intenzionale non solo per le caratteristiche tecnologiche del manufatto e per la sua flessibilità rispetto ad analoghi materiali da costruzione, ma quasi come per una sfida per riuscire a dimostrare che un tipo di finitura apparentemente semplice e già largamente utilizzata per altri settori in campo edilizio, possa essere impiegata in un luogo dove forma, proporzioni, finiture ed eleganza devono costituire la caratteristica dello spazio d'ingresso, della "porta" di una Provincia.









**TAXI**



# Murfor®

Per la solidità del muro.



LIV. C/0356 P.11/11/11/2015

## 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 9-5-2006. 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. - Via Copernico, 54 - 20090 Trezzano S/N (MI) - Tel. 02.48461209 - Fax 02.48490141 - [www.bekaert.com/building/masonry](http://www.bekaert.com/building/masonry)



# Sottopasso a prova di rumore

nuovo collegamento sotto la ferrovia

**Progetti redatti da**

Aesse - Autovie servizi spa  
Trieste

**Direttore tecnico**

ing. Giancarlo Chermetz

**Responsabile del progetto**

e del coordinamento ing. Luca Vittori

**Direttore dei lavori**

ing. Federico Franz  
Collaboratore geom. Bellini giuliano

**Coordinatore per la sicurezza**

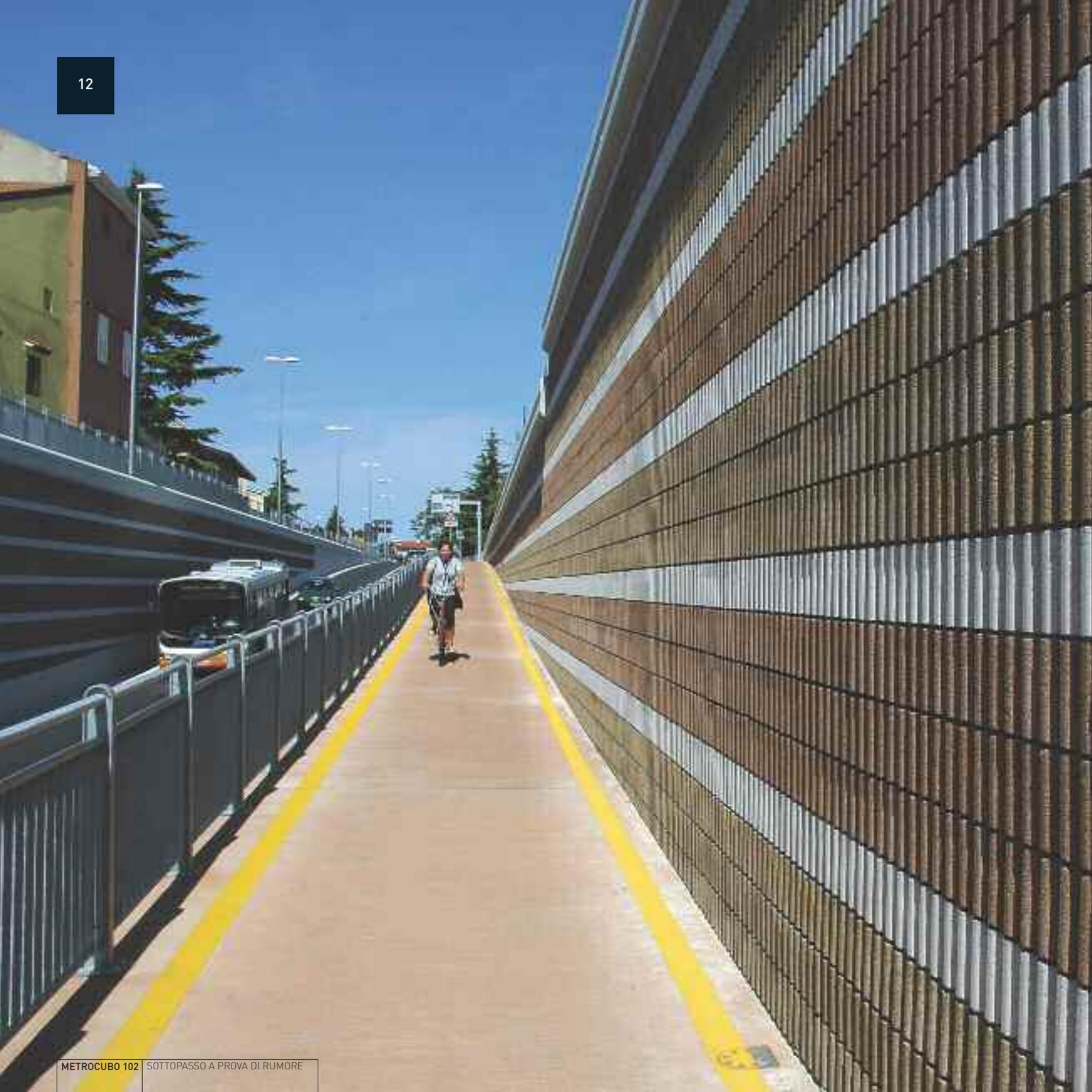
ing. Vittorio Bozzetto

**Ditta appaltatrice**

A.t.i. orizzontale  
I.co.p. s.p.a. - Basiliano (UD)  
I.c.i. s.c. a r.l. - Ronchi dei Legionari (GO)









Il sottopasso di San Polo e l'adiacente viabilità di connessione sono stati realizzati per eliminare due passaggi a livello localizzati tra i centri urbani di Monfalcone e Ronchi dei Legionari in Provincia di Gorizia. Tali pre-esistenze rappresentavano l'interferenza più evidente tra viabilità ordinaria e ferroviaria divenendo un'anacronistica e troppo penalizzante barriera tra porzioni di territorio.

L'area dell'intervento, prima del completamento dell'opera, era inoltre caratterizzata da una serie di problematiche che andavano dall'indiscriminato incremento del traffico dovuto allo sviluppo delle attività produttive e commerciali della zona, ad un'urbanizzazione non sempre coordinata con un'analisi globale del territorio e, per finire, all'assenza di un'adeguata infrastrutturazione primaria.

L'opera, completata nel maggio del 2009, ha tentato di dare un risposta definitiva a queste tematiche; per questa ragione, sia in fase progettuale che in fase realizzativa, oltre ad un attento esame degli aspetti prettamente ingegneristici delle esecuzioni, si è posta particolare attenzione nel valutare l'inserimento architettonico-urbanistico del opera sul territorio con lo scopo di una riqualificazione generale del quartiere. In quest'ottica sono stati presi in esame tutti quegli elementi che mirano al miglioramento qualitativo del contesto urbano: illuminazione pubblica a basso inquinamento luminoso e con regolatori di flusso, interrimento di tutte le reti elettriche e telefoniche, realizzazioni di marciapiedi e funzionali piste ciclabili, aree verdi di separazione tra viabilità e residenze, riduzione dell'inquinamento acustico, nonché ricerca e cura del dettaglio nella definizione di tutti gli elementi architettonici. Tra le varie scelte compiute una che ha trovato buona rispondenza e condivisione nel risultato finale è stata quella relativa all'utilizzo di specifici elementi leca per il rivestimento superficiale delle pareti del sottopasso.

I vantaggi di questa soluzione hanno comportato innanzitutto l'aumento della fonoassorbenza delle pareti e conseguentemente la non necessità di installare, a quota campagna, ulteriori onerose barriere sonore; accanto a ciò i blocchi sono risultati di facile assemblaggio garantendo, nel futuro, anche una economica e semplice manutenzione e/o sostituzione in caso di incidenti.

Ulteriore aspetto positivo è stata la notevolissima disponibilità di colori e tonalità nonché la possibilità di scelta tra diverse finiture che ha permesso un armonico e non impattante inserimento di quest'opera, a prevalente valenza ingegneristica, in un contesto prettamente residenziale.

La scelta dei colori caldi, a memoria delle tradizionali abitazioni in mattoni e del terreno da cui sono prodotti, si è facilmente inserita nel contesto architettonico del quartiere creando un gradevole cromatismo che distingue positivamente questa nuova realizzazione dalle altre simili, presenti nel contesto, in cui le grigie pareti di calcestruzzo non contribuiscono minimamente ad ingentilire i manufatti.

## S. Maria Assunta della Migliarina

Nuovo complesso parrocchiale a Viareggio



**Committente**  
Arcidiocesi di Lucca

**Progetto, Direzione Lavori, Sicurezza**  
arch. Maurizio Silva,  
arch. Virginia Martinelli,  
arch. Giorgio Ragghianti  
Luccastudio

**Progettazione strutture ed impianti**  
Studio Technè - ing. Massimo Bottega

**Imprese esecutrici**  
Opere edili: CAVANI CO.MO.TER srl  
Impiantistica elettrica: CO.GE.PI srl  
Impiantistica idraulica: ANGELO IMPIANTI  
Strutture in legno: HOLZBAU SPA  
Opere d'arte: M° MICHELE CARAFA  
e M° SARA PELLEGRINI

Opere svolte con contributo Fondazione Cassa di Risparmio di Lucca e "Fondi 8 per mille CEI"

La costruzione del nuovo complesso parrocchiale della Migliarina è avvenuta in corrispondenza di un vuoto urbano presente nel quartiere, delimitato su un lato dalla via della Gronda e dall'altro dalla presenza degli spazi pubblici adibiti a piazza e parco. Questa "assenza" di delimitazione è stata colmata in fase progettuale con il posizionamento di chiesa e locali parrocchiali, in modo che venisse definita una piazza urbana -il sagrato della chiesa- che divenisse il centro del quartiere, di per sé fino ad allora, indefinito ed impersonale.

Questo riassetto urbano, ha consentito di riqualificare la centralità del quartiere, identificando con il centro religioso il cuore di questa urbanizzazione della periferia di Viareggio. La presenza di questi spazi semi pubblici, ha garantito una nuova vitalità di iniziative che hanno sempre più collegato nel tempo la popolazione locale al proprio quartiere.

Le forme morbide della chiesa ellittica, contrapposte alla linearità dei locali parrocchiali, vengono unite tra loro dalla presenza del campanile, cerniera tra i due blocchi che diviene cesura ed unione al tempo stesso delle due presenze. L'impostazione data alla planimetria della chiesa, vede nell'altare il punto focale verso il quale convergono gli sguardi della comunità riunita in assem-

blea. Le opere d'arte realizzate per le definizioni dei fuochi liturgici, sono state appositamente ideate e realizzate congiuntamente alla progettazione della chiesa e sono state eseguite in Pietra di Matraia. Le porte bronzee sono in fase di lavorazione. La scelta dei materiali impiegati è ripresa dalle tradizioni locali, adeguandone l'uso alle nuove tecnologie applicate.

Il posizionamento sulla facciata principale della grande croce in acciaio Corten, risalta ancor di più sul prospetto curvilineo, composto nella sua pelle esteriore da blocchi dalla finitura splittata. Proprio l'utilizzo di questi elementi in diverse cromie e diverse finiture superficiali, oltre ai diversi spessori dettati dalle caratteristiche strutturali e dalle coibentazioni dell'immobile, ha consentito la suddivisione e il maggior risalto delle varie parti componenti il complesso parrocchiale, sia nei prospetti esterni, che nelle parti della chiesa interne che sono state lasciate a faccia vista.

I locali parrocchiali, divisi concettualmente ed architettonicamente in spazi serventi e spazi serviti, pongono la delimitazione del sagrato, realizzato con autobloccanti della linea Veleia, sul lato nord; la chiesa, a facciata asimmetrica, chiude il limite dello spazio definito ad Ovest, terminando con la cappella feriale e l'ingresso secondario sul confine ad est, lungo la via Bartoletti.







# Alle pendici del Vulture: terrazze e volumetrie articolate

per una residenza e studio professionale  
a Rionero in Vulture (PZ)

**Progetto preliminare**  
Studio Caputo & Repole  
Architetti associati  
Rionero in Vulture (PZ)

**Progetto esecutivo  
e Direzione Lavori**  
Gennaro Caputo, architetto

**Committente**  
Di Lucchio V. – Mutrone M.

**Strutture**  
Beniamino Valzer, ingegnere

**Esecuzione**  
Calabrese Donato & C. sas  
Impresa di costruzioni



Le finalità della rivista che ospita la pubblicazione di questa architettura richiedono un taglio particolare alle poche righe che accompagnano la medesima.

È opportuno, pertanto, porre l'accento sulle possibilità compositive ed espressive derivanti dall'impiego di un materiale particolare: il blocco architettonico a vista.

Ubicato all'interno di un lotto stretto e lungo, l'edificio presenta una sagoma d'ingombro allungata che ha consentito:

- configurare un fronte – strada in rapporto agli edifici preesistenti;
- di ottimizzare i caratteri distributivi in rapporto alle diverse destinazioni d'uso;
- caratterizzare l'immagine architettonica in rapporto alle ampie terrazze (intese come prolungamenti degli ambienti, adibiti a zona giorno, che vi prospettano) ed in rapporto all'articolazione volumetrica ed alla varietà dei materiali impiegati.

Distributivamente, in relazione al programma costruttivo, definito in base alle esigenze della committenza, l'edificio è articolato su quattro livelli.

Il primo, seminterrato, è per metà adibito ad archivio e sala riunioni per l'attività dello studio professionale, la restante parte è adibita ad autorimessa; il secondo livello, piano rialzato, è occupato, quasi interamente dallo studio professionale, nella restante parte è ricavato un mini – alloggio; il secondo e terzo livello, sono adibiti, entrambi, alla residenza, con un alloggio per piano.

I collegamenti verticali sono assicurati da una scala centrale con annesso ascensore.

In particolare, l'adozione della muratura a facciavista, è scaturita dalla necessità di assicurare, nel tempo, durabilità e permanenza, evitando sia i fenomeni di deterioramento, derivanti dalle difficili condizioni climatiche ed ambientali del sito, sia i fenomeni di obsolescenza.

Per il raggiungimento dell'obiettivo prefissato, la scelta del materiale da impiegare per le facciate, è ricaduta sui blocchi di calcestruzzo, sia per la qualità intrinseca degli elementi, sia per la versatilità e lavorabilità degli stessi, sia per l'agevole posa in opera che consente apprezzabili economie sul costo di costruzione, pur assicurando una complessiva qualità costruttiva ed architettonica, sia, infine, per l'ampia gamma tipologica disponibile, relativamente ai colori ed alle finiture.

Il colore dominante utilizzato è stato il "bianco Mediterraneo" levigato, impiegato per la quasi totalità delle superfici, mentre, per alcune parti (attacchi a terra, volumi angolari e volumi aggettanti, semplici setti murari di sbarramento, muretti di recinzione) è stato utilizzato il blocco splittato colore antracite, che, sia per l'aspetto cromatico, sia per la finitura superficiale, costituisce un richiamo alla locale pietra





vulcanica del Monte Vulture, diffusamente utilizzata in passato nel centro storico della città.

Il disegno dei prospetti è stato, pertanto, elaborato in rapporto al materiale prescelto: le stesse dimensioni delle aperture sono state definite in base al modulo dimensionale costituito dal blocco medesimo.

L'individuazione, duplice, dei blocchi (cromatica e superficiale), ha consentito di caratterizzare anche le facciate volumetricamente più semplici e meno articolate, così come ha consentito di armonizzare i blocchi ai parapetti delle fioriere in cemento armato a facciavista: ne è scaturita una composizione che rende l'immagine architettonica versatile a seconda dei punti di vista. Emerge, innanzi tutto, l'angolo nord-est, caratterizzato dall'ampia articolazione delle terrazze e delle volumetrie derivanti dalla presenza dei piani arretrati dell'edificio, con fioriere - parapetto (ad andamento inclinato per impedire l'affaccio al piano sottostante evitando l'introspezione e garantire, così, la privacy) che movimentano, arricchendola visivamente, l'immagine architettonica.

Per la facciata che prospetta sulla strada pubblica, si è puntato, invece, a regolarizzare il movimento e l'articolazione presenti su quella contigua, caratterizzandola, a sua volta, attraverso la composizione equilibrata dei pochi segni che la compongono: pensilina a protezione dell'ingresso principale, volumi e piani aggettanti, taglio diversificato delle aperture, setti murari in cemento armato, sempre a facciavista.

Soluzioni tecniche particolari, infine, sono state adottate per i setti murari ed i volumi a sbalzo.

Ancora più regolare, risulta la facciata ovest, prospettante sul parcheggio a servizio dello studio professionale, caratterizzata dal volume a tutta altezza in blocchi splittati antracite, a fianco del quale, a piano rialzato, è ubicato l'ingresso allo studio, mentre, ai piani superiori sono situati balconi incassati. L'angolo sud-est, prospettante sulla corte interna, è caratterizzato dai vassoi delle fioriere - parapetto e dall'andamento lineare dei parapetti dei balconi.

In conclusione, gli obiettivi prefissati, inerenti alla bontà della scelta operata, si ritengono sostanzialmente raggiunti: le economie sono state verificate in corso d'opera dal committente; la durabilità e permanenza sono attestate, attualmente, dalle condizioni in cui versano le facciate che sembrano non risentire dei quasi dieci anni di vita dell'edificio; relativamente all'immagine architettonica, aspetto di più difficile valutazione, ci si rimette al giudizio che ogni lettore potrà emettere secondo il proprio metro, secondo la propria cultura e sensibilità.



# San Luka Evangelista

sacralità ed estetica  
per una nuova chiesa a Zagabria

**Progetto**  
arch. Robert Kriznjak  
arch. Roman Vukoja

**Colaboratori**  
arch. Martina Kriznjak  
arch. Ana Iskra

**Impresa**  
TEAM d.d. Takovec

**Fotografo**  
Ivica Bralje

Nell'progetto della chiesa San Luka Evangelista a Travno, Zagabria, particolare attenzione è stata posta all'utilizzo della luce nell'architettura. I giochi di luce e di materiali hanno permesso di dare vita ed energia ad un edificio sobrio e semplice.

L'intento del progetto era di creare un connubio tra la sacralità degli spazi e un'estetica contemporanea, perciò durante la progettazione della facciata si è cercato un materiale ruvido che costituisse un forte contrasto con i cubi di vetro lisci riflettenti la luce, incastrati nel volume dell'edificio.

Volevamo usare un materiale poco costoso, ma allo stesso tempo differente da quelli utilizzati nell'edilizia residenziale tradizionale.

Dopo un attento esame della funzionalità ed estetica del materiale e la visita ad alcuni edifici a Zagabria e in Italia che vedono l'utilizzo di tale materiale ci siamo convinti della sua qualità.

Il blocco utilizzato è di dimensioni 20x50 cm, di colore Antracite, posato in verticale in modo da ottenere le nervature orizzontali.

Alla fine dei lavori, tutti sono rimasti entusiasti del nuovo materiale e del suo utilizzo nella costruzione della chiesa.









# Residence Miljunka

razionale funzionale  
per gli appassionati del mare e del relax

**Progetto e DL**  
arch. Vincenzo Catania  
Sant'Agata Militello (ME)

**Committente**  
Pri.S.Auto s.r.l.

**Impresa**  
F.lli Micciulla s.n.c.



Tutto il fascino della Costa Tirrenica in una struttura di nuova generazione, RESIDENCE MILJUNKA, è per tutti gli appassionati del mare e del relax situato in Sicilia.

Sul litorale di S. Agata Militello (Me), al centro tra lo splendido mare di fronte alle Isole Eolie ed il suggestivo Parco dei Nebrodi.

Si estende per oltre 3000 mq su tre livelli, è composto da due corpi di fabbrica uniti da un percorso pedonale coperto da cui si accede ai 43 appartamenti, dotati di tutti i confort.

Due di essi sono stati ideati e accessoriati per ricevere persone diversamente abili.

Sono a disposizione degli ospiti: un bar, una sala lettura e svago ed un ampio parcheggio



Fasi di posa della doppia parete  
con intercapedine isolata.  
Le tramezzature sono realizzate con  
Lecablocco Tramezza  
ad incastro e posa con colla a giunti sottili.





# Non solo Chiesa ad Ancona

Il complesso Parrocchiale  
San Giuseppe Moscati

La costruzione del complesso parrocchiale nasce dall'esigenza di inserire una nuova chiesa in un quartiere d'espansione del Comune di Ancona: il Monte Dago. Questo si sviluppa su di un territorio costituito da costanti dislivelli del terreno, intorno ai quali sono ordinate le costruzioni, dando alla vista da valle una suggestiva immagine scenografica. Il lotto destinato alla costruzione del complesso parrocchiale si trova fra due strade parallele, Via Tiraboschi e Via Sparapani, con una discreta pendenza del terreno.

Disegnato con l'intento di inserirsi nel contesto urbano e di relazionarsi con questo assecondando le geometrie esistenti, vuole tuttavia identificarsi con la sua specifica funzione ed essere quello che rappresenta: non casa fra le case o spazio di risulta fra gli assi viari, ma spazio architettonico capace di orientare e organizzare gli spazi esterni circostanti. Il progetto architettonico, anche per il rivestimento, distingue i diversi volumi ai fini della riconoscibilità e della valenza simbolica dei diversi edifici, ognuno per la sua funzione.

Con la riforma del Concilio Vaticano II le forme e funzioni dello spazio liturgico richiedono di essere ripensate con un'architettura sensibile alle esigenze dell'Assemblea che partecipa al rito, con forme essenziali finalizzate al solo uso della liturgia.

L'edificio Chiesa emerge dal complesso per l'accurato rivestimento delle superfici in muratura Lecablocco: candidi blocchi di calcestruzzo faccia a vista idrorepellenti, con superficie splittata, posati con malta idrofugata con giunti rasati che riflette un'immagine di superficie compatta, scabra ed irregolare, garantendo, inoltre, durabilità, affidabilità e assenza di manutenzione. I volumi complementari dell'Aula ecclesiale: la bussola, la cappella feriale, il percorso recinto e lo sperone del basamento, si distinguono per il rivestimento con Lecablocco rigato splittato color nocciola con giunto raso dello stesso colore.

Con l'alternanza di materiali fono-assorbenti come le pareti ruvide e porose dei blocchi splittati, e fono-riflettenti, come i rivestimenti lisci ed omogenei dei pavimenti, rivestiti con gres porcellanato, ed i pannelli in cartongesso liscio del controsoffitto, si raggiunge l'effetto acustico di un suono privo di riverberi.

Gli altri edifici del complesso: gli uffici, le aule, il salone parrocchiale e la casa canonica sono stati rivestiti con Lecablocco splittato color nocciola. Per l'isolamento termico delle pareti esterne di questi edifici è stato utilizzato il Lecablocco bioclima mentre per l'isolamento acustico fra le aule è stato utilizzato il fonoisolante.





**Progetto Architettonico e D.L.**  
Arch. Maria Grazia Mezza

**Progetto delle Strutture**  
ing. Piero Gregori

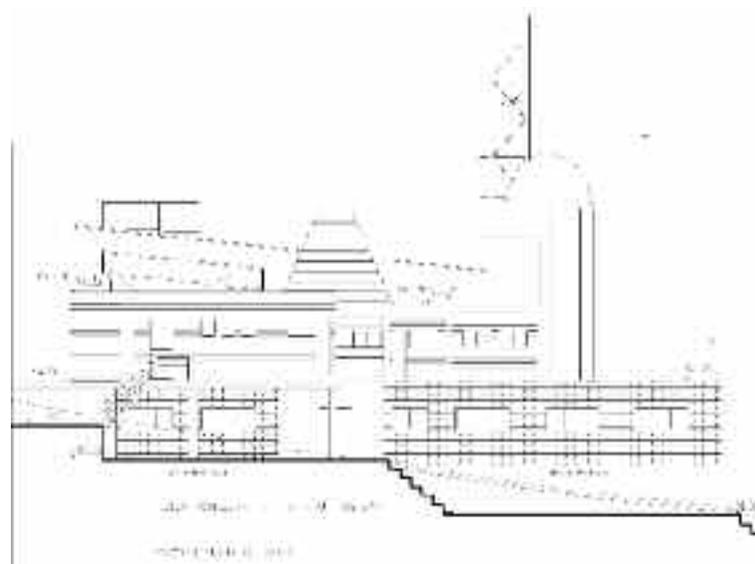
**Progetto degli Impianti**  
ing. Mario Procaccini

**Committente**  
Arcidiocesi di Ancona Osimo

**Impresa esecutrice del primo stralcio**  
ADANTI S.p.a.  
Bologna

**Impresa esecutrice del secondo stralcio**  
Impresa Fratelli Mammarella S.r.l.  
Vacri (Ch)

**Fotografia**  
Nino Martini  
Emanuele Vietri



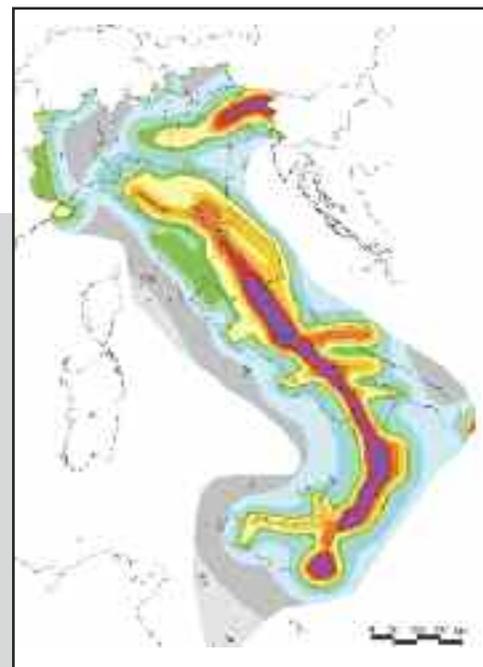


TECNOLOGIA  
DEI MATERIALI  
E  
STRUTTURE

**Tecnologia  
delle  
costruzioni**

# Verifica di edifici in muratura ordinaria e armata in Lecablocco

*Dalla collaborazione tra ANPEL  
ed Eucentre nasce un Volume tecnico  
avente come oggetto l'analisi sismica  
di edifici in muratura secondo  
le nuove Norme Tecniche.*



A cura di:  
Prof. Ing. Guido Magenes  
ing. Alessio Della Fontana  
EUCENTRE – Pavia

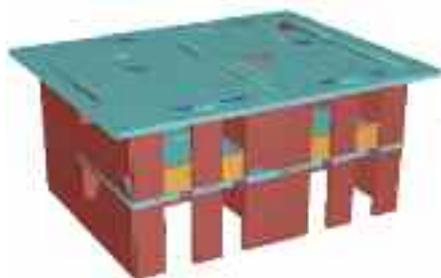
## **Analisi edifici in muratura ordinaria e armata**

Il libro “ Verifica di edifici in muratura ordinaria e armata con metodi di analisi statica lineare e non lineare”, realizzato dal prof. ing. Guido Magenes e dall'ing Alessio Della Fontana, nasce da una collaborazione tra ANPEL ed EUCENTRE ed ha come oggetto l'analisi sismica di alcuni edifici in muratura portante ordinaria e armata che riproducono esempi di edilizia corrente. Per ciascun edificio sono state eseguite analisi lineari a telaio equivalente ed analisi non lineari statiche equivalenti (“pushover”), secondo le metodologie recepite nelle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008). Per la soluzione delle analisi statiche non lineari è stato utilizzato il solutore SAM II, sviluppato presso l'Università di Pavia e presso EUCENTRE.

I risultati delle analisi evidenziano i vantaggi offerti dalla realizzazione di murature portanti armate. Il libro si configura come uno strumento utile ad evidenziare le prestazioni statiche, oltre che di isolamento termoacustico e di inerzia termica, offerte dalle murature in Lecablocco Bioclima Sismico.

### Verifica di edifici in muratura ordinaria e armata in Lecablocco

Rendering 3D della struttura analizzata.



Schema a telaio equivalente analizzato



## Obiettivo delle analisi sismiche

Lo scopo delle analisi eseguite è stato quello di determinare il massimo livello di azione sismica (intesa come accelerazione di picco al suolo e categoria di suolo) per il quale l'edificio è verificato, utilizzando le proprietà correnti dei materiali. L'intensità dell'azione sismica è stata fatta variare riferendosi ai livelli di accelerazione di picco al suolo, alle categorie di terreno ed alle forme spettrali previste dall'O.P.C.M 3274 e sue modifiche ed integrazioni (in particolare la O.P.C.M. 3431). Secondo tale approccio sono definiti quattro livelli di accelerazione di progetto su roccia (0.05g, 0.15g, 0.25g, 0.35g) e cinque principali categorie di suolo (A, B, C, D, E), che costituiscono gli elementi di base per la definizione degli spettri di progetto. Tali spettri rappresentano comunque forme spettrali compatibili con le principali tipologie di suolo, associate a diversi livelli di pericolosità sismica, e quindi i risultati delle analisi mantengono la loro significatività anche nel nuovo panorama normativo.

Gli edifici analizzati sono i seguenti (vedi abaco a pag. 40):

- Edifici "A1-A2" e "C": edifici con due piani fuori terra. Questi due edifici sono molto simili in quanto differiscono per la configurazione di una sola parete esterna;
- Edificio "B": edificio con un piano fuori terra;
- Edificio "D": edificio con due piani fuori terra con la presenza di elementi portanti non in muratura (pilastri in c.a.), in muratura ordinaria ("D1") e in muratura armata ("D2");
- Edificio "E": edificio con tre piani fuori terra.

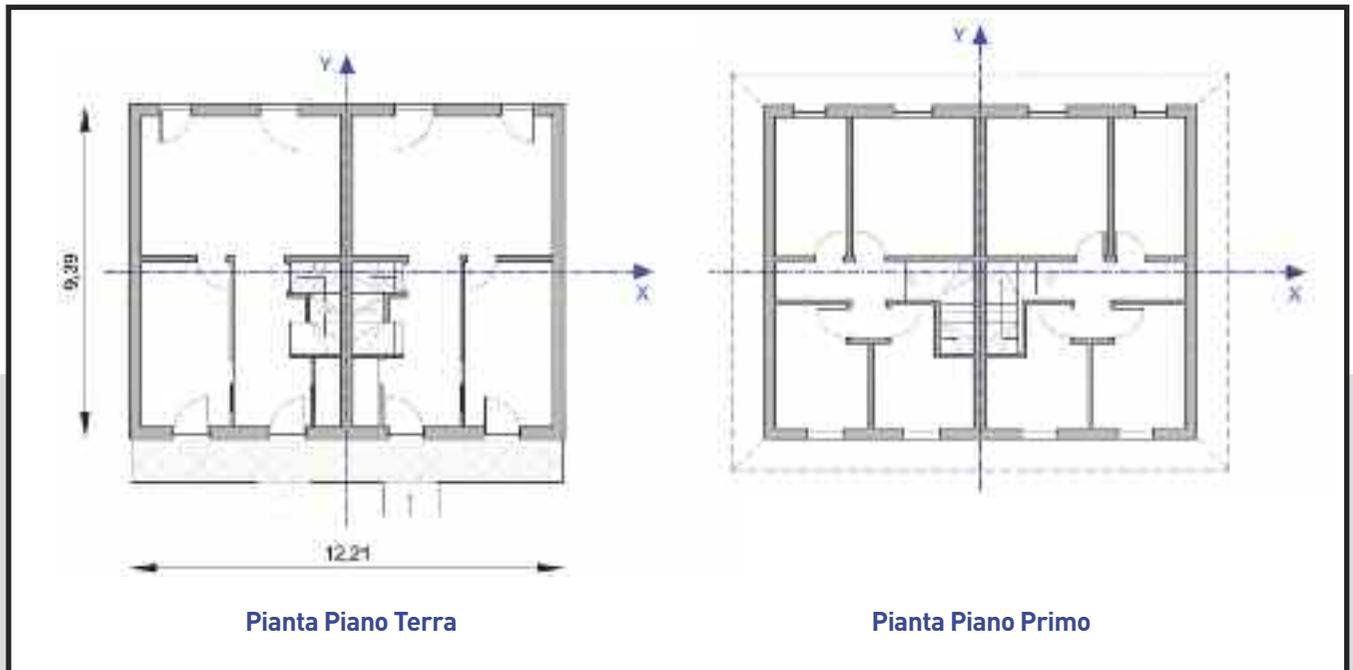
## Analisi edifici in muratura ordinaria e armata

Si riporta un estratto delle analisi condotte sugli edifici A1 e A2 aventi geometria identica, ma realizzati rispettivamente in muratura ordinaria e in muratura armata. In questo modo si evidenzieranno i vantaggi offerti dalla tecnologia della muratura armata per la verifica degli edifici nei confronti delle azioni sismiche.

L'edificio, adibito a civile abitazione, è costituito da un piano interrato in c.a. e da due piani fuori terra con struttura in muratura portante in Lecablocco Bioclima Sismico dello spessore di 25 cm. L'altezza d'interpiano è di circa 3 m.

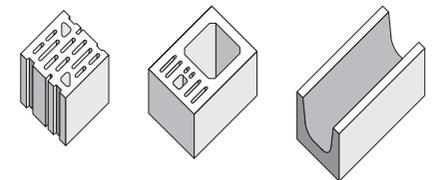
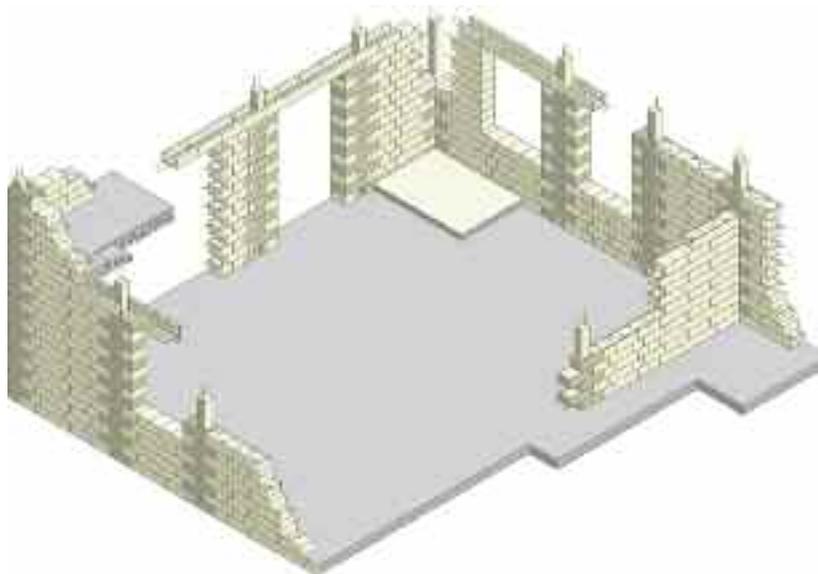
L'edificio è costituito da due appartamenti che si sviluppano su due piani. La pianta dell'edificio è approssimativamente rettangolare. Nelle figure riportate nel seguito si riportano le piante del piano terra e del piano.

I solai, di spessore 20+4 e perfettamente legati alle murature portanti, sono realizzati in latero-cemento gettati in opera. Ad ogni piano è realizzato un cordolo in c.a. all'intersezione tra solai e pareti, avente al-



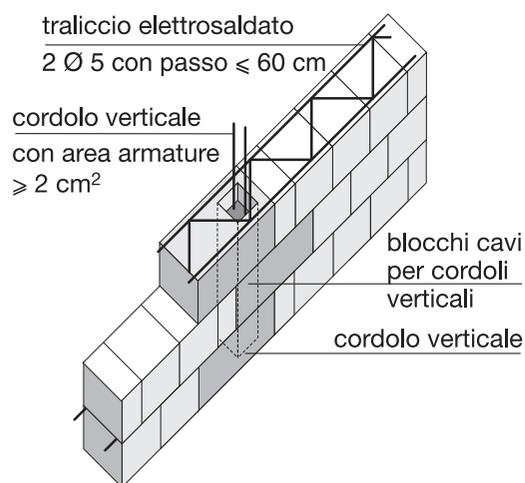
tezza pari a quella del solaio e armatura come da normativa.  
L'edificio presenta caratteristiche di regolarità in pianta ed in altezza.  
Sono inoltre rispettati tutti i requisiti ulteriori (per esempio spessore e snellezza dei muri,...) definiti dal DM 14/1/2008 per edifici in muratura ordinaria.

### **Schema di un edificio in muratura armata in Lecablocco Bioclima Sismico.**



Lecablocco Bioclima Sismico e pezzi speciali per murature armate (blocco pilastro per formazione cordoli verticali e blocco architrave)

## Verifica di edifici in muratura ordinaria e armata in Lecablocco



Prescrizioni minime per le armature verticali e orizzontali.

## Considerazioni sui risultati delle analisi

In questi edifici le verifiche con l'analisi lineare ha fornito risultati in linea con quanto prevedibile in base ai quantitativi di muratura riportati nella tabella 7.8.III delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008.

Per l'edificio in muratura ordinaria l'analisi non lineare consente di soddisfare le verifiche per valori di accelerazione al terreno che coprono completamente la Zona 3 e la Zona 2 con terreno tipo A.

Lo stesso edificio realizzato in muratura armata consente la verifica anche in tutta la Zona 1 con l'analisi statica non lineare. Per quanto riguarda l'analisi statica lineare, si fa presente che è possibile soddisfare anche la parte di Zona 1 non verificata. Ciò è possibile ricorrendo alla redistribuzione del taglio oppure incrementando l'armatura in quanto nelle analisi si è considerata la quantità minima prevista dalla normativa.

## Risultati analisi (lineare e non lineare) su edificio in muratura ordinaria

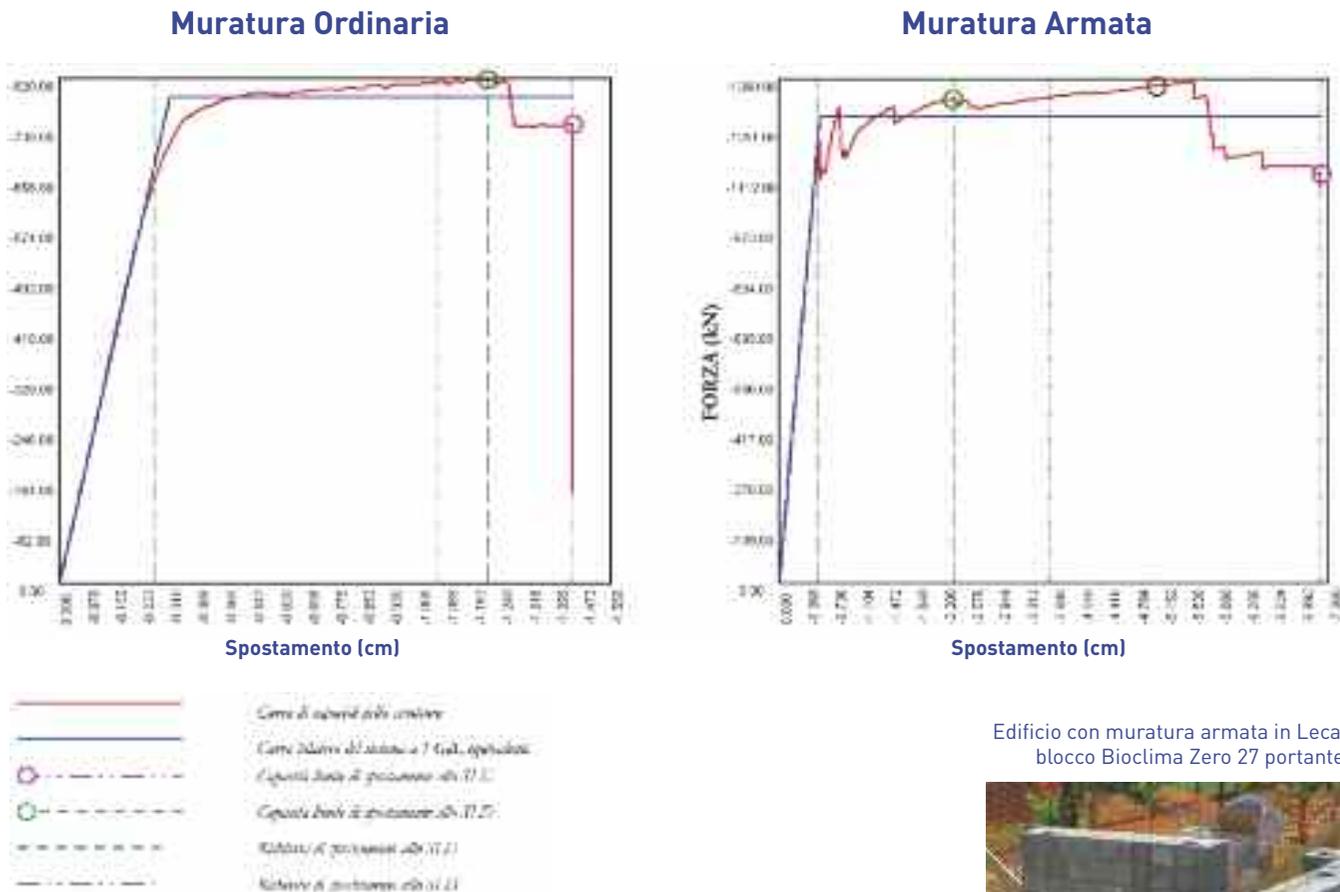
Zona Sismica	Categoria terreno	$a_g \cdot S_e$	Esito analisi statica lineare	Esito analisi statica non lineare
4	A	0,05	VERIFICATO	VERIFICATO
	B,C,E	0,06	VERIFICATO	VERIFICATO
	D	0,07	VERIFICATO	VERIFICATO
3	A	0,15	VERIFICATO	VERIFICATO
	B,C,E	0,19	VERIFICATO	VERIFICATO
	D	0,20	VERIFICATO	VERIFICATO
2	A	0,25	NON VERIFICATO	VERIFICATO
	B,C,E	0,31	NON VERIFICATO	NON VERIFICATO
	D	0,34	NON VERIFICATO	NON VERIFICATO
1	A	0,35	NON VERIFICATO	NON VERIFICATO
	B,C,E	0,44	NON VERIFICATO	NON VERIFICATO
	D	0,47	NON VERIFICATO	NON VERIFICATO

## Risultati analisi (lineare e non lineare) su edificio in muratura armata

Zona Sismica	Categoria terreno	$a_g \cdot S_e$	Esito analisi statica lineare	Esito analisi statica non lineare
4	A	0,05	VERIFICATO	VERIFICATO
	B,C,E	0,06	VERIFICATO	VERIFICATO
	D	0,07	VERIFICATO	VERIFICATO
3	A	0,15	VERIFICATO	VERIFICATO
	B,C,E	0,19	VERIFICATO	VERIFICATO
	D	0,20	VERIFICATO	VERIFICATO
2	A	0,25	VERIFICATO	VERIFICATO
	B,C,E	0,31	VERIFICATO	VERIFICATO
	D	0,34	VERIFICATO	VERIFICATO
1	A	0,35	VERIFICATO	VERIFICATO
	B,C,E	0,44	NON VERIFICATO	VERIFICATO
	D	0,47	NON VERIFICATO	VERIFICATO

## Confronto tra il comportamento della muratura ordinaria e della muratura armata

È interessante fare un confronto tra le curve forza-spostamento della stessa struttura realizzata in muratura ordinaria e in muratura armata. La figura seguente mette a confronto le curve di capacità di spostamento per le due soluzioni, entrambe riferite allo stesso tipo di forze orizzontali (direzione -X,  $e > 0$  e distribuzione delle forze "triangolare"), sia pure riferite a zone sismiche diverse e quindi non confrontabili per quanto riguarda la richiesta di spostamento ai due stati limite.



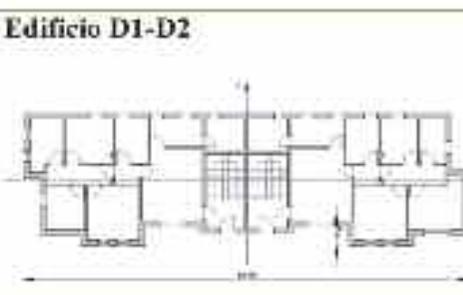
Edificio con muratura armata in Leca-blocco Bioclima Zero 27 portante.

Dal confronto delle curve di capacità di spostamento si può notare che lo spostamento ultimo nel caso di muratura ordinaria è pari a circa 1,4 cm, correlato ad una forza ( $0,7 F_{max}$ ) di circa 570 kN, mentre nel caso di muratura armata lo spostamento ultimo è superiore a 7 cm e correlato ad una forza ( $0,7 F_{max}$ ) pari a circa 970 kN.

In questa analisi è quindi evidente la duttilità decisamente maggiore offerta dalla soluzione a muratura armata.



Abaco degli altri  
edifici in muratura  
oggetto di analisi

	N° piani fuori terra	Tipologia muratura	Spessore muratura
<b>Edificio B</b> 	1	Ordinaria	25 cm
<b>Edificio C</b> 	2	Ordinaria	25 cm
<b>Edificio D1-D2</b> 	2	Ordinaria <i>(Edificio D1)</i>	25 cm
		Armata <i>(Edificio D2)</i>	25 cm
<b>Edificio E</b> 	3	Ordinaria	30 cm
			35 cm
			40 cm





Edificio con muratura armata in Lecablocco Bioclima Sismico.



Il Volume "Verifiche edifici in muratura ordinaria ed armata in Lecablocco" realizzato dal prof. G. Magenes e dall'ing. A. Della Fontana è disponibile in pdf e può essere richiesto in formato cartaceo sul sito [www.metrocuboweb.it](http://www.metrocuboweb.it)

## Commenti

In generale, i due metodi di analisi considerati (analisi lineare e non lineare a telaio equivalente) sono rappresentativi di metodi possibili e di relativamente agevole utilizzo da parte dei professionisti.

In base all'esperienza degli autori, l'analisi elastica lineare a telaio equivalente senza redistribuzione delle azioni e l'analisi statica non lineare tendono a fornire risultati delle verifiche che si pongono rispettivamente all'estremo inferiore e all'estremo superiore del possibile campo di variazione determinato dalle diverse ipotesi di modellazione.

Nella pagina precedente si è riportato un quadro riassuntivo che riporta l'esito delle verifiche di sicurezza per le diverse configurazioni di edifici analizzati, secondo i diversi metodi di analisi. Come è possibile notare, i risultati dell'analisi non lineare sono generalmente in ottimo accordo con quanto previsto dai criteri di progettazione dei cosiddetti "edifici semplici", in particolar modo per quanto riguarda la percentuale di muri resistenti nelle due direzioni (vedi tabella riportata).

Accelerazione di picco del terreno $ag-S^{(1)}$		$\leq 0,07g$	$\leq 0,10g$	$\leq 0,15g$	$\leq 0,20g$	$\leq 0,25g$	$\leq 0,30g$	$\leq 0,35g$	$\leq 0,40g$	$\leq 0,45g$	$\leq 0,4725g$
Tipo di struttura	Numero piani										
Muratura ordinaria	1	3,5%	3,5%	4,0%	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,0%	6,0%	6,5%
	2	4,0%	4,0%	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	6,5%	6,5%	7,0%
	3	4,5%	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	7,0%			
Muratura armata	1	2,5%	3,0%	3,0%	3,0%	3,5%	3,5%	4,0%	4,0%	4,5%	4,5%
	2	3,0%	3,5%	3,5%	3,5%	4,0%	4,0%	4,5%	5,0%	5,0%	5,0%
	3	3,5%	4,0%	4,0%	4,0%	4,5%	5,0%	5,5%	5,5%	6,0%	6,0%
	4	4,0%	4,5%	4,5%	5,0%	5,5%	5,5%	6,0%	6,0%	6,5%	6,5%

<sup>(1)</sup> il coefficiente  $S_T$  si applica solo per strutture di Classe d'uso III e IV

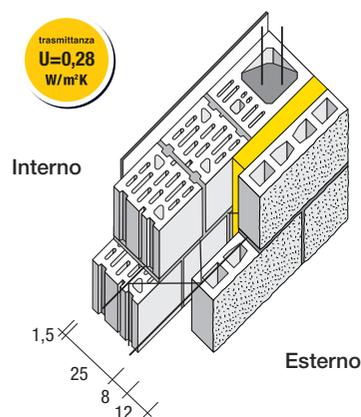
Nel caso della muratura armata, il divario tra i risultati dell'analisi lineare e dell'analisi non lineare tende a diminuire. Questo risultato è dovuto alla minore sensibilità della resistenza dei muri (in particolare alla presso flessione) all'azione assiale presente, grazie al contributo delle armature.

## Considerazioni conclusive

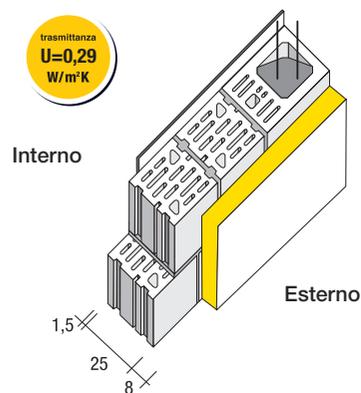
Le analisi evidenziano il vantaggio tecnico proprio della muratura armata nei riguardi dell'azione sismica rispetto ad una muratura ordinaria, in termini di:

- migliore "verificabilità" di uno stesso edificio se realizzato in muratura armata (vedi prospetto sintesi risultati a pag. 41);
- migliore duttilità della muratura armata, espressa come maggiore capacità di spostamento (vedi confronto a pag. 39).

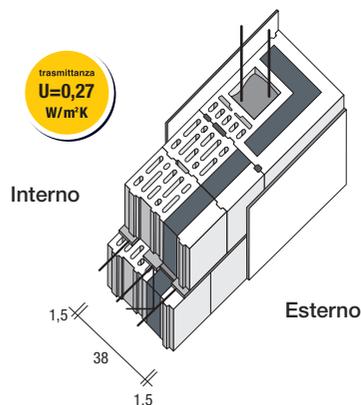
## TIPOLOGIE DI MURATURE ORDINARIE IN LECABLOCCO



Bioclima Sismico sp.  $\geq 25$  cm + isolante + rivestimento in Lecablocco o Blocco Facciavista



Bioclima Sismico sp.  $\geq 25$  cm + isolante a cappotto



Bioclima Zero 27 p Portante. Blocco preassemblato con pannello in polistirene espanso con grafite.

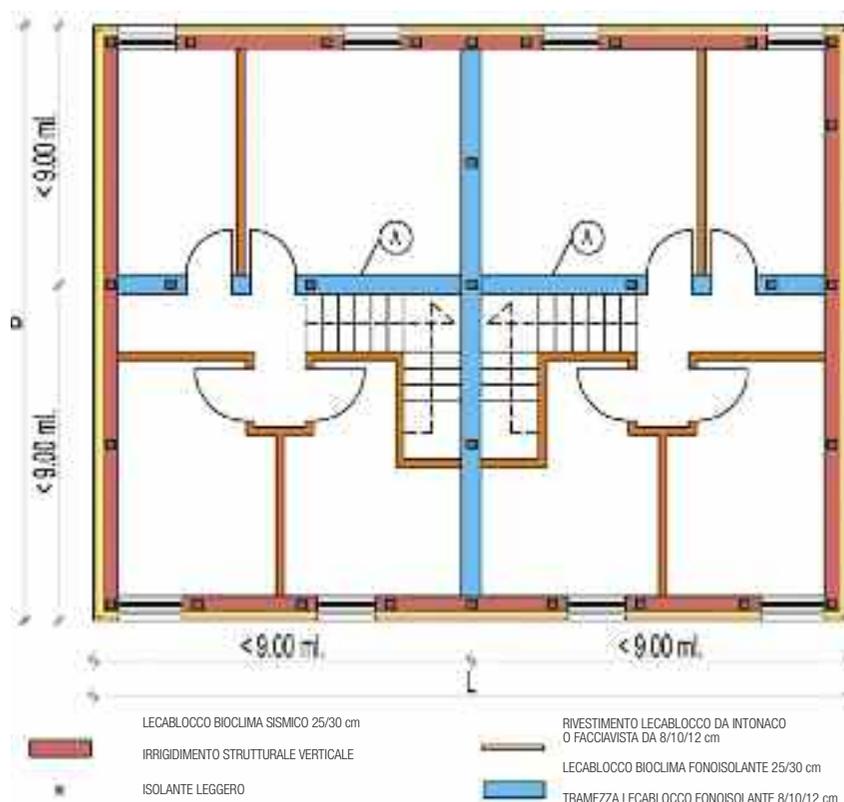
# MURATURA ARMATA CON BIOCLIMA SISMICO

I manufatti Lecablocco Bioclima Sismico e Lecablocco Bioclima Zero per murature portanti hanno le seguenti caratteristiche:

- spessore non inferiore a 24 cm e percentuale di foratura non superiore al 30% (blocchi semipieni);
- resistenza caratteristica a compressione nella direzione dei carichi verticali  $f_{bk} \geq 5$  N/mm<sup>2</sup>;
- resistenza caratteristica a compressione nella direzione dei carichi orizzontali nel piano della muratura  $f'_{bk} \geq 1,5$  N/mm<sup>2</sup>.

Nella posa dei blocchi occorre posare la malta nei giunti orizzontali e verticali; la malta deve avere una resistenza media a compressione non inferiore a 10 N/mm<sup>2</sup> (malta M10 secondo D.M. 14/1/2008).

## PIANTA TIPO ABITAZIONE BIFAMILIARE



# Calcestruzzo leggero strutturale Leca CLS 1400 per il ponte della Costituzione sul Canal Grande a Venezia

La realizzazione della moderna opera architettonica sul **Canal Grande**, a firma dell'**arch. Santiago Calatrava**, ha permesso l'impiego del **calcestruzzo premiscelato "Leca CLS 1400"** per l'**irrigidimento strutturale** della nervatura centrale.



**Progetto**  
arch. e ing. Santiago Calatrava

**Committente**  
Comune di Venezia

**Impresa**  
impresa Cignoni di Lendinara (RO)

Nel 1999 il Comune di Venezia affidò all'architetto e ingegnere Santiago Calatrava l'incarico di preparare la documentazione relativa al Disegno di Ingegneria architettonica e strutturale del IV Ponte sul Canal Grande (poi ribattezzato Ponte della Costituzione); il progetto venne poi sottoposto ad una serie di revisioni sino a quanto venne depositato quello esecutivo.

I lavori furono affidati all'impresa Cignoni di Lendinara (RO), vincitrice della gara d'appalto alla quale concorsero 90 Imprese.

Con la costruzione di quest'opera, inaugurata la notte dell'11 Settembre 2008, il Canal Grande a Venezia è attraversato da quattro ponti: il ponte di Rialto, il più antico e sicuramente il più famoso, il Ponte dell'Accademia, il Ponte degli Scalzi e, dal 2008, il Ponte della Costituzione. Il ponte è situato in un punto strategico della città lagunare e collega la stazione ferroviaria (sul lato nord del ponte) con Piazzale Roma (il punto di arrivo in automezzo o autobus in città) sul lato a sud. L'opera è così diventata importante sia dal punto di vista funzionale che simbolico, offrendo ai visitatori le prime impressioni su Venezia e una vista panoramica del Canal Grande.

Il ponte è lungo dagli scalini 94 metri, con un'ampiezza centrale di 81 metri. La larghezza varia da 5,58 metri su entrambi i lati fino a 9,38 metri nella parte



centrale del ponte; quest'ultimo si eleva da una altezza di 3,20 metri sulle sponde fino a 9,28 metri nella parte centrale. Gli elementi strutturali, interamente in acciaio, sono costituiti da un arco centrale con un ampio raggio (180 m), due archi laterali e due archi inferiori. Gli archi sono connessi da travi costituite da tubi in acciaio e lamiera.

I gradini e l'impalcato del ponte sono costituiti da sezioni alternate di vetro infrangibile e pietra d'Istria, rifacendosi al disegno della pavimentazione esistente in vari ponti di Venezia (anche le spalle, in cemento armato, sono rivestite della stessa pietra); il parapetto è interamente in vetro con un corrimano in bronzo.

Ultimata la struttura portante in acciaio del ponte, si è reso necessario intervenire all'irrobustimento del nucleo centrale dell'opera con un calcestruzzo strutturale; in relazione alla lunghezza dell'opera e la tipicità costruttiva realizzata, si è resa necessaria una soluzione che potesse ridurre al massimo il peso proprio strutturale così da incidere il meno possibile sugli appoggi laterali. La scelta è stata quella di impiegare un calcestruzzo leggero strutturale, capace di assicurare idonea resistenza riducendo di oltre il 40% il peso strutturale; in particolare la decisione ha riguardato l'impiego di

→



In relazione alla lunghezza dell'opera e la tipicità costruttiva realizzata, si è resa necessaria una soluzione che potesse ridurre al massimo il peso proprio strutturale.

### **Il ponte della Costituzione sul Canal Grande a Venezia**



un prodotto premiscelato in sacco, il "Leca CLS 1400" a base di argilla espansa Leca, per la capacità di massimizzare i benefici in opera.

Il premiscelato, avente resistenza meccanica caratteristica a compressione di  $25 \text{ N/mm}^2$  e densità di ca.  $1400 \text{ kg/m}^3$ , è stata immediatamente vista come la soluzione costruttiva da impiegarsi perché capace di coniugare al meglio le esigenze progettuali e costruttive. Infatti, oltre alla fondamentale esigenza di leggerezza e resistenza, la possibilità di utilizzare un prodotto premiscelato ha assicurato facilità e velocità nell'impiego, sicurezza nelle prestazioni e grande praticità in un contesto con ridotte aree di cantiere. Il getto in opera si è caratterizzato per l'irrobustimento del nucleo centrale a mezzo di soletta interconnessa con pioli e rete metallica alla struttura portante; il calcestruzzo si estende per quasi tutta la lunghezza del ponte, circa 60 metri, per una larghezza di ca. 1,5 m ed uno spessore di circa 10 cm.

L'esecuzione dell'intervento ha avuto origine sfruttando una sola area di cantiere, lato Piazzale Roma, nella quale sono stati stoccati i bancali di "Leca CLS 1400" necessari all'intervento; grazie alla semplicità d'impasto del prodotto premiscelato, è sufficiente impastare esclusivamente con acqua, le qualificate maestranze di cantiere hanno potuto gettare il calcestruzzo lungo tutto lo sviluppo del ponte utilizzando specifiche attrezzature di pompaggio pneumatico. L'intervento si è potuto concluso nell'arco di una sola giornata, per un volume di calcestruzzo gettato circa  $30 \text{ m}^3$ . Il getto di calcestruzzo integrativo è stato successivamente stagiato e lisciato opportunamente così da consentire la posa della pavimentazione, lastre in pietra d'Istria.



Lecablocco **Bioclima Zero.**

Il benessere è nelle mura di casa tua.

**Bioclima**  
**ZERO**

**Sistemi per murature ad alto isolamento termico e acustico.**

Dalla Scandinavia, dove di inverni se ne intendono, arriva la soluzione per costruire murature con il massimo isolamento termico e acustico. Lecablocco Bioclima Zero interpreta questa tecnologia per realizzare le mura di casa tua.

trasmissione U  
fino a  
**0,23**  
**W/m<sup>2</sup>K**

Oggi la famiglia Bioclima Zero si amplia con una specifica gamma di blocchi per pareti di tamponamento, ed è ancora più isolante grazie all'utilizzo di polistirene espanso con grafite.

Bioclima Zero27  
**Portante**



Bioclima Zero23  
**Tamponamento**

Costruire con Bioclima Zero significa avere un grande benessere abitativo e risparmiare energia per il riscaldamento invernale e il raffrescamento estivo.

Un risparmio di costi e di emissioni nell'aria per vivere meglio rispettando l'ambiente.

Scopri le caratteristiche prestazionali di Bioclima Zero visitando il sito [www.lecablocco.it](http://www.lecablocco.it), scrivendo a: [calcolo311@lecablocco.it](mailto:calcolo311@lecablocco.it) o contattando il tel. 02.48011970.

[www.lecablocco.it](http://www.lecablocco.it)

**Leca**blocco****  
Benessere concreto

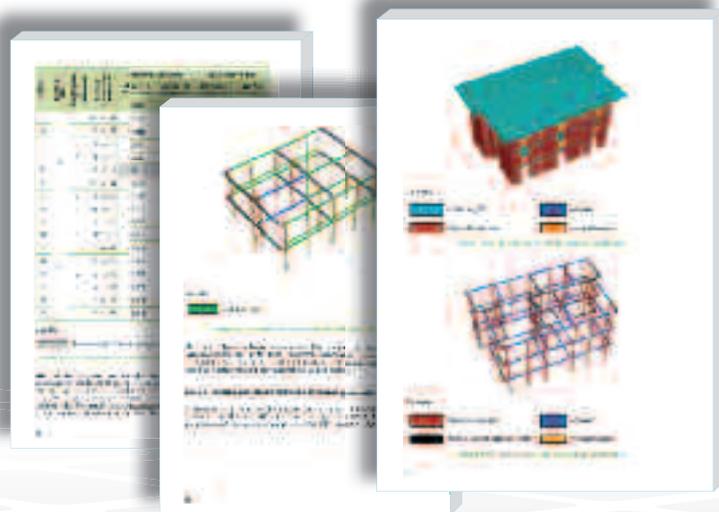
**Richiedi**

# il nuovo volume della collana Lecablocco.



## Edifici in muratura ordinaria e armata.

A cura di: Prof. ing. G. Magenes e ing. A. Della Fontana  
(Università degli Studi di Pavia - Facoltà di Ingegneria)



Per richiedere il libro vai su [www.metrocuboweb.it](http://www.metrocuboweb.it)  
oppure manda un fax allo 02 48012242

**Leca**blocco****  
Benessere concreto

Associazione Nazionale  
Produttori Elementi Leca  
via Correggio, 3 20149 Milano  
tel. 02 48011970 - fax 02 48012242  
[www.lecablocco.it](http://www.lecablocco.it) - [infoanpel@lecablocco.it](mailto:infoanpel@lecablocco.it)

