

Cappotto sismico

La perfetta unione tra sicurezza ed efficienza



Indice

Cappotto Sismico Paver	03
Il patrimonio edilizio nazionale	05
Il miglioramento sismico	06
La riqualificazione energetica	07
La soluzione? Il Cappotto Sismico Paver	08
Il blocco	10
Il sistema	12
Gli ambiti applicativi	14
Edifici in muratura	14
Edifici in C.A.	16
I vantaggi	18
Criteri Ambientali Minimi	20
Certificato di prodotto generico	21
Supporto alla progettazione	23
Le stratigrafie	24
Disegni tecnici	26
Approccio progettuale	30
La campagna sperimentale	33
Voce di capitolato	34

Cappotto Sismico Paver

Proteggi ciò che ami



Il **Cappotto Sismico Paver** è un sistema per la riqualificazione sismica ed energetica degli edifici esistenti, composto da una famiglia di blocco cassero realizzati in calcestruzzo alleggerito Leca e con l'integrazione di uno strato di isolante Neopor.

Il sistema di rinforzo consiste nella realizzazione di una controparete di calcestruzzo debolmente armato e blocchi cassero aventi funzione di controvento: **un sistema di rinforzo che lavora in parallelo alle strutture portanti esistenti.**

I PLUS del Cappotto Sismico



ALTA
DURABILITÀ
IN ZONA SISMICA



ELEVATO ISOLAMENTO
E ALTA
INERZIA TERMICA



ELEVATO
ISOLAMENTO
ACUSTICO



RISPETTO DEI
CAM



RIMANERE IN CASA
MENTRE CI SONO
I LAVORI



MATERIALI, PRODOTTO
E PACKAGING
100% RICICLABILI



FACILITÀ E VELOCITÀ
DI MONTAGGIO



CAPPOTTO
PROTETTO



ASSENZA
DI MALTA



Riqualificare il patrimonio

Miglioramento sismico e riqualificazione energetica

"Dei 12,2 milioni di edifici residenziali censiti, circa il 60%, sono risultati costruiti prima del 1980 e 5,2 milioni, pari al 42,5%, sono stati realizzati all'inizio degli anni '70."



Nel nostro Paese è sempre più sentito il problema dell'esistenza di un **patrimonio immobiliare vetusto**: in base alle stime dell'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), dei 12,2 milioni di edifici residenziali censiti, circa il 60%, sono risultati costruiti prima del 1980 e 5,2 milioni, pari al 42,5%, sono stati realizzati all'inizio degli anni '70.

Dal quadro sopra descritto, è chiaro che **il patrimonio immobiliare risulta ormai invecchiato e inappropriato dal punto di vista funzionale**, non rispettando i livelli standard energetici, di salubrità e sicurezza attuali.

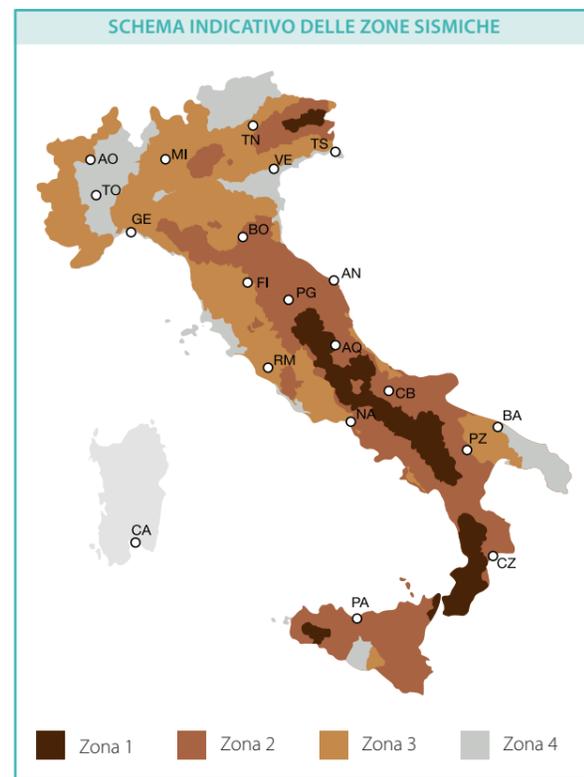
Per questi motivi, da alcuni anni, i vari governi hanno fatto ricorso a sistemi incentivanti che hanno il duplice intento di portare il paese all'avanguardia nel processo di riconversione energetica e sviluppo sostenibile e di rilanciare il settore edile, uno dei settori più integrati del nostro sistema economico.

In questo contesto emerge che una delle maggiori necessità di rigenerazione urbana e, quindi, offerta di migliori condizioni di vita ai cittadini, è quella di **privilegiare e potenziare due aspetti legati alle condizioni del patrimonio immobiliare nazionale: il miglioramento sismico e la riqualificazione energetica**.

Il bisogno di sicurezza e quello di efficienza energetica devono trovare sul mercato offerte che garantiscano realmente interventi efficaci; per questo è fondamentale che tutti gli attori coinvolti nel processo edilizio - progettisti e imprese - siano in grado di fornire risposte certe che devono passare anche dall'utilizzo di **sistemi costruttivi affidabili e rispondenti ai requisiti prestazionali attesi**.

Il miglioramento sismico

Le "Norme tecniche delle costruzioni", aggiornate nel 2018, definiscono come interventi di miglioramento sismico tutti i lavori che hanno come scopo quello di **aumentare la sicurezza di un edificio e la sua resistenza a un'azione sismica**. Gli interventi su edifici esistenti - aumento delle fondazioni, rinforzo dei pilastri, utilizzo di betoncini armati, ecc - dipendono dalle caratteristiche strutturali dei fabbricati e dalla zona sismica nella quale ricadono e hanno lo scopo di aumentarne l'indice di sicurezza strutturale.



Il terremoto, un fenomeno frequente

Il tema della resistenza al sisma è spesso associato al verificarsi di eccezionali eventi sismici disastrosi che provocano danni ingenti in termini di vite umane e di fabbricati.

In realtà, solo in Italia, ogni cento anni si verificano più di **cento terremoti di magnitudo compresa tra 5.0 e 6.0** che possono danneggiare costruzioni anche in buono stato strutturale. Per questo è necessario acquisire la consapevolezza che **una casa costruita o riqualificata secondo criteri sismici tecnologicamente avanzati, è in grado di resistere anche a innumerevoli sismi che si susseguono, garantendo pressoché sempre il rispetto delle normative dopo ogni sisma.**

Le zone sismiche

La legislazione antisismica prevede la classificazione del territorio nazionale in 4 zone:

Zona 1 - È la zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto è alta.

Zona 2 - In questa zona forti terremoti sono possibili

Zona 3 - In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2

Zona 4 - È la zona meno pericolosa: la probabilità che capiti un terremoto è molto bassa.



IS-V - Indice di sicurezza strutturale

Esiste un parametro che fornisce una fotografia della capacità di un edificio di resistere agli eventi sismici: il **rischio sismico**. Esso viene definito in classi da A+ a G e fornisce un' **immediata valutazione della prestazione di un fabbricato nei confronti dei terremoti.**

Tale parametro, noto anche come Indice di Rischio, è dato dal rapporto tra capacità e domanda della costruzione in termini di accelerazione di picco al suolo PGA per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita.

La riqualificazione energetica

Le prestazioni energetiche e la sensazione di benessere all'interno di un edificio dipendono, dal punto di vista termico, dalle caratteristiche dell'involucro edilizio e da due parametri fondamentali: l'isolamento e l'inerzia termica. Gli interventi volti a migliorare le prestazioni di un immobile sono riconducibili a quelli che riguardano l'**involucro edilizio** - applicazione di un cappotto, la sostituzione degli infissi, ecc - e la parte impiantistica - impianti di climatizzazione, acqua calda sanitari, pannelli fotovoltaici.



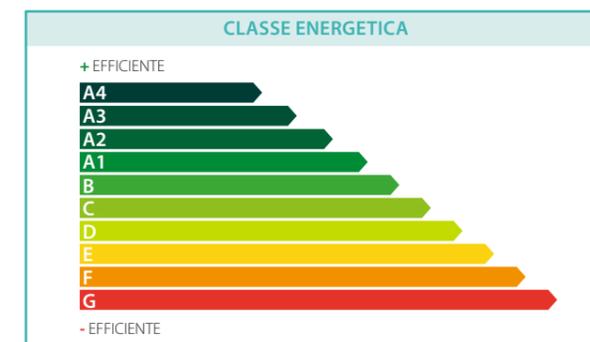
Isolamento termico

L'isolamento termico, in edilizia, è volto a ridurre lo scambio di calore tra l'interno e l'esterno di un edificio e viceversa. **Le capacità isolanti dell'involucro edilizio contribuiscono alla realizzazione della condizione di benessere termico interno e alla limitazione delle dispersioni termiche con la conseguente riduzione del fabbisogno energetico.**

Il Decreto "Requisiti minimi" impone la verifica delle prestazioni invernali ed estive dell'involucro. Nello schema sono riportati i valori delle trasmittanze termiche U per per l'involucro edilizio in funzione delle zone climatiche. Il valore della trasmittanza è relativo alle varie strutture opache che compongono l'edificio e riguarda i componenti nel loro insieme.

Inerzia termica

In tutta Italia i consumi per il raffrescamento estivo sono una parte consistente dei consumi energetici complessivi degli edifici. Per questo motivo **è fondamentale garantire un buon comportamento termico non solo in inverno, ma anche in estate.** L'inerzia termica rappresenta la capacità dell'edificio di ritardare nel tempo (**sfasamento S**) e di ridurre l'entità (**attenuazione f_s**) dell'onda termica incidente. Per garantire i benefici dovuti all'inerzia termica, il decreto Requisiti minimi prevede che le pareti opache verticali abbiano una massa superficiale **M_s** (esclusi gli intonaci) **superiore a 230 kg/m²** o una Trasmittanza Termica Periodica **Y_{ie} inferiore a 0,10 W/m²K**



La classe energetica

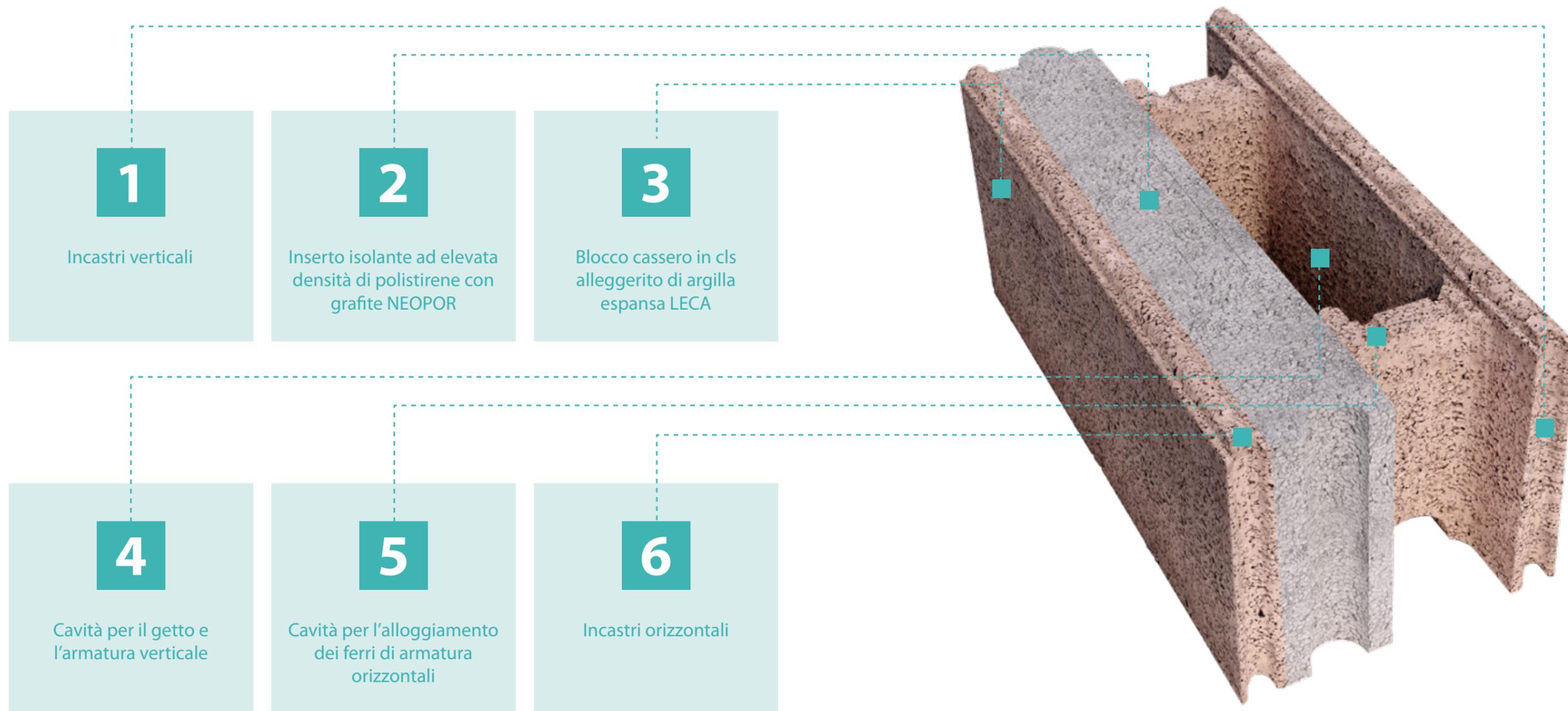
La classe energetica consente di sapere qual è il livello di consumi energetici di un immobile, sulla base di parametri funzionali e strutturali, classificando, così, la sua prestazione energetica e definendo, in tal modo, il suo impatto sull'ambiente in termini di consumi.



La soluzione?

Il Cappotto Sismico Paver

Il blocco



CS Standard

LxHxSP: **498x203x235 mm**
Spessore **isolante 80 mm**
Spessore **getto cls 100 mm**



CS Testa Pari

LxHxSP: **498x203x235 mm**
Spessore **isolante 80 mm**
Spessore **getto cls 100 mm**

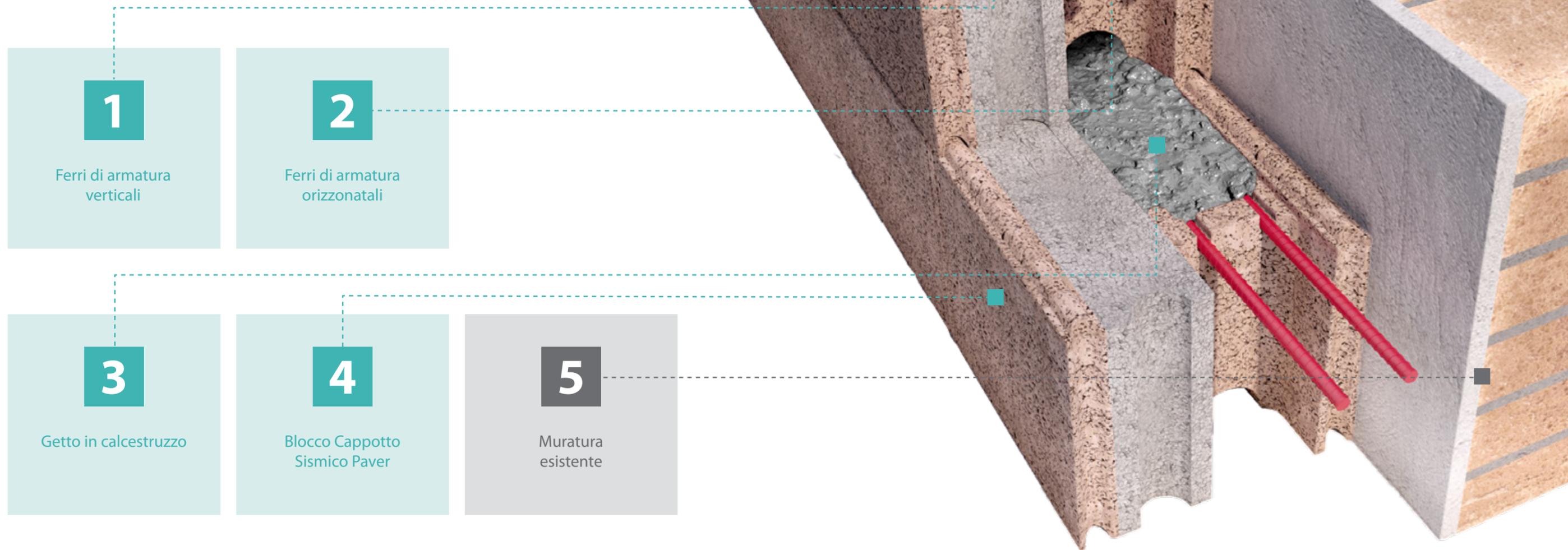
Caratteristiche della muratura

Resistenza termica **2,56 m²K/W**
Conducibilità termica equivalente **0,20 W/mK**

Caratteristiche dell'isolante

Conducibilità termica **0,030 W/mK**

Il sistema



1

Ferri di armatura
verticali

2

Ferri di armatura
orizzontali

3

Getto in calcestruzzo

4

Blocco Cappotto
Sismico Paver

5

Muratura
esistente

Caratteristiche

Il sistema di rinforzo consiste nella realizzazione di una contro-parete di calcestruzzo debolmente armato e blocchi cassero avente funzione di controvento: **un sistema di rinforzo che lavora "in parallelo" alle strutture portanti esistenti.**

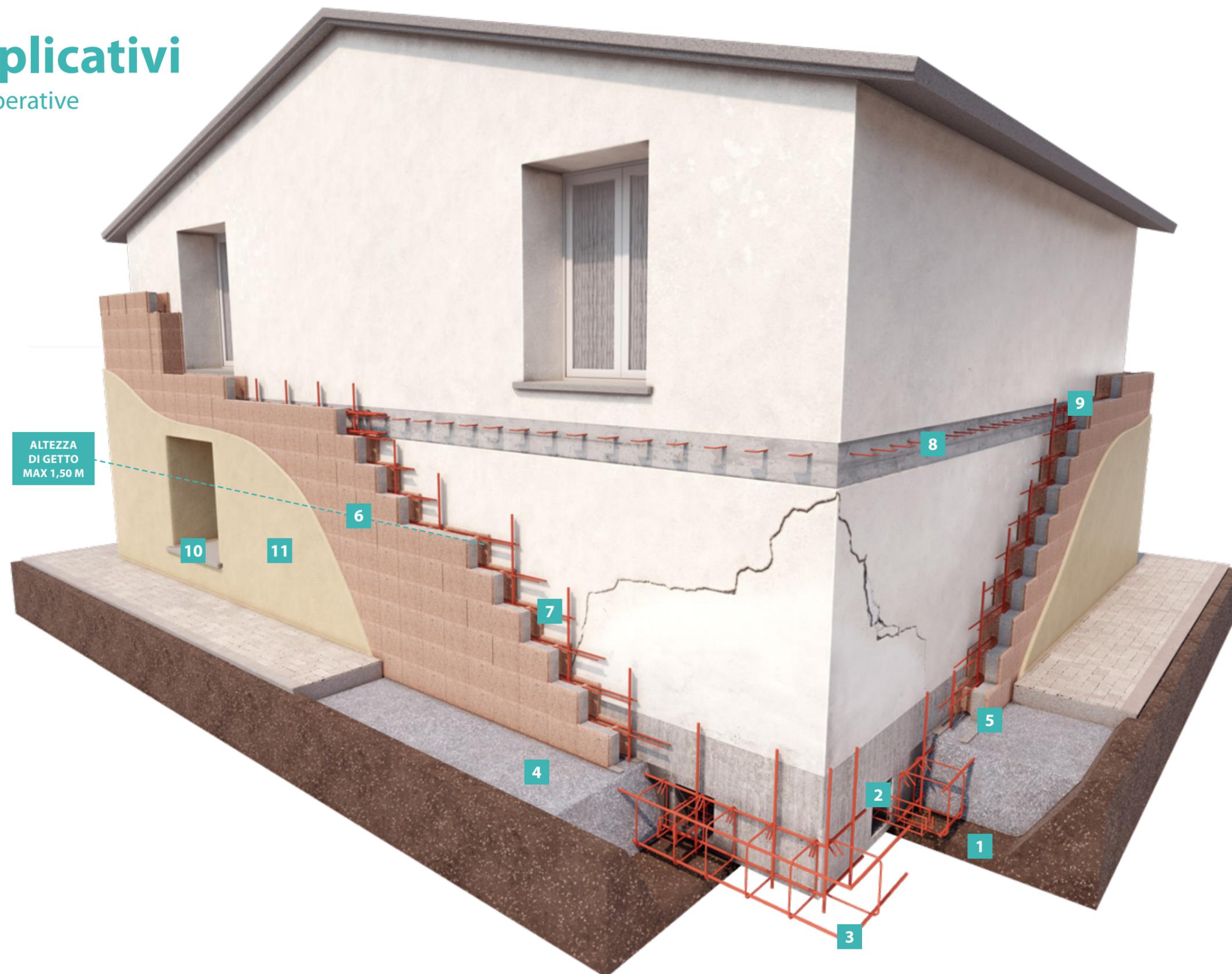
La parete di rinforzo è realizzata mediante l'utilizzo di blocchi in argilla espansa che fungono da cassero a perdere (blocchi cassero tipo BioPLUS). All'interno dei blocchi è presente uno strato di isolante termico che consente, al contempo, la realizzazione di un **isolamento a cappotto** e conseguentemente il raggiungimento di ottimi risultati da un punto di vista energetico.

Nella parete di C.A. così realizzata si prevede l'inserimento di **idonea armatura verticale ed orizzontale**, opportunamente disposta e collegata a livello degli orizzontamenti e delle fondazioni.

Gli ambiti applicativi

Edifici in muratura: le fasi operative

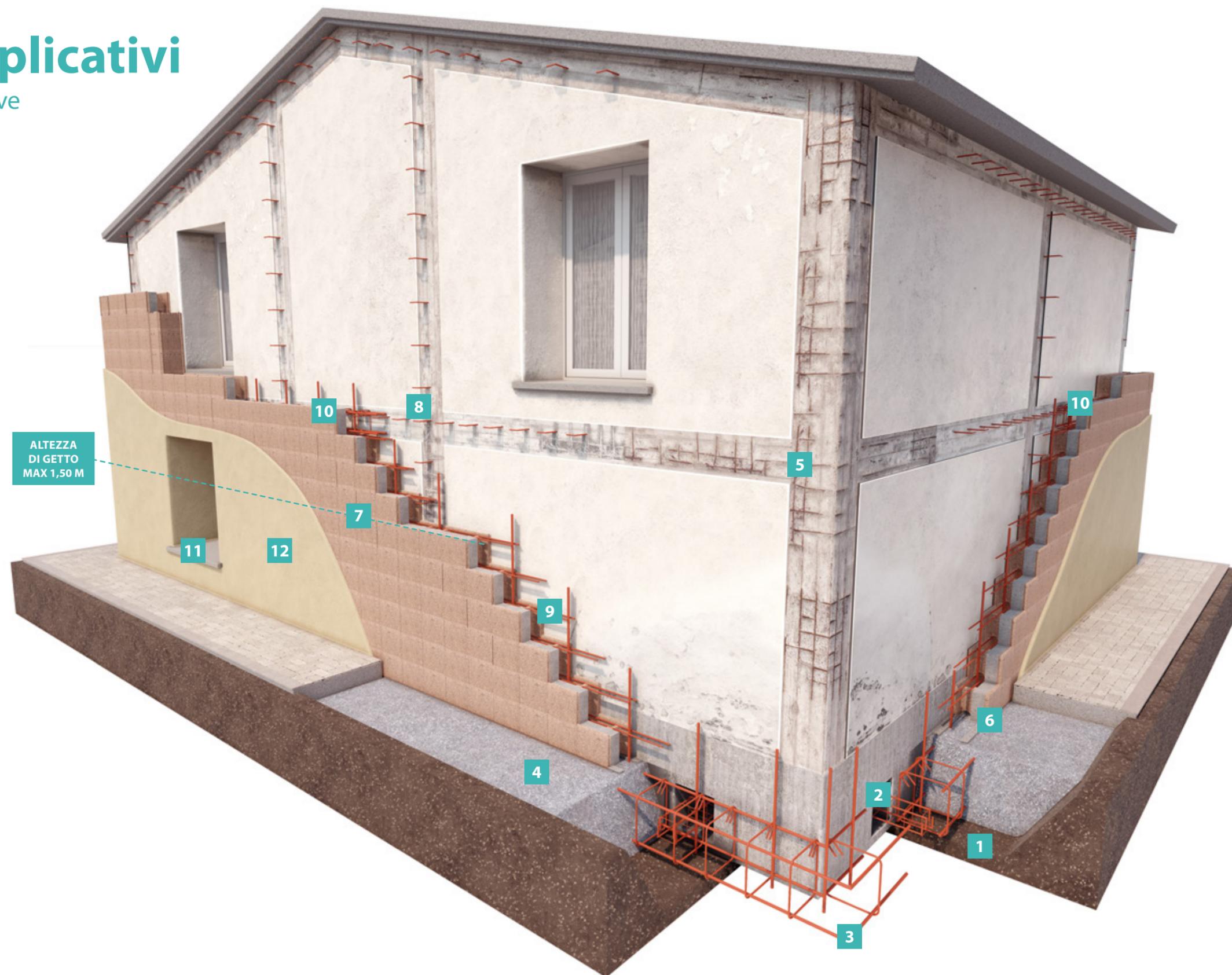
- 1 Scavo per eventuale nuova fondazione
- 2 Ferri di collegamento alla fondazione esistente
- 3 Armatura della nuova fondazione
- 4 Getto della nuova fondazione
- 5 Posa della prima fila di blocchi con strato di malta
- 6 Posa a secco degli elementi del sistema
- 7 Posizionamento armatura orizzontale per ogni corso e successivo getto di cls
- 8 Connessione all'altezza di piano previo eventuale ripristino del C.A. ammalorato
- 9 Armatura e getto del cordolo di piano
- 10 Nuove soglie
- 11 Intonaco civile



Gli ambiti applicativi

Edifici in C.A.: le fasi operative

- 1 Scavo per eventuale nuova fondazione
- 2 Ferri di collegamento alla fondazione esistente
- 3 Armatura della nuova fondazione
- 4 Getto della nuova fondazione
- 5 Ripristino di eventuali parti di C.A. ammalorato
- 6 Posa della prima fila di blocchi con strato di malta
- 7 Posa a secco degli elementi del sistema
- 8 Connessione del cappotto sismico a travi e pilastri esistenti
- 9 Posizionamento armatura orizzontale per ogni corso e successivo getto di cls
- 10 Armatura e getto del cordolo di piano
- 11 Nuove soglie
- 12 Intonaco civile



I vantaggi



I CAM

Le prestazioni energetiche - isolamento e inerzia termica, capacità termica areica interna, comfort termoigrometrico - e le caratteristiche del prodotto - contenuto minimo di materia riciclata - consentono alle pareti realizzate con il Cappotto Sismico Paver di **rispettare requisiti previsti dai CAM**.



Materiali 100% riciclabili

I blocchi del Cappotto Sismico Paver sono **riciclabili a fine vita**, riutilizzabili come inerte. Questo consente di azzerare la quantità di materiale inviato in discarica e ridurre l'utilizzo di risorse naturali.



Accesso a sistemi incentivanti

Le caratteristiche del sistema Cappotto Sismico Paver consentono di accedere ai sistemi incentivanti in vigore sul territorio nazionale, sia quelli legati al **miglioramento sismico** che quelli relativi all'**efficientamento energetico**.



La comodità del rimanere in casa

Con il Cappotto Sismico Paver si interviene esclusivamente all'esterno dell'abitazione, **limitando notevolmente il disagio ed evitando costosi spostamenti temporanei dei residenti**.



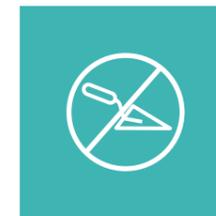
Facilità e velocità di montaggio

La **posa a secco** unita alla presenza degli **incastrati verticali e orizzontali**, facilita la posa dei blocchi del Cappotto Sismico Paver **riducendo i tempi di realizzazione dell'opera**. Le **apposite scanalature** consentono inoltre all'operatore di rispettare facilmente le specifiche di progetto nella **disposizione dei ferri di armatura**.



Cappotto protetto

La presenza di un vero e proprio **cappotto esterno protetto** da uno strato di argilla espansa Leca e dalla finitura - intonaco, ma anche rivestimento in pietra, mattoni facciavista, ecc - unisce i vantaggi di una muratura dotata di cappotto termico a quelli di una muratura tradizionale, garantendo una elevata durabilità dello strato isolante.



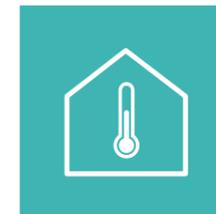
Assenza di malta

La **posa a secco** dei blocchi, oltre a **ridurre i tempi** di realizzazione dell'edificio, permette di **mantenere pulito** il cantiere evitando il ricorso ad attrezzature e materiali per la preparazione della malta.



Alta durabilità in zona sismica

Il sistema Cappotto Sismico Paver è studiato per garantire una **resistenza diffusa su tutte le pareti dell'edificio**: le cavità presenti nei blocchi e gli alloggi per la disposizione dei ferri di armatura consentono, con il successivo getto di calcestruzzo, di formare **bielle resistenti all'interno dei setti murari in grado di resistere nel tempo alle azioni sismiche in maniera omogenea**.



Isolamento ed inerzia termica

La strategia energetica del Cappotto Sismico Paver è fondata sul principio dell'equilibrio tra le prestazioni legate all'inerzia termica, dovuta alla massa e quindi al peso della parete costruita, e quelle fornite dall'isolamento. Questa strategia è ritenuta più **adatta al clima mediterraneo** dove il raffrescamento degli edifici è importante come il riscaldamento.



Isolamento acustico

A differenza di un normale cappotto termico, l'elevata massa che caratterizza il Cappotto Sismico Paver contribuisce a migliorare notevolmente il potere fonoisolante della parete esistente.

Criteri Ambientali Minimi

Il Cappotto Sismico Paver

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono requisiti obbligatori che per gli edifici pubblici riguardano le prestazioni dell'edificio e i materiali utilizzati nella costruzione.

Con l'entrata in vigore dei nuovi sistemi incentivanti orientati verso la riqualificazione sismica ed energetica del patrimonio edilizio esistente, il rispetto dei CAM è stato esteso anche agli edifici privati.

D.M. 11/10/2017

Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.

Le prestazioni energetiche con il Cappotto Sismico Paver

Isolamento e inerzia termica

Il Cappotto Sismico Paver ha ottime prestazioni di isolamento e di inerzia termica e consente la riqualificazione sismica ed energetica degli edifici esistenti garantendo il rispetto delle condizioni di cui all'allegato 1 par. 3.3 punto 2 lett. b) del Decreto Ministeriale 26 giugno 2015 "Requisiti Minimi" previsti per il 2021. In particolare permette di ottenere un **involucro altamente isolato** per il contenimento del fabbisogno energetico sia per la climatizzazione invernale sia estiva.

Capacità termica areica interna

La capacità termica areica interna è l'attitudine di una parete ad accumulare calore generato nell'ambiente interno. Pareti con elevata capacità di accumulo termico interno garantiscono comfort abitativo e riduzione dei consumi energetici per la climatizzazione estiva.

Le pareti riqualificate con il Cappotto Sismico Paver possono permettere di avere una capacità termica areica interna periodica (Cip) superiore a 40 kJ/m²K evitando il surriscaldamento estivo come richiesto dai Criteri Ambientali Minimi per tutte le strutture opache dell'involucro esterno.

Comfort termoigrometrico

Al fine di assicurare le condizioni ottimali di benessere termo-igrometrico e di qualità dell'aria interna bisogna garantire la conformità ai requisiti previsti nella norma UNI EN 13788 ai sensi del decreto ministeriale 26 giugno 2015; le verifiche devono prevedere **l'assenza di condense superficiali e muffe in corrispondenza dei ponti termici.**

Il sistema Cappotto Sismico Paver elimina i ponti termici con conseguente comfort termoigrometrico interno.

Certificato di prodotto



Specifiche tecniche dei componenti edilizi

Materie recuperate o riciclate

Il Cappotto Sismico Paver è prodotto utilizzando materie prime riciclate e/o recuperate e/o di sottoprodotti conformemente al paragrafo 2.4.2.2 del D.M 11/10/2017 relativo agli elementi prefabbricati in calcestruzzo. Il contenuto di materiale riciclato è dimostrato tramite un certificato di prodotto ambientale di tipo II conforme alla norma ISO 14021 verificata da organismo di valutazione della conformità.

Per maggiori informazioni: cappottosismico@paver.it

CERTIFICAZIONE DI PRODOTTO
PRODUCT CERTIFICATION

CERTIFICATO N° **P222** CERTIFICATE N°

AZIENDA COMPANY
PAVER COSTRUZIONI S.p.A.
Strada di Cortemaggiore, 25 - Fraz. Borghetto di Ronciaglia - 29122 PIACENZA (PC)

UNITA' PRODUTTIVA PRODUCTION UNIT
Via Nocciolo, 10 - 51019 Ponte Bugliamese (PT)

OGGETTO DEL CERTIFICATO SCOPE OF THE CERTIFICATE
CONTENUTO DI MATERIALE RICICLATO/RECUPERATO/SOTTOPRODOTTO
Content of recycled/recovered/by-product materials

NORME DI RIFERIMENTO REFERENCE STANDARDS
Regolamento Particolare ICMQ per la certificazione di prodotto relativa a prodotti per le costruzioni con percentuale dichiarata di materiale riciclato/recuperato/sottoprodotto - CP DOC 262
Particular rules for recycled/recovered/by-product content of building products certification - CP DOC 262
UNI EN ISO 14021:2016 "Etichette e dichiarazioni ambientali - Asserzioni ambientali auto-dichiarate (etichettatura ambientale di Tipo II)"
UNI EN ISO 14021:2016 "Environmental label and declarations - self-declared environmental claims (type II environmental labeling)"

SISTEMA DI CERTIFICAZIONE CERTIFICATION SYSTEM
Sistema di Certificazione 3 - ISO/IEC 17067
Certification System 3 - ISO/IEC 17067

PRODOTTI PRODUCTS
L'elenco dei prodotti oggetto della certificazione è allegato al presente certificato
The list of the certified products is annexed to this certificate

PRIMA EMISSIONE EMISSIONE CORRENTE
First issue Current issue
29/03/2018 27/01/2021

ICMQ S.p.A. - Via S. Di Costanzo, 10 - 20124 Milano - www.icmq.org 1 di 2

Allegato al Certificato di Prodotto P222 del 27/01/2021
Annex to the certificate P222 of 27/01/2021

CONTENUTO MINIMO DI MATERIALE RICICLATO, RECUPERATO, SOTTOPRODOTTO
Minimum content of recycled, recovered, by-product materials

TIPOLOGIA DI PRODOTTO Product type	NOME PRODOTTO* Product name*	MATERIALE RICICLATO Recycled material			MATERIALE RECUPERATO Recovered material	SOTTO PRODOTTO By-product material
		Totale [%]	Pre-consumer [%]	Post-consumer [%]		
BLOCCHI GREZZI NON PORTANTI	BLOCCHI PER MURATURA SERIE: antica, muro, muriciclo	11,6%	1,5%	10,1%	n.p.d.	n.p.d.
MASSELLI E LASTRE DOPPIORISTRATO	PAVIMENTAZIONI AUTOREGOLANTI SERIE: design, antico, classico, design, special	10,6%	1%	9,6%	n.p.d.	n.p.d.
MASSELLI MONOSTRATO	PAVIMENTAZIONI AUTOREGOLANTI SERIE: design, antico, classico, design, special	8,6%	1,2%	7,4%	n.p.d.	n.p.d.
BLOCCHI PER MURATURA	BLOCCHI PER MURATURA DA INTORCOLO FACCIAMETÀ SERIE: bicolor, omogeneo, biotinta, supertermico	5,9%	0,8%	5,1%	n.p.d.	n.p.d.
CORNICI	CORNICI E CESTELLI MONOSTRATO E DOPPIORISTRATO SERIE: gresiti, smalti, bicolorati	12,8%	0,2%	12,6%	n.p.d.	n.p.d.
CAPPOTTO SISMICO	BIOPUS	5,8%	0,2%	5,6%	n.p.d.	n.p.d.

Legenda:
n.p.d. produzione non dichiarata
Note: n.d. values reported since no relevant values for quality dimension and value of product.
(The values shown are to be considered valid for any size and color of the product.)

ICMQ S.p.A. - Via S. Di Costanzo, 10 - 20124 Milano - www.icmq.org 2 di 2

Strumenti per la progettazione

Dall'analisi al progetto

Ogni edificio è diverso dall'altro e ognuno può richiedere un approccio progettuale diverso. Paver offre a progettisti e costruttori idonea documentazione e una continua e qualificata consulenza tecnica, dalla verifica iniziale di compatibilità con il sistema Cappotto Sismico alla costante assistenza in cantiere, per garantire la qualità dell'intervento e raggiungere le prestazioni richieste.

Le stratigrafie

Il sistema Cappotto Sismico Paver consiste nella realizzazione di una contro-parete di calcestruzzo debolmente armato e blocchi cassero che **lavora in parallelo alle strutture esistenti**, sia dal punto di vista sismico che da quello energetico. Per questo motivo è fondamentale considerare ogni caso a sé stante e valutare, in funzione della zona sismica e della zona climatica, le soluzioni progettuali ottimali.

I dettagli costruttivi

I collegamenti con i vari tipi di fondazioni esistenti, con i cordoli di piano e di gronda, i passaggi di interpiano sui balconi, le soluzioni con sostituzione o mantenimento dei serramenti esistenti: il sistema Cappotto Sismico Paver è studiato per consentire di risolvere le più svariate casistiche tipiche dei sistemi costruttivi utilizzati.

Approccio progettuale

Il Cappotto Sismico Paver è assimilabile ad una parete Estesa Debolmente Armata (EDA) utilizzata come sistema di rinforzo alla struttura edilizia esistente in muratura o in CA.

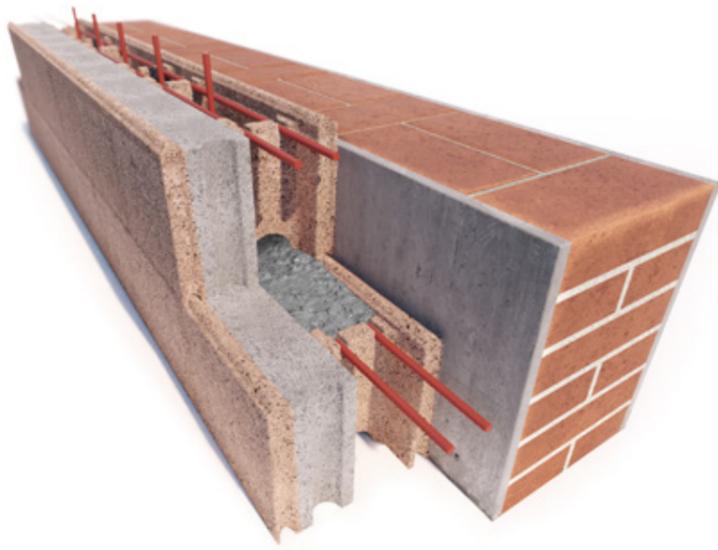
Il sistema Cappotto Sismico Paver è stato ideato per essere utilizzato come un sistema che incrementi la resistenza, la rigidità e la capacità dissipativa nei confronti dell'azione sismica della struttura su cui è applicato.

Il sistema Cappotto Sismico Paver utilizzato come elemento di rinforzo non dissipativo per edifici esistenti in muratura o calcestruzzo armato può essere progettato facendo riferimento alle norme attualmente vigenti, rispettando le indicazioni del capitolo 4 delle NTC2018.



Le stratigrafie

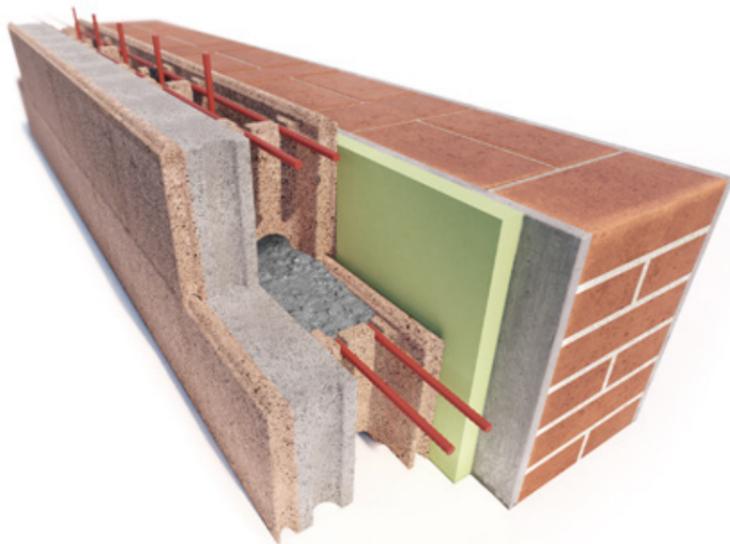
Edifici con struttura in muratura



Applicazione del cappotto sismico ad edifici in muratura portante

Pietra, mattoni pieni o semipieni, laterizio porizzato, doppio UNI: l'applicazione del cappotto sismico alla muratura esistente ne aumenta in maniera significativa il potere isolante e la resistenza sismica.

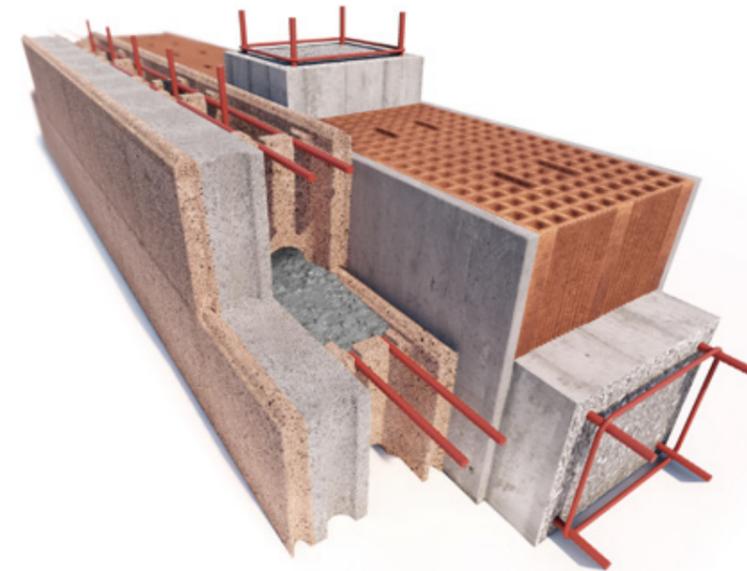
Il collegamento con la muratura avviene in corrispondenza delle fondazioni e dei cordoli di piano e di gronda. In assenza di tali cordoli, sarà necessario approntare un sistema in acciaio o in calcestruzzo atto a realizzare un opportuno collegamento di piano.



Applicazione del cappotto sismico ad edifici in muratura portante con inserimento di pannello isolante aggiuntivo.

In funzione del sistema incentivante prescelto e della zona climatica di riferimento potrebbe essere necessario l'inserimento di un pannello isolante aggiuntivo tra la parete esistente ed il cappotto sismico Paver

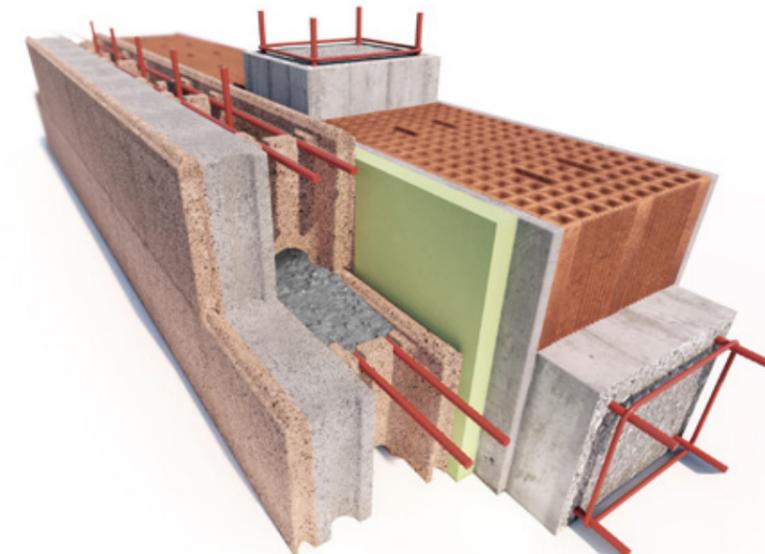
Edifici con struttura in telai C.A.



Applicazione del cappotto sismico ad edifici in cemento armato

L'applicazione del cappotto sismico alla muratura esistente ne aumenta in maniera significativa il potere isolante e la resistenza sismica.

Il collegamento con la muratura esistente avviene in corrispondenza della struttura portante (travi e pilastri).

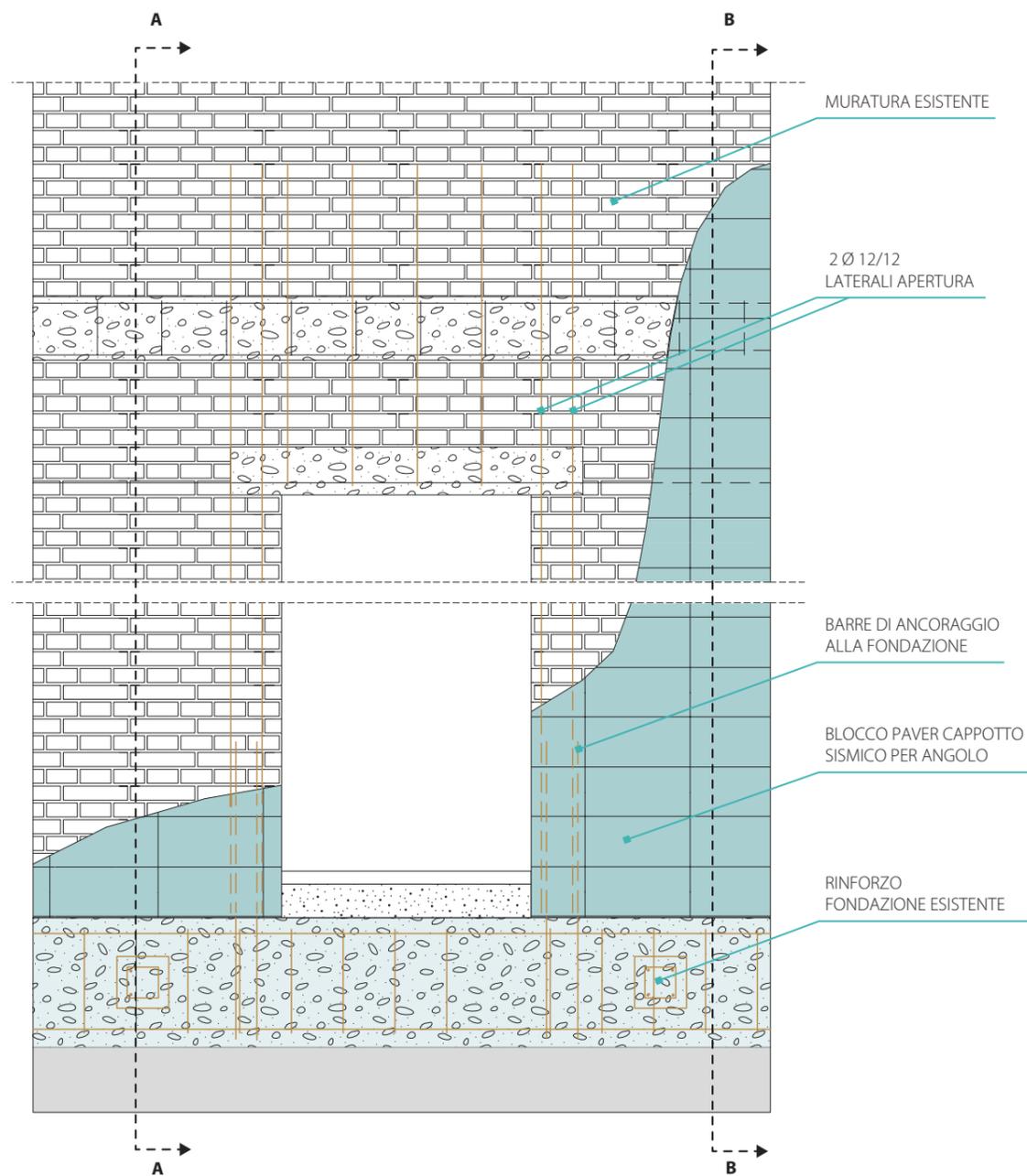


Applicazione del cappotto sismico ad edifici in cemento armato con inserimento di pannello isolante aggiuntivo.

In funzione del sistema incentivante prescelto e della zona climatica di riferimento potrebbe essere necessario l'inserimento di un pannello isolante aggiuntivo tra la parete esistente ed il cappotto sismico Paver.

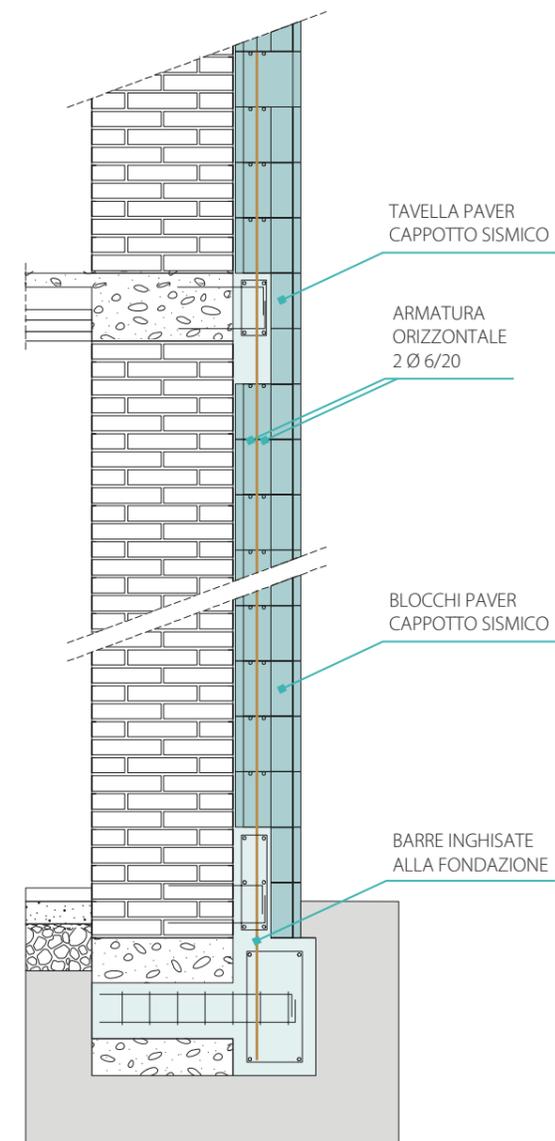
Dettagli Costruttivi

Collegamento su fondazione rinforzata e cordolo di piano

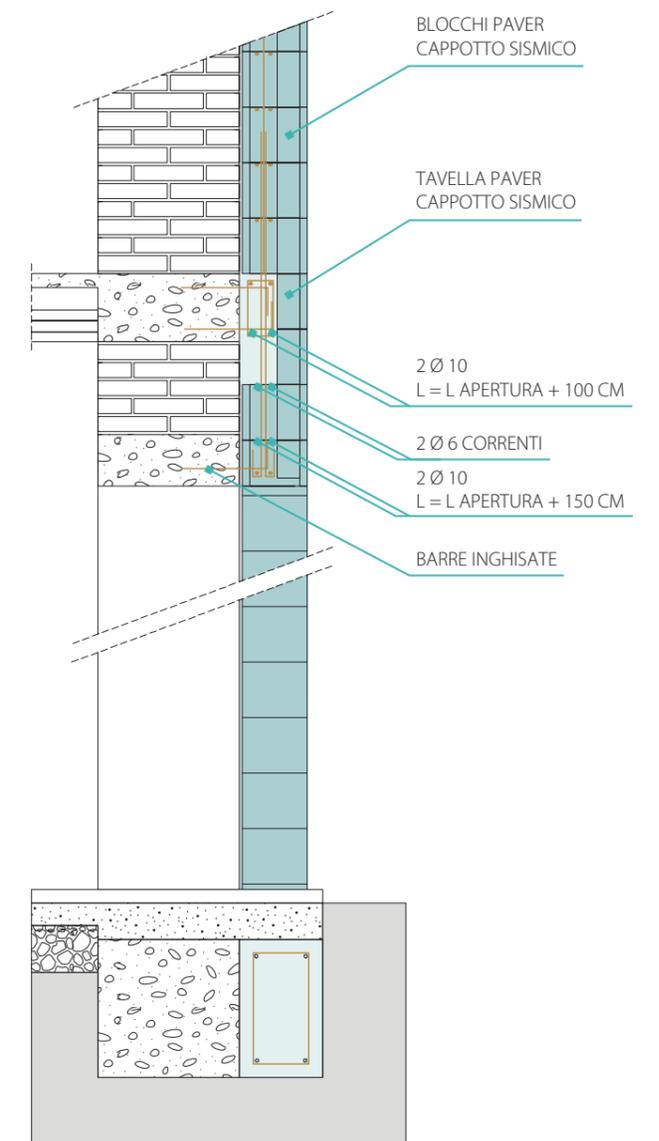


Collegamento su fondazione rinforzata e cordolo di piano

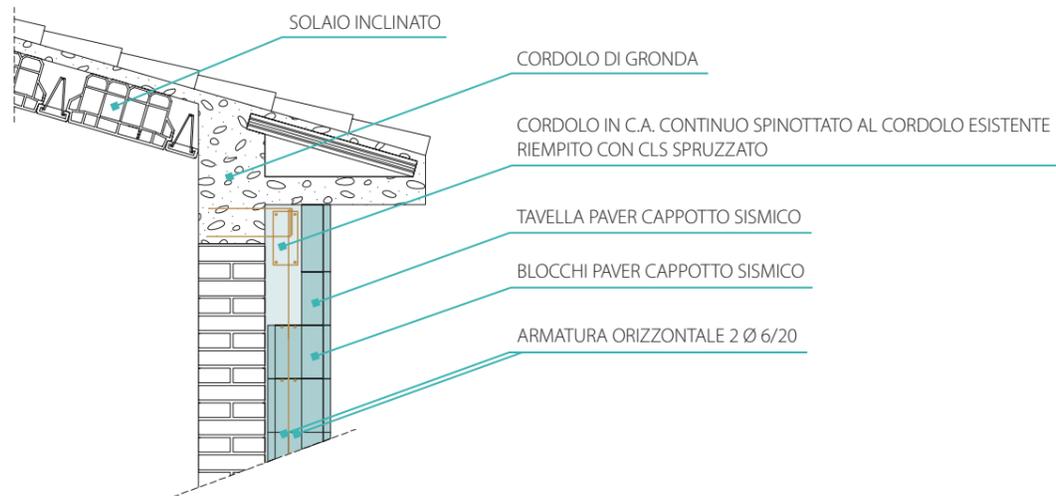
SEZIONE A - A



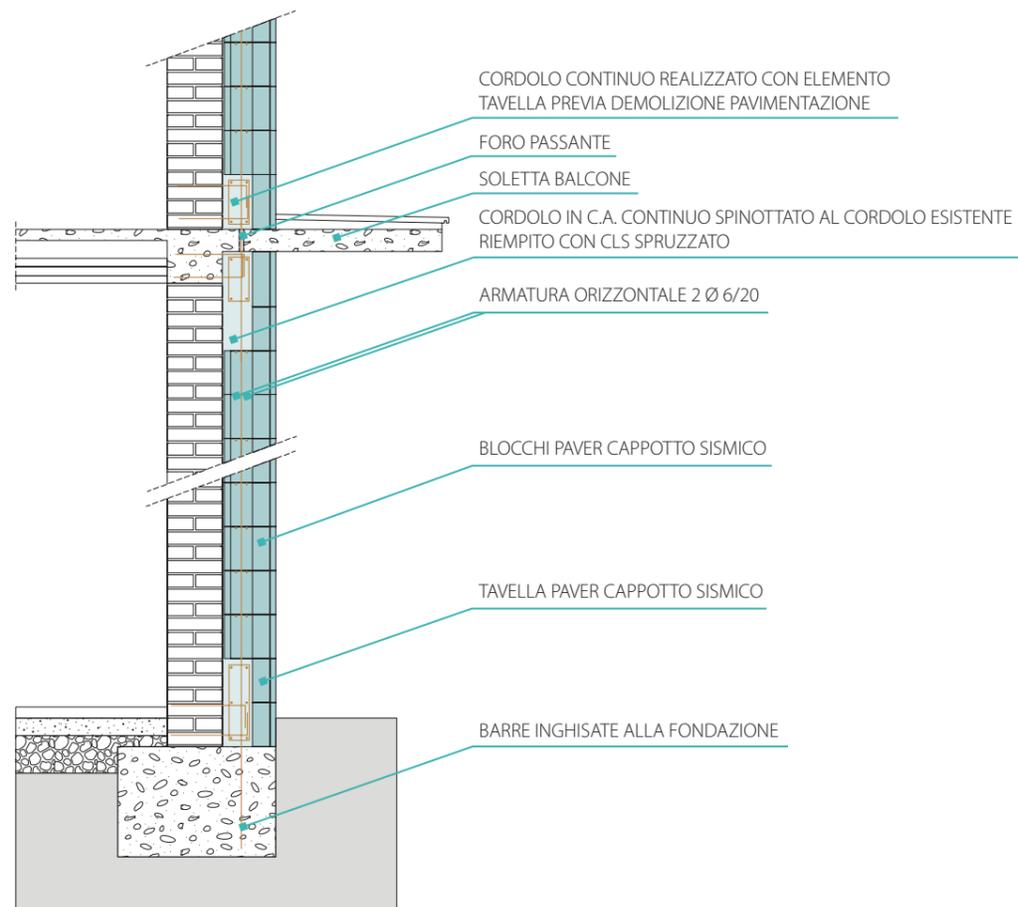
SEZIONE B - B



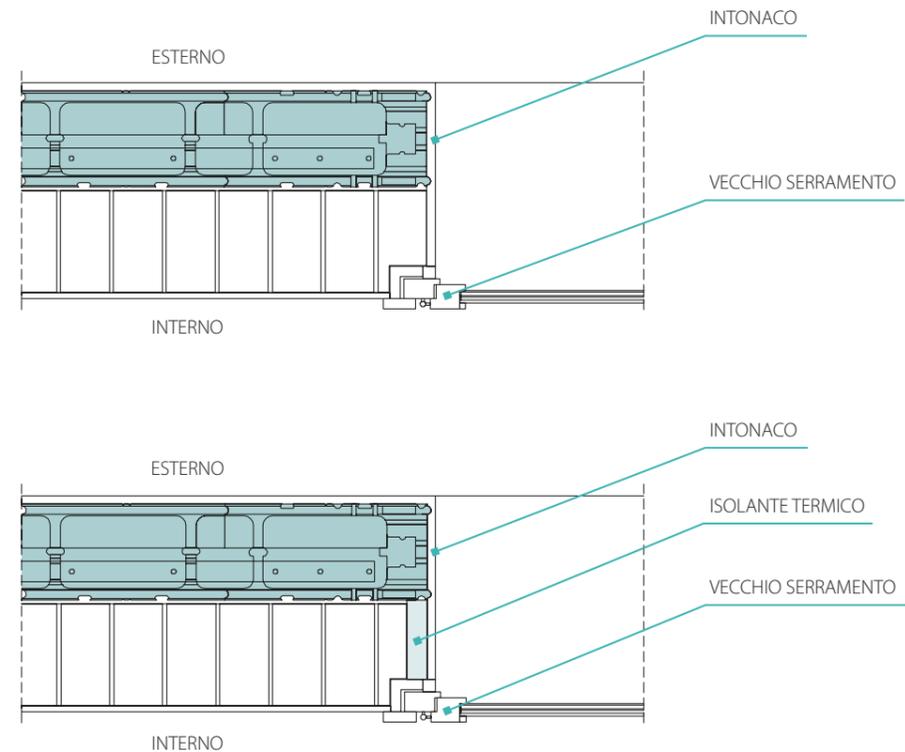
Applicazione sotto gronda - particolare gronda con solaio inclinato



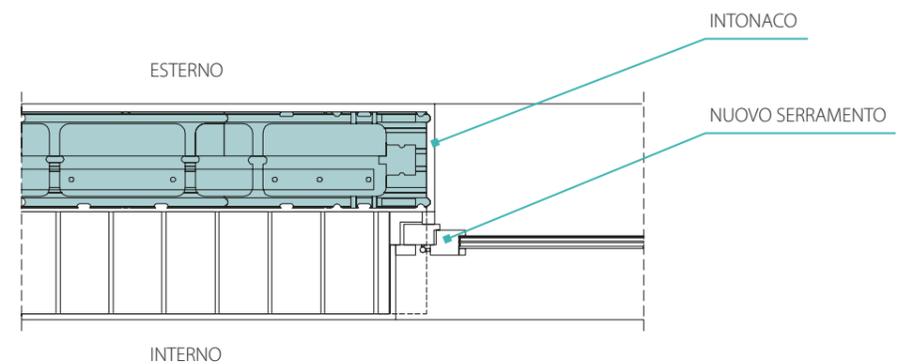
Applicazione su interpiano con balcone



Cappotto sismico con conservazione del vecchio serramento



Cappotto sismico con nuovo serramento



Approccio progettuale

Introduzione

L'utilizzo di pareti di C.A. come rinforzo di strutture esistenti è una tecnica ampiamente diffusa grazie alle caratteristiche medesime delle pareti: la loro geometria le rende dotate di una elevata resistenza a taglio e pertanto in grado di sostenere rilevanti azioni orizzontali, contrariamente a quanto avviene – ad esempio - nel caso dei semplici pilastri, spesso insufficienti nell'assorbire le sollecitazioni derivanti dalle attuali combinazioni sismiche di normativa.

L'inserimento di pareti di taglio in C.A. all'interno di un fabbricato comporta un significativo aumento della rigidità laterale dell'edificio, a cui consegue una minore deformabilità, una riduzione degli effetti del secondo ordine e un aumento della sicurezza nei confronti del collasso, derivante dall'incremento della capacità portante nei confronti dell'azione sismica.

Le considerazioni di cui sopra relative alle "pareti di taglio" valgono:

- Sia nel caso di una **parete ordinaria** di calcestruzzo armato gettata in opera - con caratteristiche geometriche definite da norma (§7.4.4.5);
- Sia nel caso di **pareti in calcestruzzo Esteso Debolmente Armato**.

Per definizione, le pareti in calcestruzzo Esteso Debolmente Armato - EDA - sono un sottogruppo degli elementi parete, estese lungo buona parte del perimetro della pianta strutturale e dotate di idonei provvedimenti per garantire la continuità strutturale così da produrre un efficace comportamento scatolare. La tecnologia costruttiva di queste pareti è nota e la progettazione segue le indicazioni riportate all'interno delle vigenti normative tecniche.

Nelle **pareti EDA rientrano quelle realizzate con blocchi cassero e calcestruzzo debolmente armato, gettato all'interno dei blocchi previo posizionamento di idonea armatura orizzontale e verticale**. Anche in questo caso, il principio di funzionamento è del tutto analogo a quello precedentemente descritto: **la parete in blocchi cassero e calcestruzzo debolmente armato gettato in opera è accoppiata alla struttura esistente (sia essa costituita da pannelli di muratura tradizionali o da un telaio di C.A.), che risulta quindi parzialmente o totalmente scaricata dalle azioni orizzontali che vengono altresì sostenute dal nuovo sistema di elementi primari suddetto**.

In tutti i casi sopra citati, è evidente che un ruolo fondamentale è rivestito dal collegamento che viene inserito tra il nuovo sistema atto al miglioramento/ adeguamento inserito per le azioni orizzontali e la struttura esistente, collegamento che deve essere opportunamente progettato per garantire il trasferimento delle azioni nella maniera corretta tra i due sistemi (i.e. rinforzo + esistente) che lavorano quindi in parallelo.

Il Cappotto Sismico Paver è assimilabile ad una parete Estesa Debolmente Armata (EDA) utilizzata come sistema di rinforzo alla struttura edilizia esistente in muratura o in CA.

Il sistema Cappotto Sismico Paver è stato ideato per essere utilizzato come un sistema che incrementa la resistenza, la rigidità e la capacità dissipativa nei confronti dell'azione sismica della struttura su cui è applicato.

"Il sistema Cappotto Sismico Paver è stato ideato per essere utilizzato come un sistema che incrementa la resistenza, la rigidità e la capacità dissipativa nei confronti dell'azione sismica della struttura su cui è applicato."



Cappotto Sismico Paver è conforme al **D.M. del 17/01/2018**

Il sistema Cappotto Sismico Paver utilizzato come elemento di rinforzo non dissipativo per edifici esistenti in muratura o calcestruzzo armato può essere progettato facendo riferimento alle norme attualmente vigenti:

- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.17/01/2018);
- "Linee guida per sistemi costruttivi a pannelli portanti basati sull'impiego di blocchi cassero e calcestruzzo debolmente armato gettato in opera" emanate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Servizio Tecnico Centrale – Luglio 2011).

Considerando quindi la struttura rinforzata con il Cappotto Sismico Paver come una struttura non dissipativa, la progettazione del Cappotto stesso può essere eseguita rispettando le indicazioni del capitolo 4 delle NTC2018.

Inquadramento normativo

Ad oggi, la progettazione di interventi di miglioramento/adeguamento sismico di strutture esistenti ai requisiti di sicurezza previsti è regolata da quanto contenuto all'interno del Capitolo §8 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.17/01/2018) e dalla corrispondente circolare applicativa (Circ. n.7/2019).

In tal senso, qualora la progettazione dell'intervento di adeguamento/miglioramento preveda l'accoppiamento di un sistema nuovo alla struttura esistente, il sistema "nuovo" **è progettato conformemente a quanto riportato all'interno del D.M.17/01/2018** per le moderne costruzioni.

Ad esempio, qualora l'intervento di adeguamento/miglioramento di una struttura esistente in C.A. preveda l'impiego di setti di calcestruzzo armato (pareti di taglio) che vengono "inserite" all'interno del sistema strutturale esistente, la progettazione di suddette pareti segue:

- quanto previsto per le pareti di C.A. al **capitolo 7** se le pareti sono considerate provviste di comportamento **dissipativo**;
- quanto previsto per le pareti di C.A. contenute al **capitolo 4** se le pareti sono considerate provviste di comportamento **non dissipativo**;

Le indicazioni riportate ai capitoli §7 o §4 per la progettazione delle pareti valgono per **pareti di C.A. ordinarie e per pareti di calcestruzzo esteso debolmente (EDA), sia nel caso in cui si adotti un comportamento di tipo dissipativo sia nel caso in cui si adotti in comportamento di tipi non dissipativo dell'elemento medesimo**.

Qualora la parete di taglio impiegata come elemento di rinforzo sia realizzata con un sistema tipo blocchi cassero e successivo getto di calcestruzzo debolmente armato (con opportuno posizionamento delle armature verticali e orizzontali), oltre a quanto riportato nelle NTC2018, **valgono le indicazioni contenute all'interno delle "Linee guida per sistemi costruttivi a pannelli portanti basati sull'impiego di blocchi cassero e calcestruzzo debolmente armato gettato in opera" emanate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** (Servizio Tecnico Centrale).

Quanto contenuto nelle Linee Guida del Ministero in merito ai metodi di

modellazione ed analisi strutturale (lineare/non lineare, statica/dinamica), combinazione delle azioni/degli effetti e metodi di verifica (combinazione SLU/SLV – verifiche nei confronti delle sollecitazioni di pressoflessione deviata, compressione media e instabilità, taglio trazione, taglio compressione e taglio per scorrimento nelle zone dissipative; combinazione SLE – verifica della compatibilità dei drift di interpiano) segue esattamente quanto indicato dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni.

Precisazioni ulteriori sono altresì fornite dalle Linee Guida per quanto riguarda:

- i modelli di calcolo per la determinazione dello spessore equivalente delle pareti data la presenza del getto discontinuo;
- i fattori di comportamento da impiegare nel caso in cui si adotti tale sistema strutturale per le nuove realizzazioni con comportamento dissipativo ($q > 1.50$), derivanti dalle prove sperimentali e dalle successive elaborazioni/interpretazioni riportate nel rapporto tecnico di cui sopra specificato (Report EUCENTRE 2011).

Riassumendo e citando testualmente quanto riportato *“Le Linee Guida forniscono, ai sensi del capitolo §12 delle Norme Tecniche, i riferimenti teorici e sperimentali e le indicazioni progettuali e costruttive, per la progettazione ed il calcolo di edifici realizzati con sistemi costruttivi a pannelli portanti basati sull’impiego di blocchi cassero e calcestruzzo debolmente armato gettato in opera”*. Quindi, le indicazioni riportate nelle Linee Guida possono essere validamente seguite da ingegneri e professionisti del settore che vogliano applicare la tecnologia delle pareti di calcestruzzo armato (debolmente armato) e blocchi cassero.

Modellazione strutturale

Ai fini di una corretta valutazione è consigliabile modellare la struttura sia nella configurazione pre-intervento che nella configurazione post-intervento, avendo cura di mantenere separati i nodi e gli elementi del modello delle pareti di rinforzo da quelli della struttura dell’edificio esistente. Il loro collegamento dovrà avvenire per mezzo di opportuni elementi applicati a livello degli impalcati; questi dovranno essere in grado di simulare il comportamento degli spinotti di collegamento. La rigidità a taglio di uno spinotto è sufficientemente alta da poter considerare l’elemento, con un livello di approssimazione considerato accettabile, rigido.

Nell’ambito della modellazione è consigliabile fare riferimento alla geometria dell’elemento in calcestruzzo che si ottiene attraverso il getto all’interno dell’intercapedine creata dai blocchi cassero utilizzando quindi elementi finiti in grado di rappresentarne l’effettiva rigidità membranale e flessionale. Inoltre, è opportuno che il contributo strutturale dei blocchi cassero sia trascurato nell’ambito della modellazione come già indicato dalla suddetta Linea Guida per gli ambiti applicativi canonici (nuove realizzazioni).

Per quanto riguarda la **determinazione dello spessore equivalente da utilizzare in fase di modellazione della parete di rinforzo** (parete estesa debolmente armata di rinforzo realizzata mediante l’impiego dei blocchi cassero), **è possibile fare riferimento a quanto riportato al punto 7.2 delle Linee Guida per Sistemi Costruttivi basati sull’impiego dei blocchi cassero.**

"Ai fini di una corretta valutazione è consigliabile modellare la struttura sia nella configurazione pre-intervento che nella configurazione post-intervento"

Per quanto riguarda l’analisi strutturale, è consigliabile valutare le prestazioni delle strutture mediante un’analisi dinamica modale con spettri di risposta.

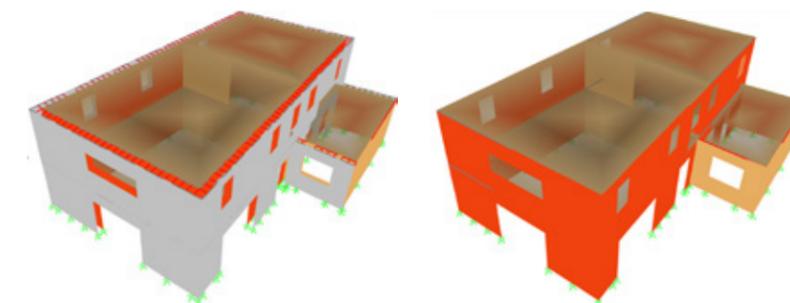
Il sistema costruttivo Cappotto Sismico Paver è composto da blocchi cassero (spessore 235 mm) di calcestruzzo alleggerito al cui interno, in una porzione della cavità, è inserito uno strato di materiale isolante in polistirene grafitato di spessore pari a 80 mm. La parte restante della cavità del blocco cassero, caratterizzata da uno spessore di 100 mm, è quindi riempita di calcestruzzo previo posizionamento di idonea armatura verticale ed orizzontale. Nella fase esecutiva di cantiere, i blocchi cassero vengono posati a secco per essere riempiti di calcestruzzo dopo l’inserimento dell’armatura, dimensionata e organizzata per garantire un adeguato comportamento strutturale del manufatto risultante. Il getto di calcestruzzo risulta, conseguentemente, discontinuo a causa della presenza delle nervature del blocco cassero.

Si realizzano così pannelli portanti di calcestruzzo debolmente armato, analoghi - seppure con finalità e dimensioni differenti - a quelli attualmente regolamentati e progettati secondo le indicazioni fornite dalle Linee Guida Ministeriali per Sistemi Costruttivi basati sull’impiego del blocco cassero del 2011.

Il **collegamento a livello dei solai** è di semplice realizzazione (sempre ovviamente con riferimento alle dovute accortezze necessarie con manufatti esistenti) **in presenza di cordoli di C.A.** a livello degli implacati. In tal caso, si possono **prevedere idonei spinotti in acciaio inghisati nel cordolo esistente e gettati nel cordolo realizzato in corrispondenza degli impalcati durante il getto delle pareti di rinforzo**, il tutto ovviamente da dimensionare opportunamente. **Nel caso in cui, invece, la costruzione esistente non presenti cordoli, sarà necessario approntare un sistema in acciaio o in calcestruzzo atto a realizzare un collegamento di piano a cui agganciare il sistema di rinforzo, realizzato sempre mediante degli spinotti o delle zanche da annegare nel cordolo del Cappotto Sismico.**

Qualsiasi tipo di collegamento deve necessariamente essere oggetto di verifiche di resistenza conformemente a quanto previsto dalle vigenti normative tecniche.

Particolare attenzione deve inoltre essere devoluta alla realizzazione dei collegamenti in corrispondenza dei cantonali d’angolo, predisponendo idonea armatura atta a garantire un efficace collegamento.



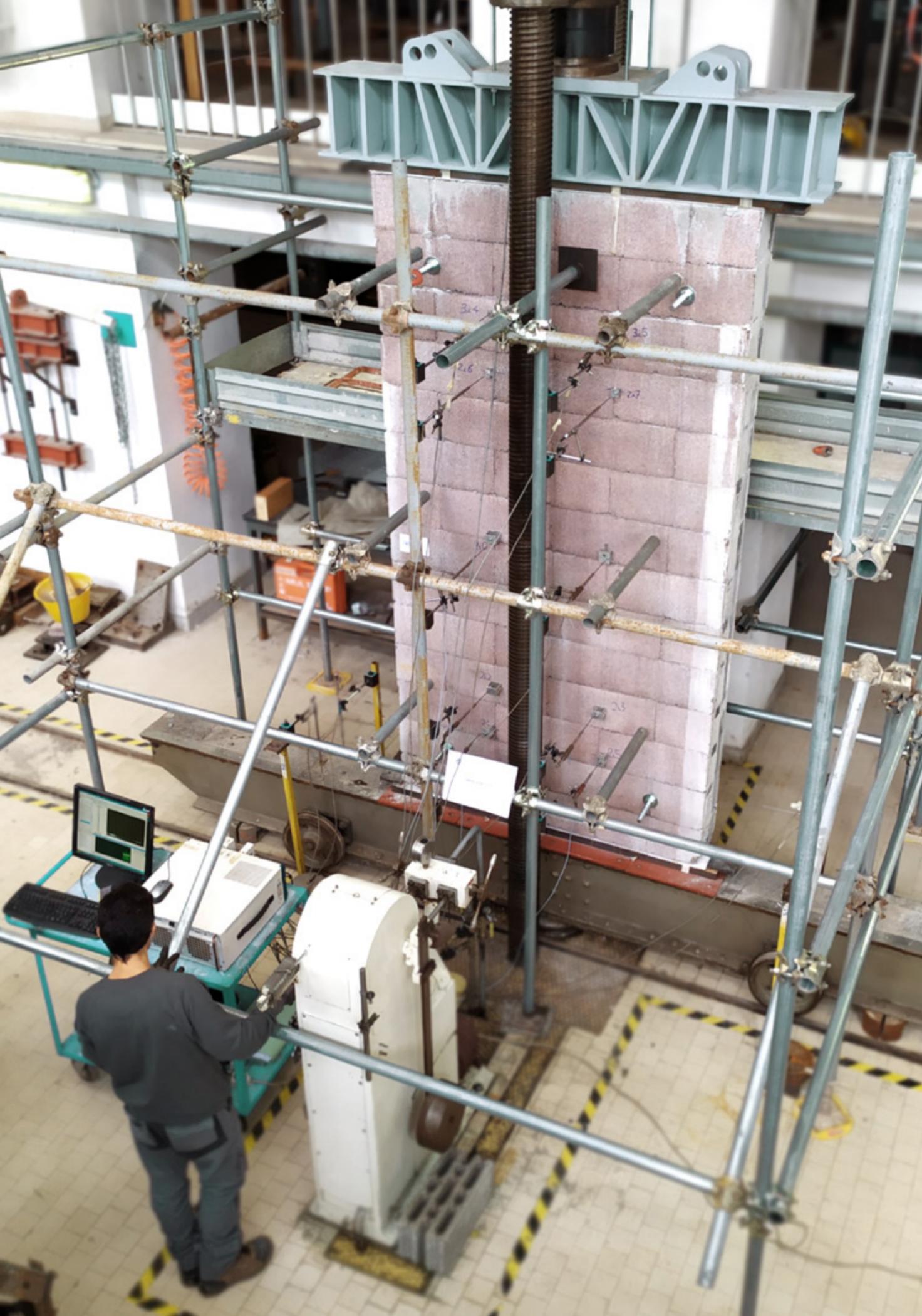
La campagna sperimentale

Prove di laboratorio

Per la determinazione del comportamento strutturale del sistema di rinforzo proposto e del sistema combinato esistente+rinforzato (nel caso sia di struttura esistente di muratura sia di calcestruzzo armato) è stata organizzata dall'**Università di Pisa**, presso il Laboratorio Ufficiale per le Esperienze sui Materiali da Costruzione, un'apposita **campagna sperimentale** (*Sistemi di rinforzo di costruzioni esistenti con pareti di taglio in calcestruzzo debolmente armato*).

Le prove hanno permesso di comprendere in maniera approfondita la redistribuzione delle azioni orizzontali tra sistema di rinforzo e struttura esistente, il meccanismo di trasferimento delle sollecitazioni, le modalità di progettazione e i requisiti che devono avere i sistemi di collegamento e, conseguentemente, a fornire indicazioni in merito all'effettivo comportamento dissipativo della struttura ottenuta.

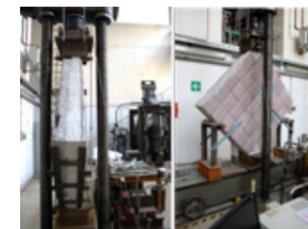
Per maggiori informazioni: cappottosismico@paver.it



Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale
Università di Pisa

Sistemi di rinforzo di costruzioni esistenti con pareti di taglio in
calcestruzzo debolmente armato

Le attività dell'Università di Pisa



Gruppo di Lavoro

Prof. Ing. Walter Salvatore
Ing. Silvia Caprili
Ing. Gemma Simonetti

Il responsabile scientifico
Prof. Ing. Walter Salvatore

Il Direttore del Dipartimento
Prof. Ing. Maria Vittoria Salvetti

Pisa, 24 marzo 2021

Prof. Ing. Walter Salvatore - Professore Ordinario di Tecnica delle Costruzioni
Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale - Sede di Strutture - Largo L. Lazzarino 1 - 56122 Pisa
Tel. +39.050.2218225 - Cell. +39 333.9416676 - E-mail: walter@ing.unipi.it

Voce di capitolato

Sistema costruttivo per il rinforzo strutturale e per il miglioramento del fabbisogno energetico degli edifici in muratura portante o intelati in cemento armato.

Il Sistema costruttivo di rinforzo a pannelli in calcestruzzo debolmente armato, è realizzato con l'impiego di blocchi cassero confezionati in calcestruzzo alleggerito leca, densità 700 kg/m³ +- 10%, e integrati con inserto isolante in polistirene grafitato inserito in una parte della cavità interna. I blocchi sono dotati di incastri maschio e femmina verticali e orizzontali per consentire la posa a secco degli elementi, e con un successivo getto strutturale da eseguirsi in opera ogni 1,50 m circa di altezza, con cls di classe di resistenza minima C25/30 (fluidità minima S4 – consigliata S5), dimensioni massima inerte < 10 mm. I blocchi cassero sono dotati di opportuni alloggi per la disposizione dell'armatura orizzontale ogni corso (passo 20 cm) e di quella verticale (passo 25 cm). La parete grezza del solo elemento Cappotto avrà una resistenza termica di base R pari a 2,56 m²k/W ed un potere fonoisolante di base pari a Rw 55 db. Alle prestazioni di base dovranno essere sommate le prestazioni della parete preesistente.

I blocchi, provvisti di marcatura CE secondo la norma EN 15435, di modularità mm 200x500, rispondono ai requisiti CAM (CRITERI AMBIENTALI MINIMI) di cui al DM del ministero dell'ambiente 11/10/2017.

Sono compresi gli oneri per la formazione di spalle e relativi pezzi speciali, eventuali ancoraggi alla fondazione e quant'altro occorre per eseguire la muratura a regola d'arte.

CREDITS

Concept and art direction copywriting
faserem srl

Graphic design and layout
faserem srl

Virtual images
faserem srl (p. 2, 8, 9, 10 - 17, 24 - 25)

Photography
©hiphoto39 - stock.adobe.com (copertina)
©Luciano Mortula - LGM - stock.adobe.com (p. 4)
©faserem srl (p. 22)
©Università di Pisa (p. 34)

Postproduction
faserem srl

Paver costruzioni S.p.a. si riserva il diritto di apportare in qualsiasi momento e senza preavviso tutte quelle modifiche che ritenesse opportune dal punto di vista produttivo e commerciale. I dati dimensionali sono indicativi e le tonalità cromatiche possono variare in funzione della miscela delle materie prime utilizzate in fase produttiva.



PaverLIFE



Blocchi



PaverVIA



PaverINDUSTRY



PaverAGRI



PIACENZA
St. di Cortemaggiore 25
Piacenza
T 0523 599611
F 0523 599625
paverpc@paver.it



FERRARA
Via Ferrara 31
Poggio Renatico
T 0532 829941
F 0532 824807
paverfe@paver.it



PISTOIA
Via Nociaccio 10
Ponte Buggianese
T 0572 93251
F 0572 932540
paverpt@paver.it



www.paver.it