



In caso di terremoto
CON NOI PUOI STARE TRANQUILLO.

GENIALE
CAPPOTTO
SISMICO®



IL PROBLEMA



LA SOLUZIONE



IL RISULTATO

GENIAL
CAPPOTTO
SISMICO®

Sicurezza nei confronti dell'azione sismica
Efficienza energetica dell'involucro edilizio

INDICE

1. Introduzione.....	pag. 02
2. Il sistema	pag. 04
3. Vantaggi	pag. 06
4. Dati tecnici.....	pag. 08
5. Dettagli costruttivi	pag. 10
6. Modellazione	pag. 14
7. Predimensionamento	pag. 16
8. Posa in opera	pag. 18
9. Finiture.....	pag. 24
10. Cappotto armato	pag. 26
11. Campagna sperimentale	pag. 28
12. Referenze	pag. 32
13. Riferimenti normativi.....	pag. 36
14. Incentivi	pag. 38

Cos'è un terremoto

Un terremoto (dal latino terrae motu ossia movimento della terra) è un rapido movimento della superficie terrestre dovuto al brusco rilascio dell'energia accumulatasi all'interno della Terra in un punto ideale chiamato ipocentro o fuoco. Il punto sulla superficie terrestre, posto sulla verticale dell'ipocentro, è detto epicentro.

La Teoria della tettonica a placche, elaborata intorno agli anni '60 del secolo scorso, ha consentito di individuare e approfondire la genesi dei terremoti, ciononostante il sisma resta un evento **imprevedibile** i cui effetti possono essere mitigati solamente adottando misure di **prevenzione** che incrementino la sicurezza delle strutture esistenti.

Il rischio sismico

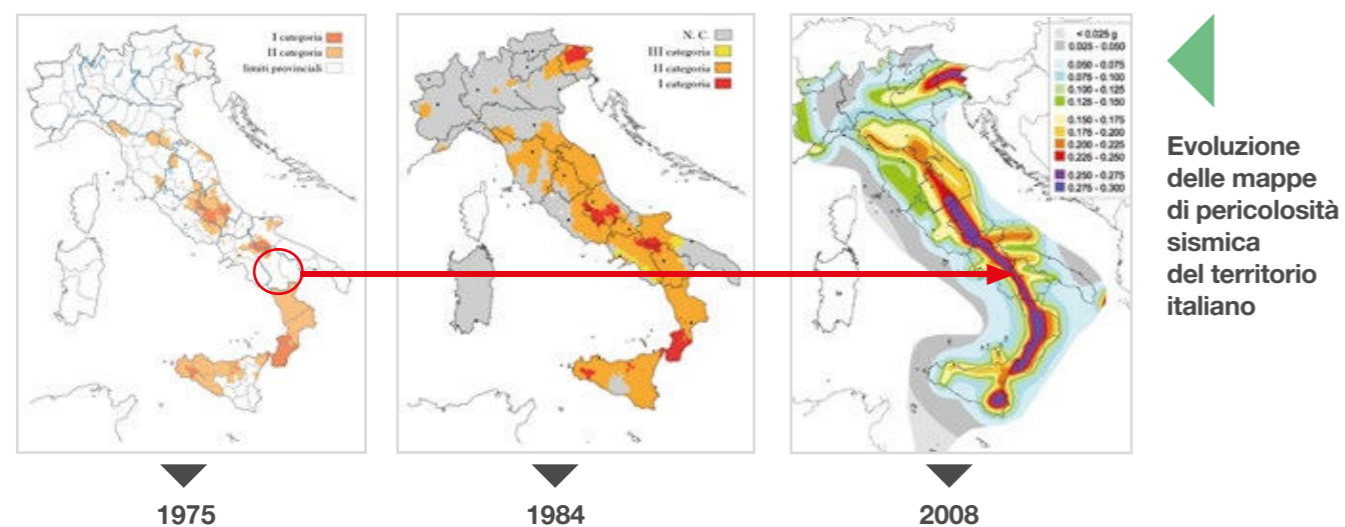
Il rischio sismico è un indice probabilistico per la valutazione del livello di danno atteso riscontrabile in un fissato periodo temporale. Il rischio sismico di una determinata zona geografica dipende da tre fattori:

- **Pericolosità sismica:** esprime la probabilità che in quell'area si osservi un certo valore di scuotimento (accelerazione, intensità, ecc.) in un fissato intervallo temporale;
- **Vulnerabilità:** indica la propensione di un edificio a subire danni o alterazioni in seguito ad un determinato scuotimento;
- **Esposizione:** consiste nella quantificazione (economica, sociale, ecc.) di tutto ciò che potrebbe essere esposto al rischio sismico.

Tra i tre fattori indicati, l'unico sul quale è possibile intervenire al fine di ridurre il rischio sismico è la vulnerabilità sismica in quanto questa è strettamente correlata alle caratteristiche strutturali degli edifici.

Il rischio sismico in Italia

L'Italia è caratterizzata per frequenza ed intensità dei fenomeni da un livello di pericolosità sismica medio-alto, per fragilità del patrimonio costruito e infrastrutturale da un grado di vulnerabilità elevato e per densità abitativa e patrimonio storico, artistico e monumentale da un valore di esposizione elevatissimo. La nostra penisola è dunque contraddistinta da un elevato rischio sismico in termini di potenziali danni umani, costruttivi ed economici. Per tale ragione risulta necessario intervenire sugli edifici esistenti mediante sistemi di miglioramento che ne incrementino la qualità strutturale.



Il patrimonio edilizio in Italia

La maggior parte degli edifici italiani ad uso residenziale (circa il 77%) è stato realizzato prima del 1981, quando solo il 25% circa del territorio era classificato come sismico. Questo comporta che gli edifici realizzati in zone all'epoca classificate come "non sismiche" presentino un rilevante deficit di protezione nei confronti dei terremoti.

In aggiunta, il patrimonio edilizio esistente è caratterizzato anche da un elevato deficit di isolamento termico, essenzialmente derivante dal ritardo legislativo nell'adozione di opportuni criteri di progettazione dell'isolamento termico dell'involucro edilizio. Infatti prima dell'entrata in vigore della legge n.10 del 1991, la progettazione degli edifici avveniva senza alcuna verifica della capacità di limitazione della dispersione del calore da parte delle pareti e dei solai.

Mappa della Sismicità Storica tra il 1000 e il 2006



LA NOSTRA SOLUZIONE: GENIALE CAPPOTTO SISMICO®

L'importanza sociale derivante dalla grande quantità di edifici caratterizzati da ridotte prestazioni termiche e sismiche ha imposto la necessità di definire tecniche di intervento mirate alla riduzione della vulnerabilità sismica e all'incremento dell'efficienza energetica nell'ambito di un approccio integrato.

Per tali ragioni la nostra azienda, da sempre impegnata nel mercato delle nuove costruzioni con tecnologie costruttive all'avanguardia, ha spostato il proprio focus sullo sviluppo di

un sistema di miglioramento integrato volto ad incrementare la qualità dell'edificato esistente sotto entrambi i punti di vista.

L'evoluzione del sistema costruttivo con cambio di destinazione d'uso, frutto di una approfondita campagna di ricerca e sviluppo condotta in collaborazione con l'Università degli Studi di Padova, ha portato alla nascita del **Geniale Cappotto Sismico®**, un'innovativa soluzione tecnologica progettata a misura in funzione del miglioramento delle prestazioni sismiche ed energetiche.

Geniale Cappotto Sismico® è un'innovativa soluzione tecnologica che, mediante un intervento combinato che massimizza il rapporto costi/benefici, garantisce l'efficientamento sismico ed energetico degli edifici esistenti.



Applicato all'esterno del fabbricato per realizzare una nuova "pelle" sismo-resistente, è costituito da una lastra sottile in calcestruzzo armato gettato in opera all'interno di due strati di materiale isolante preinseriti in una maglia tridimensionale in acciaio zincato.

Il getto e l'armatura di rinforzo, opportunamente dimensionati in fase di progetto, vengono resi solidali alla struttura esistente mediante l'inserimento di opportuni ancoraggi disposti a livello delle fondazioni e dei cordoli di piano.

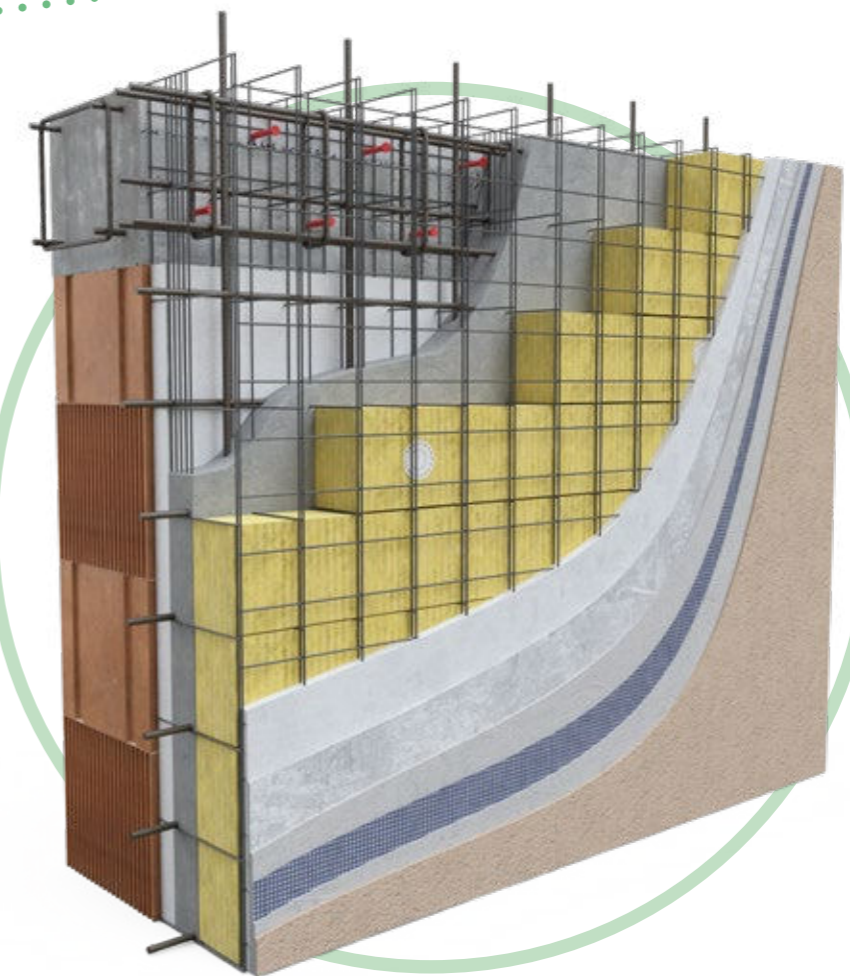
Inoltre per migliorare il comportamento a flessione della lastra ed inibire il rischio di instabilità fuori piano è possibile prevedere la realizzazione di ulteriori allargamenti di getto orizzontali e verticali, definiti nervature.

Infine **la maglia tridimensionale in acciaio zincato, caratteristica unica di Ecosism®**, consente di semplificare le operazioni di posa in opera delle armature strutturali, di minimizzare gli sfridi di cantiere e di realizzare uno strato di finitura ad intonaco particolarmente solida che garantisce la massima protezione del materiale isolante da urti accidentali ed agenti atmosferici, preservandolo nel tempo.

Geniale Cappotto Sismico® viene prodotto a misura sulla base del rilievo delle facciate ed in funzione dei progetti strutturale e termotecnico sviluppati dai tecnici incaricati.

Geniale Cappotto Sismico® può essere progettato per diversi livelli di incremento delle prestazioni sismiche ed energetiche, in funzione degli spessori e dei materiali utilizzati.

Inoltre adottando specifici materiali isolanti è possibile garantire sia il miglioramento delle performance energetiche che l'incremento dell'isolamento acustico e della resistenza al fuoco dell'edificio.



Il brevetto, validato mediante prove cicliche su campioni in scala reale, è stato concepito e sviluppato in collaborazione con l'Università degli Studi di Padova (Dipartimento ICEA).

**EFFICIENZA**

Il Cappotto Sismico permette di raggiungere due risultati contemporaneamente, riducendo le fasi di lavorazione e di conseguenza, i tempi e i costi di realizzazione.

**MINIMA INVASIVITÀ**

Il Cappotto Sismico viene realizzato principalmente sulla superficie esterna dell'edificio, garantendone la continuità di utilizzo anche durante l'applicazione, a differenza della maggior parte dei sistemi di miglioramento/adeguamento sismico presenti oggi sul mercato.

**PRECISIONE**

La maglia metallica Ecosism® permette di garantire il corretto posizionamento delle barre di armatura all'interno dello strato di calcestruzzo. In questo modo, anche se lo spessore è ridotto, è possibile garantire un copriferro adeguato.

**OTTIMIZZAZIONE**

Il Cappotto Sismico non necessita di cassetta, poiché gli strati di isolante hanno anche la funzione di contenere il getto di calcestruzzo strutturale realizzato in opera.

**ECONOMICITÀ E GARANZIA**

Proponendo una soluzione unica per il miglioramento delle prestazioni energetiche e sismiche dell'edificio, si ha la possibilità di affidare ad un'unica impresa la realizzazione dell'intero intervento, che non comporta ulteriori lavorazioni successive. Ciò permette di contenere i costi di realizzazione ed avere la garanzia del risultato.



- PERSONALIZZAZIONE
- FINITURA
- RAPIDITÀ
- TRASPIRABILITÀ

Nota: vedi capitolo 10 pag. 26

**CAMPI D'APPLICAZIONE**

Geniale Cappotto Sismico® può essere applicato a:

- edifici a **telaio in c.a.**
- edifici in **muratura portante**

Il miglioramento/adeguamento sismico mediante posa in opera di Geniale Cappotto Sismico® rientra nell'ambito degli **interventi di tipo globale**, con l'obiettivo di riqualificare l'intero organismo strutturale.

Per tale ragione la condizione di intervento più favorevole è quella in cui è consentita la posa in opera sull'intero corpo di fabbrica.

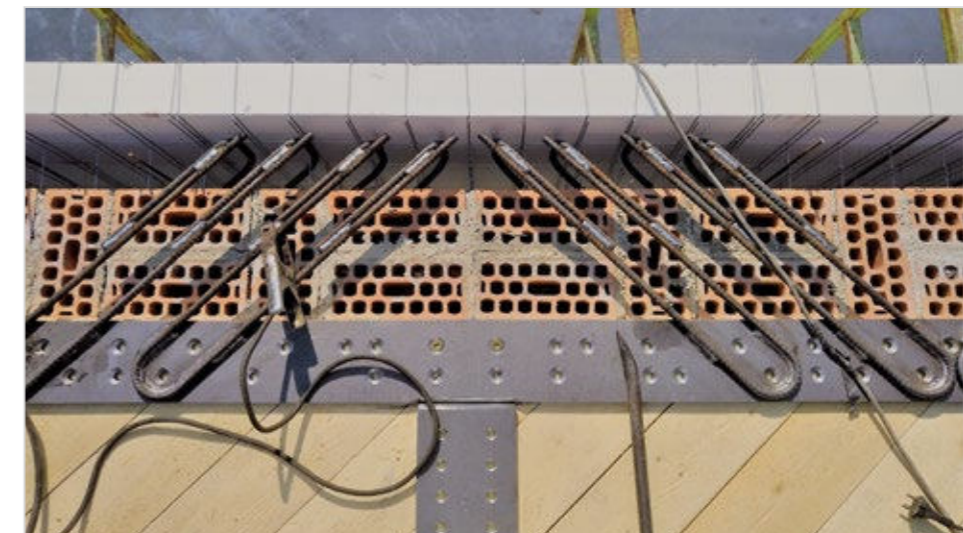
L'elevato grado di libertà progettuale offerto dalla tecnologia Ecosism garantisce però di intervenire su quasi **tutte le tipologie** di edifici anche attraverso l'integrazione con altre soluzioni di rinforzo strutturale.

I **requisiti** più importanti sono certamente:

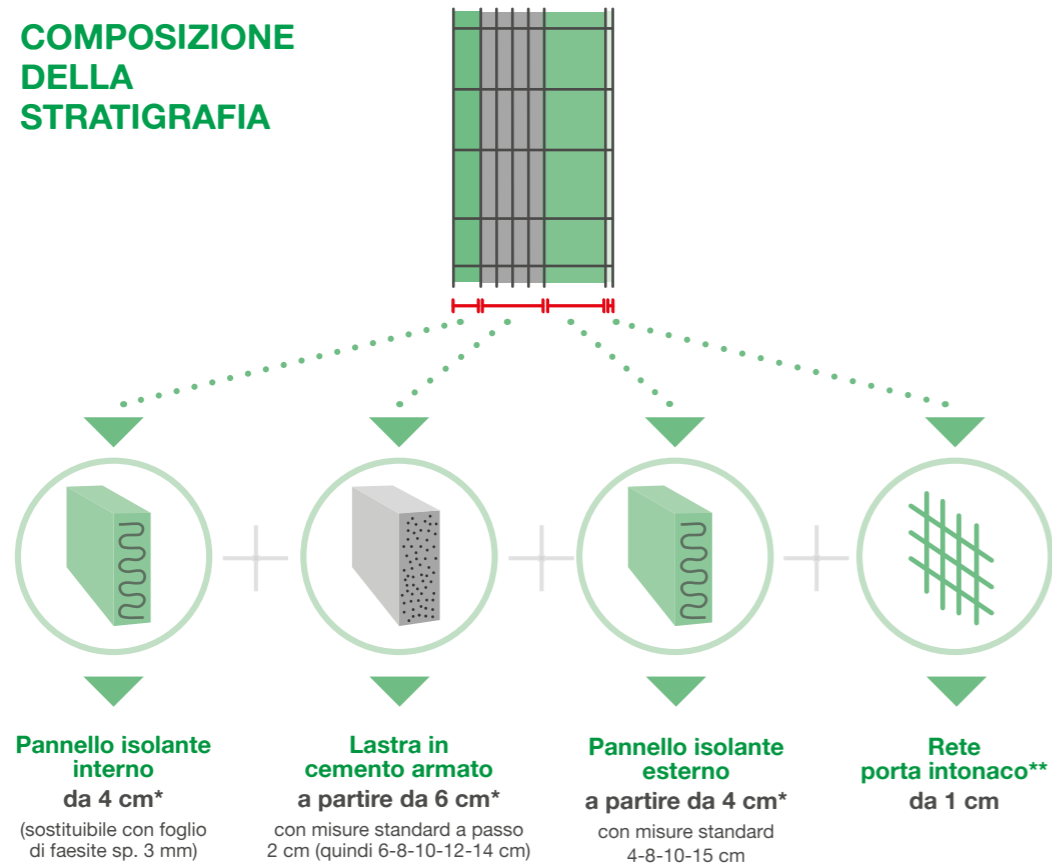
- la presenza di **solai rigidi**
- la **continuità dei sistemi resistenti verticali**



Costituiscono elemento preferenziale il fatto che l'edificio sia **strutturalmente indipendente** e che presenti **cordoli in c.a.**



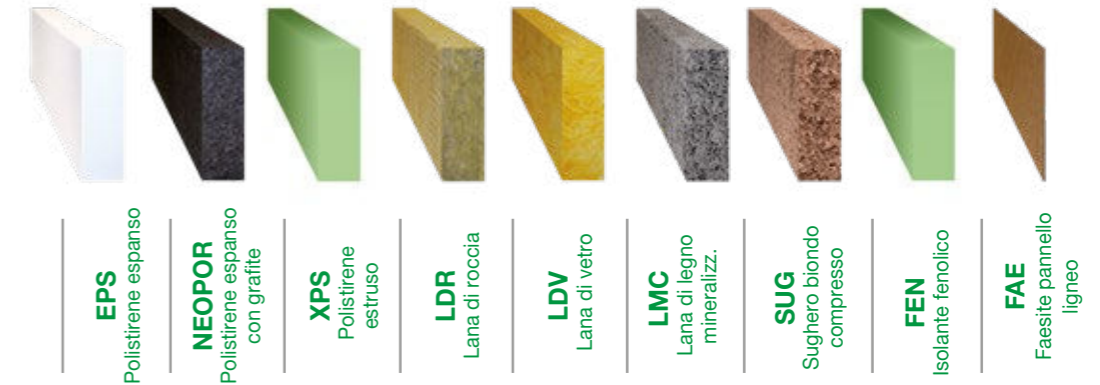
Banco prove - applicazione del Cappotto Sismico su solaio in legno senza cordoli

COMPOSIZIONE
DELLA
STRATIGRAFIA

* dimensioni fuori standard disponibili su richiesta, fino a uno spessore complessivo del pacchetto di 52 cm

** dimensioni fuori standard disponibili su richiesta, minimo 4 mm per rasatura armata

ISOLANTI



Conducibilità λ_0 [W/mK]	0.034	0.031	0.036	0.038	0.037	0.065	0.041	0.020	0.240
Densità ρ [kg/m ³]	25	25	33	150	80	420	150	35	900
Reazione al fuoco [EUROCLASSE]	E	E	E	A1	A2	B	E	B	-
Resistenza a compressione [kPa]	150	150	300	70	40	200	-	130	-
Resistenza al passaggio di vapore acqueo μ [-]	30-70	30-70	50-150	1	1	5	10-15	58	-

CONFRONTO PRESTAZIONI TERMICHE PRIMA-DOPO SU PARETE ESISTENTE

1

	PARETE TIPO 1	Trasmittanza termica [W/mK]	Trasmittanza termica periodica [W/mK]	Sfasamento [h]
Prestazioni iniziali	Muratura "a cassa vuota" con forato in laterizio esterno da 12 cm e interno da 8 cm con intercapedine di aria da 5 cm, intonacata	1,07	0,66	6,4
Prestazioni dopo l'applicazione di Geniale Cappotto Sismico® *	4 cm EPS + 6 cm c.a. + 4 cm EPS	0,34 (-68%)	0,01 (-99%)	11,7 (+83%)
	4 cm EPS + 10 cm c.a. + 10 cm EPS	0,23 (-79%)	<0,01 (-99%)	16,7 (+161%)
	4 cm EPS + 14 cm c.a. + 15 cm EPS	0,18 (-83%)	<0,01 (-99%)	17,8 (+178%)

*compreso intonaco esterno rinforzato

2

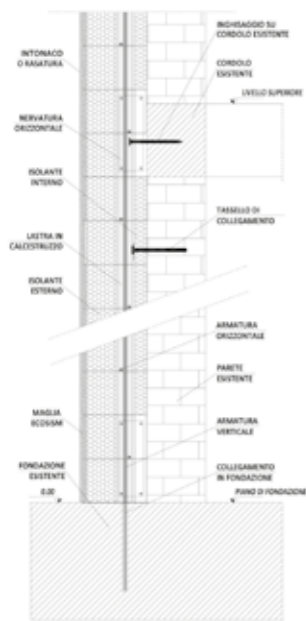
	PARETE TIPO 2	Trasmittanza termica [W/mK]	Trasmittanza termica periodica [W/mK]	Sfasamento [h]
Prestazioni iniziali	Muratura "a due teste" in mattoni di laterizio da 25 cm, intonacata	1,89	0,6	8,8
Prestazioni dopo l'applicazione di Geniale Cappotto Sismico® *	4 cm EPS + 6 cm c.a. + 4 cm EPS	0,39 (-79%)	0,01 (-99%)	17,1 (+94%)
	4 cm EPS + 10 cm c.a. + 10 cm EPS	0,25 (-87%)	<0,01 (-99%)	18,2 (+107%)
	4 cm EPS + 14 cm c.a. + 15 cm EPS	0,19 (-90%)	<0,01 (-99%)	19,3 (+119%)

*compreso intonaco esterno rinforzato



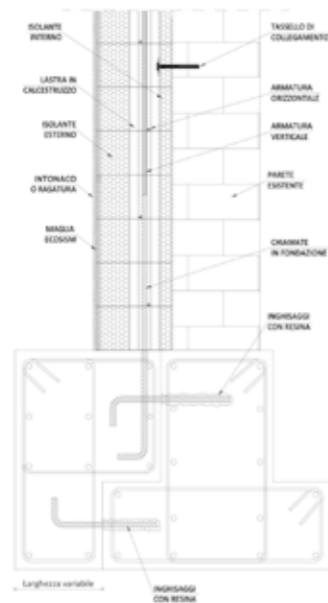
1

COLLEGAMENTO IN FONDAZIONE E SU CORDOLO DI PIANO



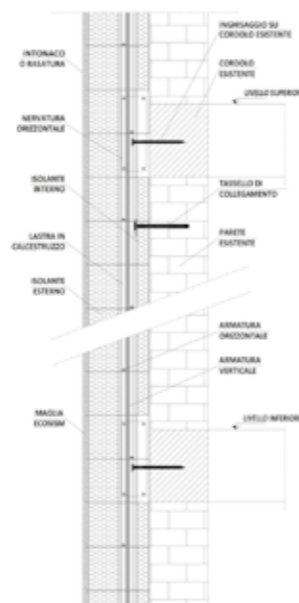
2

COLLEGAMENTO CON FONDAZIONE RINFORZATA



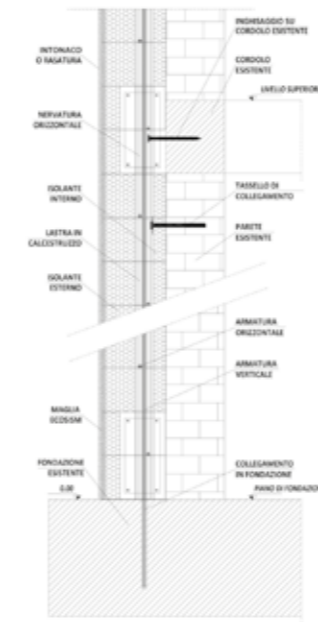
3

COLLEGAMENTO SU CORDOLI DI PIANO



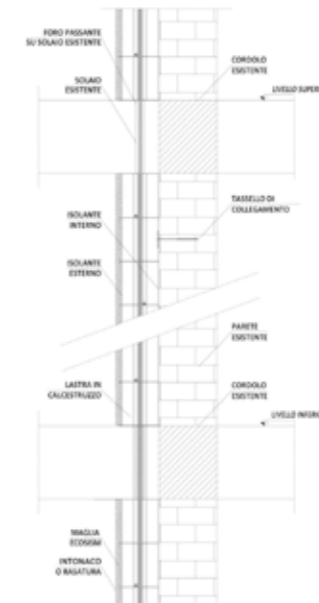
4

COLLEGAMENTO IN FONDAZIONE E SU CORDOLO DI PIANO CON ALLARGAMENTO DELLA NERVATURA ORIZZONTALE



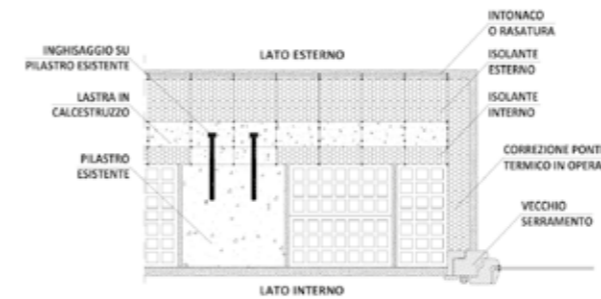
5

APPLICAZIONE INTERNA



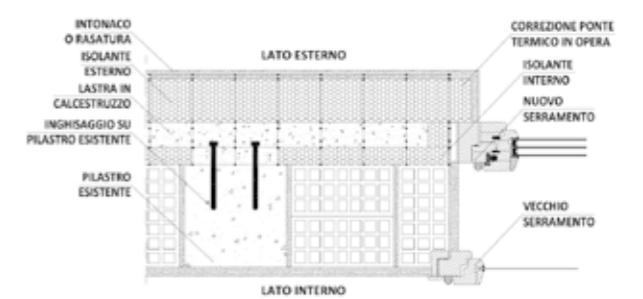
6.1

NODO TECNOLOGICO CAPPOTTO SISMICO / SERRAMENTO CON NERVATURA VERTICALE SENZA SOSTITUZIONE DEL VECCHIO SERRAMENTO



6.2

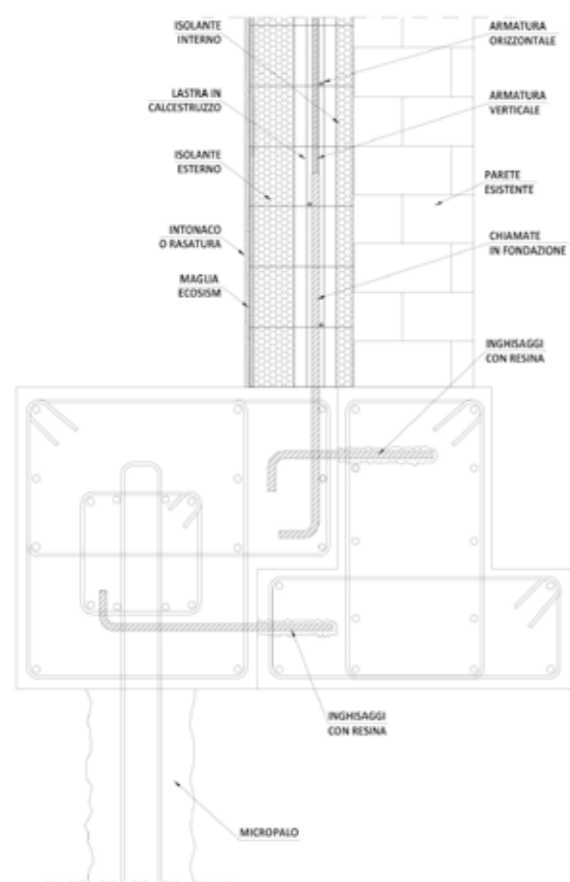
NODO TECNOLOGICO CAPPOTTO SISMICO / SERRAMENTO CON NERVATURA VERTICALE E SOSTITUZIONE DEL VECCHIO SERRAMENTO





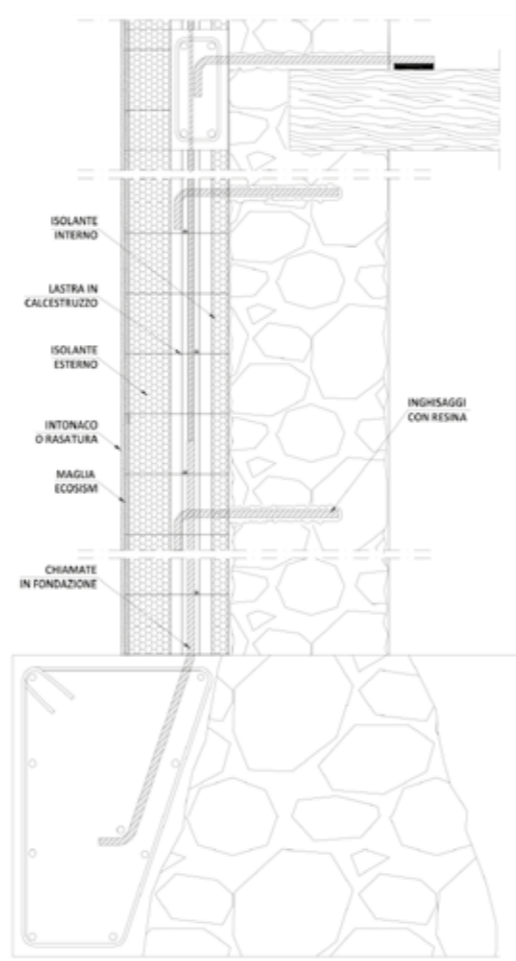
7

COLLEGAMENTO IN FONDAZIONE
RINFORZATA SU MICROPALI



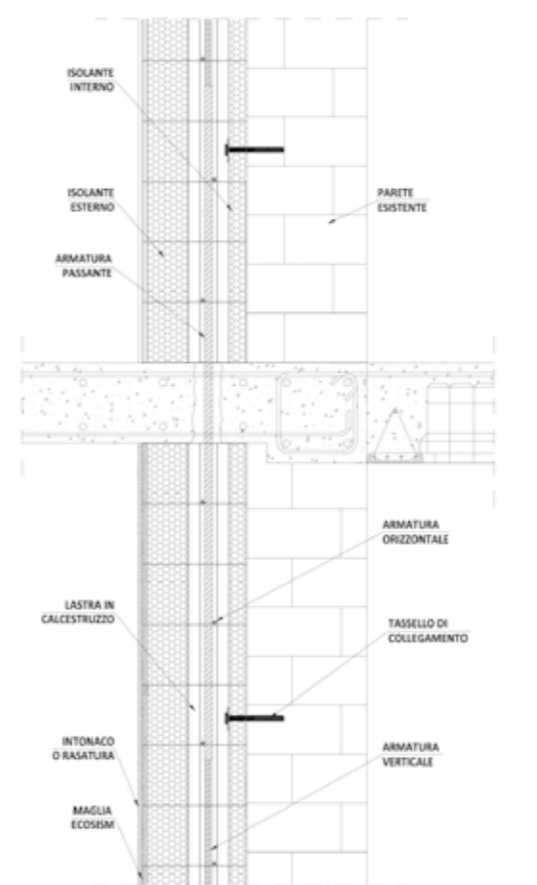
8

APPLICAZIONE
SU PARETE IN PIETRA



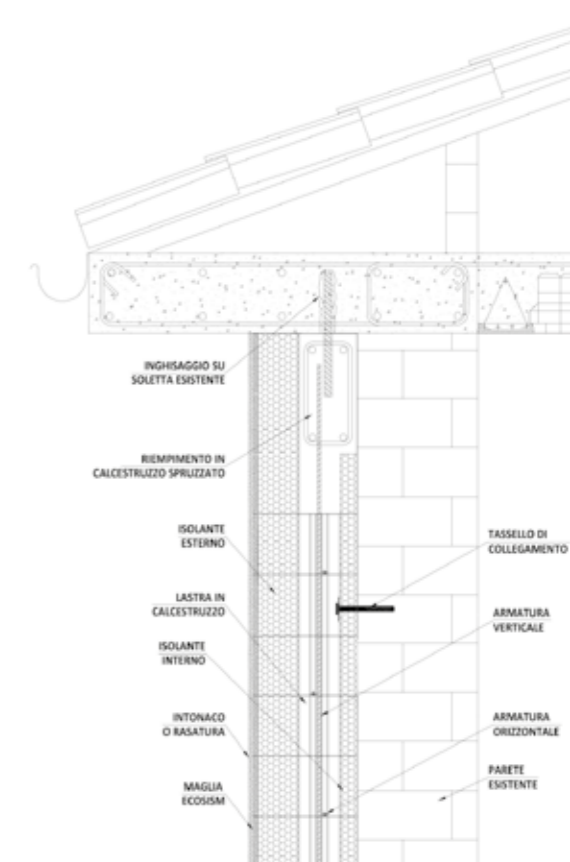
9

ATTRAVERSAMENTO
TERRAZZO



10

COLLEGAMENTO
SOTTOGRONDA



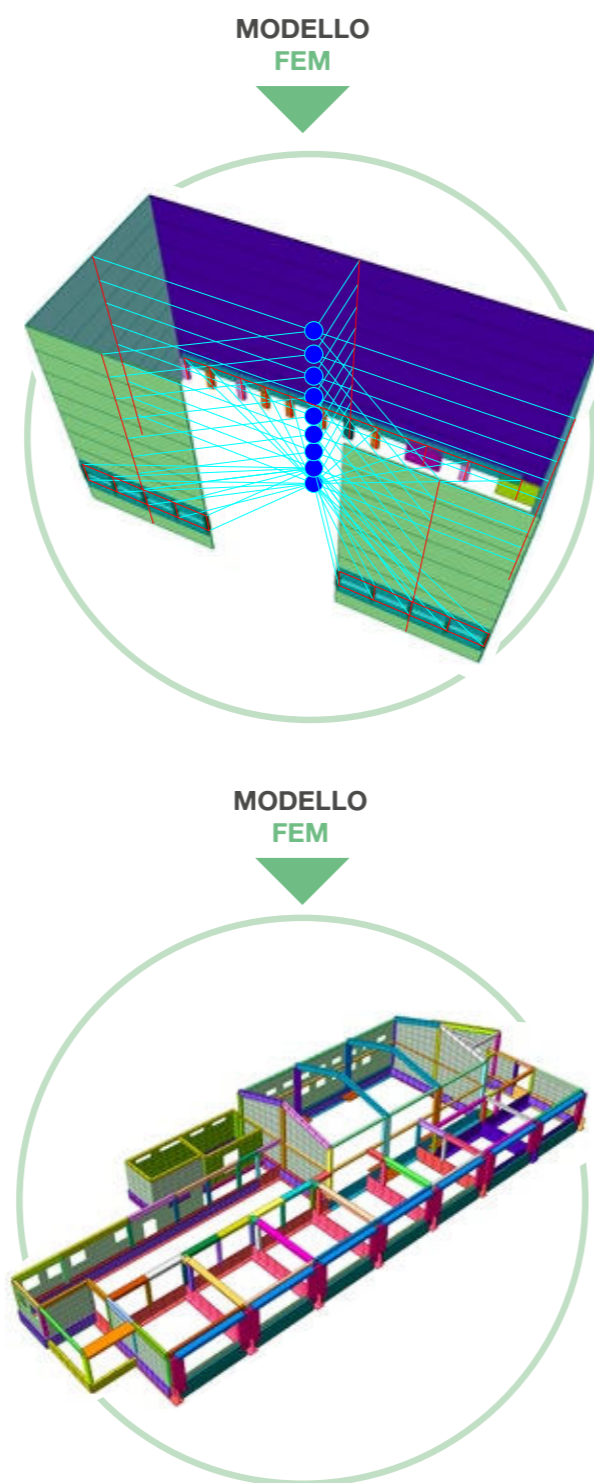
Geniale Cappotto Sismico® è assimilabile ad una tipologia strutturale non dissipativa, pertanto non si eseguono analisi di tipo non lineare ma esclusivamente analisi lineari con forze sismiche ridotte secondo un fattore di comportamento q compreso tra 1 e 1.5 (da valutare secondo le indicazioni riportate nel cap. 7.3 delle NTC2018).

In relazione alla regolarità dell'edificio, è possibile adottare un'analisi statica equivalente oppure un'analisi dinamica lineare con spettro di risposta.

Basandosi su un'ipotesi semplificativa è possibile modellare il solo Cappotto Sismico, affidando a quest'ultimo l'intera azione sismica ed evitando quindi di modellare la struttura esistente.

Ovviamente nella realtà anche quest'ultima sopporta parte dell'azione sismica, pertanto è necessario verificare e garantire che la struttura sia in grado di sopportare i carichi verticali in caso di sisma. A tal fine è possibile eseguire una rapida verifica determinando lo spostamento interpiano del Cappotto Sismico allo SLV (utilizzando $q=1$) e verificando che questo sia inferiore ai limiti di spostamento imposti dalla normativa. A titolo esemplificativo, per costruzioni in muratura ordinaria, le NTC 2018 ai paragrafi §7.8.2.2.1 e §7.8.2.2.2 indicano uno spostamento ultimo allo SLC pari rispettivamente all'1.0% e allo 0.5% dell'altezza dei maschi murari per rottura a pressoflessione nel piano e per rottura a taglio.

La modellazione può essere effettuata sia utilizzando elementi tipo **beam** che elementi tipo **shell**. Nel secondo caso è però necessario integrare le forze distribuite per poter derivare i parametri di sollecitazione in ogni sezione (N, M, V).



La modellazione del Cappotto Sismico e le relative verifiche possono essere sviluppate secondo due differenti modalità:

Modellazione a mensole:

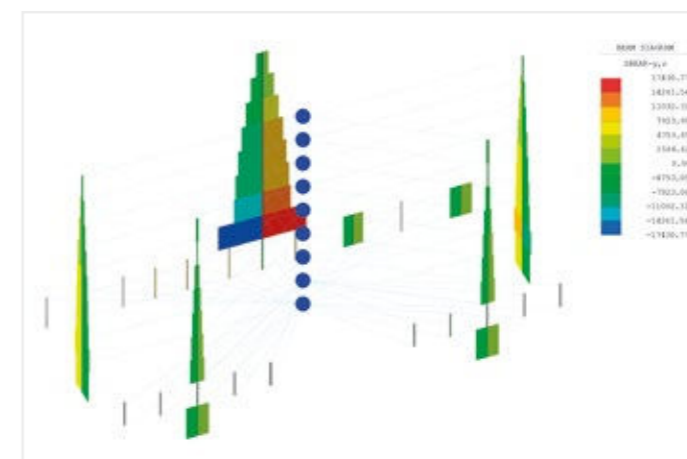
è un'ipotesi semplificata e cautelativa che considera nella modellazione i soli maschi murari, trascurando il contributo delle fasce di piano (collegamenti tra le pareti verticali sopra e sotto i fori finestra).

Pertanto sia in termini di rigidezza che di resistenza viene considerata solamente la porzione di cappotto continua da cielo a terra. Conseguentemente le verifiche a pressoflessione e taglio interessano esclusivamente i maschi murari.

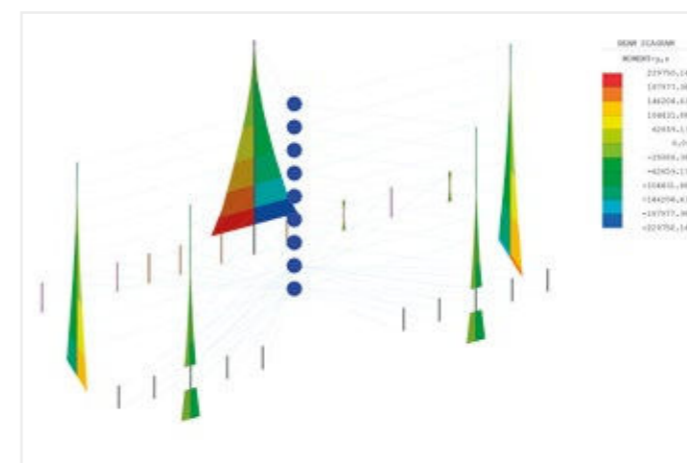
Modellazione a telaio equivalente:

consiste nella modellazione sia dei maschi murari verticali che delle fasce orizzontali e comporta la verifica di entrambe le componenti strutturali.

L'accoppiamento tra fasce e maschi permette di considerare l'effetto telaio garantito dalla parete.



Involuppo delle sollecitazioni a taglio

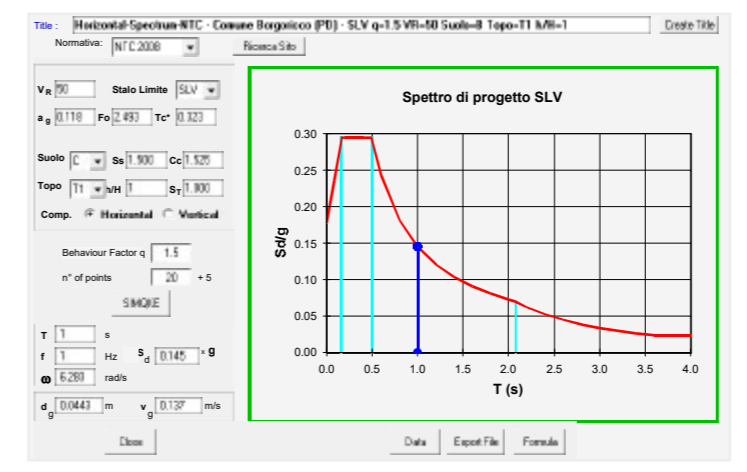
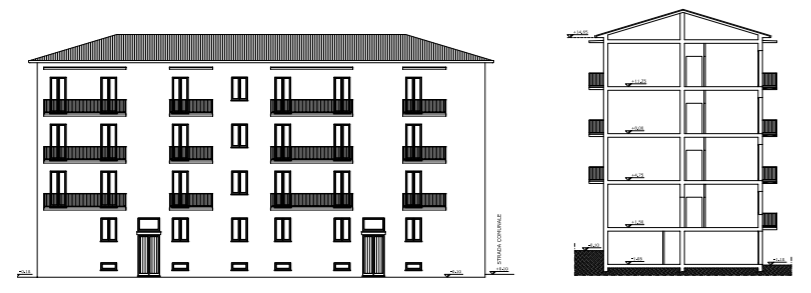
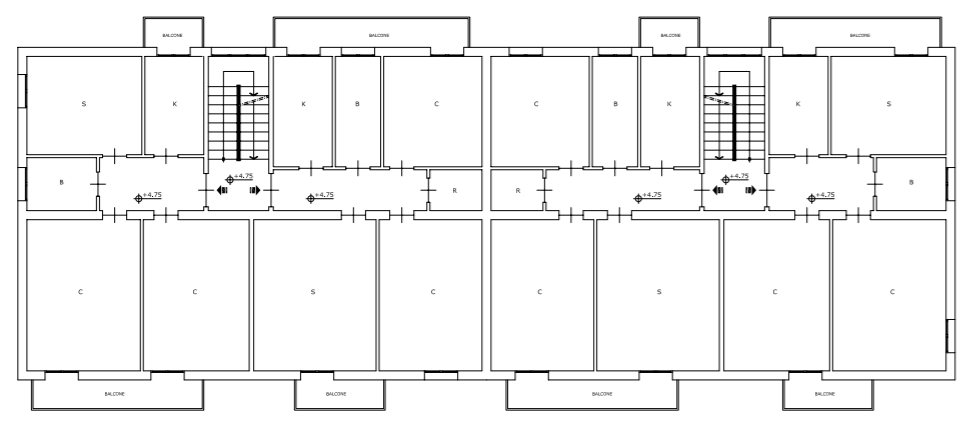


Involuppo del momento flettente

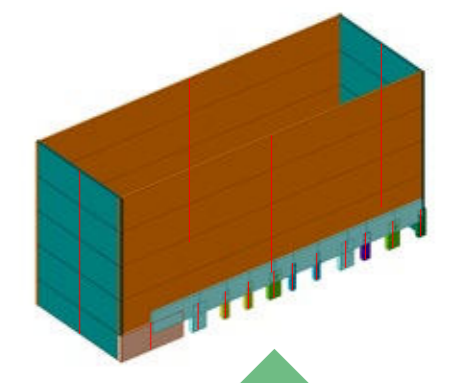
Ecosism su richiesta può fornire un servizio di PREDIMENSIONAMENTO basato sull'ipotesi semplificativa di affidare al Cappotto Sismico l'intera azione sismica.

In tal modo si può giungere ad una **prima stima dei costi** per l'applicazione del Cappotto Sismico e per la realizzazione di eventuali altri interventi strutturali, quali ad esempio l'adeguamento ed il rinforzo della fondazione.

Sulla base dell'analisi delle caratteristiche geometrico-strutturali dell'edificio, della valutazione dei carichi agenti e dell'individuazione dell'azione sismica di progetto, è possibile creare un modello agli elementi finiti dell'intervento. Sulla base di quest'ultimo, a seguito della definizione dei periodi di vibrazione dell'edificio e dell'analisi statica equivalente delle azioni sismiche agenti ai vari piani, è possibile giungere al predimensionamento sia del Cappotto Sismico che dei connettori a livello di piano e delle fondazioni, nonché delle eventuali altre opere strutturali a completamento dell'intervento di miglioramento/adeguamento sismico.

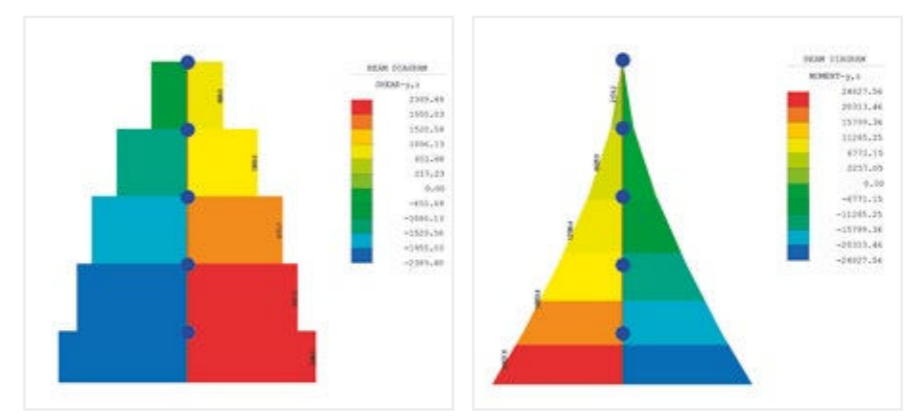


Spettro di risposta definito in accordo con NTC18



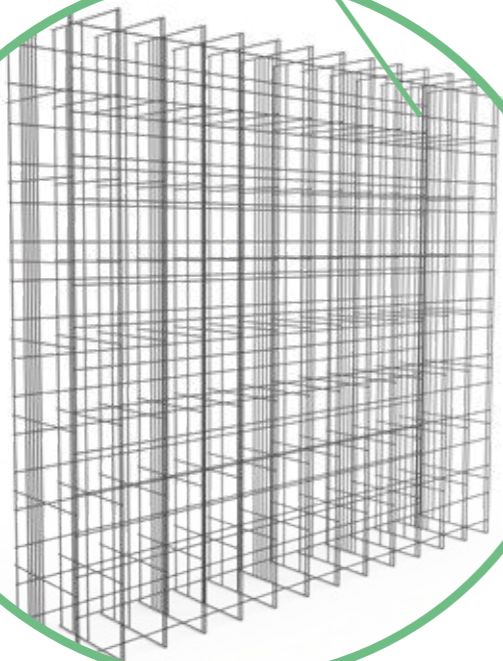
Modello FEM

Sollecitazioni di flessione e taglio agenti



PARETE X1							
livello	V_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	sp [mm]	arm vert	arm orizz	V_{Rd} [kN]	M_{Rd} [kNm]
P3	669	2174	6	φ6/20	φ6/15	1646	24281
P2	1309	6428	8	φ8/20	φ8/15	2927	41938
P1	1771	12186	8	φ8/20	φ8/15	2927	41938
P0	2051	18853	10	φ8/20	φ8/15	2927	41938
P-1	2389	24827	10	φ8/20	φ8/15	2927	41938

Dimensionamento del Cappotto Sismico piano per piano

MAGLIA DI ACCIAIO / progettazione integrata**A****CONNETTORI****B****PARETE ESISTENTE****A** **Progettazione e produzione**

Progettazione integrata e produzione del cassero mediante saldatura della maglia in acciaio zincato e inserimento degli isolanti.

**B** **Posa dei connettori strutturali in corrispondenza dei cordoli/nervature**

Predisposizione dei connettori definiti dal calcolo strutturale, in tipologia, quantità e dimensione.





CASSERO SU MISURA

C

Applicazione
del cassero vuoto



FERRI D'ARMATURA

D

Applicazione
dell'armatura

C Posa del **pannello**

Posa del pannello Geniale Cappotto Sismico in adiacenza alla parete esistente.

D Inserimento dei ferri di **armatura**

Posa delle armature secondo il calcolo strutturale e le relative tavole tecniche presenti in cantiere. Le armature vengono inserite utilizzando le guide di acciaio del modulo, a multipli di 15 cm in orizzontale e di 10 cm in verticale.





CALCESTRUZZO

E

Applicazione
del getto in
calcestruzzo



INTONACO DI FINITURA

F

Applicazione
completa
della finitura



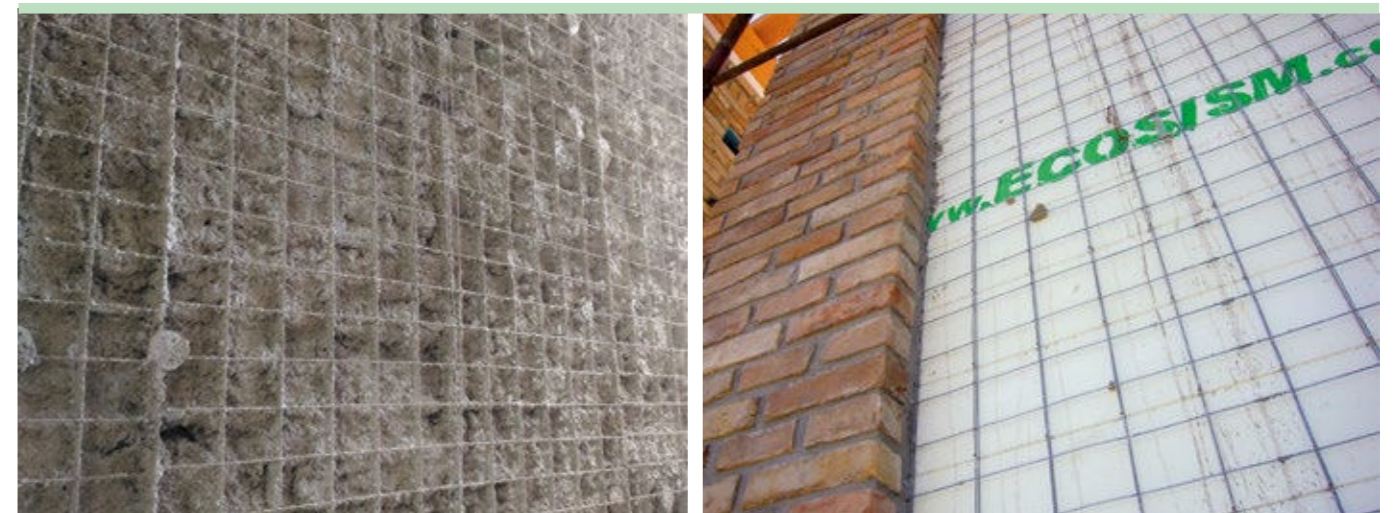
E Getto del calcestruzzo

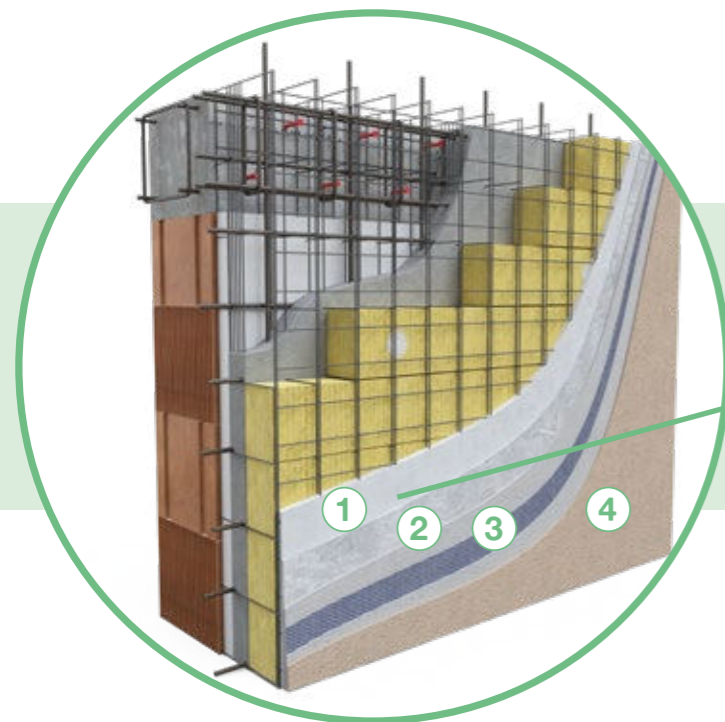
Riempimento del cassero con calcestruzzo secondo caratteristiche definite da calcolo strutturale.



F Finitura

Realizzazione di finitura esterna con ciclo di intonaco come da prescrizione.





DETTAGLIO
FINITURA
ESTERNA

La finitura esterna più utilizzata è senza dubbio l'intonaco. Grazie alla rete porta intonaco in acciaio zincato tipica della tecnologia Ecosism®, è possibile realizzare un intonaco rinforzato attraverso i seguenti passaggi:

- 1 **FASE 1 - RINZAFFO:** applicazione a macchina di aggrappante a base cementizia.
- 2 **FASE 2 - INTONACO DI FONDO:** applicazione a macchina di intonaco di fondo a base calce e cemento (sp. medio di 15 mm ca.).
- 3 **FASE 3 - RASATURA:** Rasante premiscelato applicato in due mani con annegamento di una rete in fibra di vetro alcali-resistente.
- 4 **FASE 4 - FINITURA:** Intonachino a spessore di tipo acril-silossanico.

4

TIPOLOGIE DI FINITURE POSSIBILI:



Rivestimento in
INTONACO
A VISTA



Rivestimento in
MARMO
E GRES



Rivestimento in
MATTONI
FACCIAVISTA



Rivestimento in
PARETE
VENTILATA



Rivestimento in
PIETRA
NATURALE

CAPPOTTO ARMATO ECOSISM® È LA SOLUZIONE IDEALE PER UN ISOLAMENTO CONTINUO DELLE PARETI

Nelle porzioni di facciata su cui non sia necessario o non risulti possibile applicare Geniale Cappotto Sismico® è comunque opportuno dare continuità alla coibentazione e alla finitura.

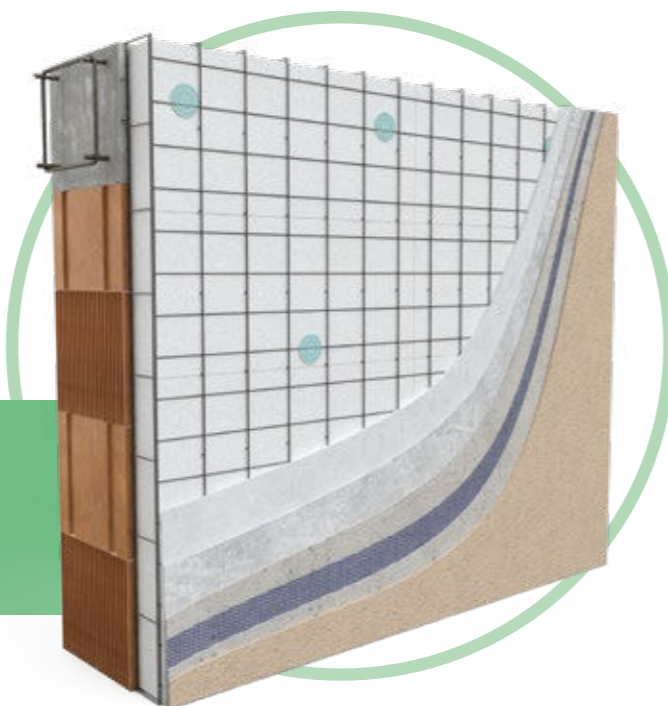
In questi casi si può utilizzare il Cappotto Armato Ecosism®

Cappotto Armato è caratterizzato anch'esso dalla **maglia metallica Ecosism®** nella quale viene inserito l'isolante.

In questo modo, grazie alla rete porta intonaco in acciaio zincato integrata, è possibile applicare una finitura rinforzata.

Il materiale isolante è personalizzabile nello spessore e nella tipologia per riuscire a soddisfare ogni esigenza termica, acustica o di resistenza all'acqua o al fuoco.

Quando non ci sono esigenze di riqualificazione strutturale, il Cappotto Armato può essere utilizzato su tutte le pareti esterne.



I VANTAGGI



PERSONALIZZAZIONE

Possibilità di scelta da parte del cliente di un pacchetto di isolante personalizzato sia per quanto riguarda i materiali isolanti che per lo spessore, a seconda delle esigenze.



RAPIDITÀ

Il Cappotto Armato viene prodotto in stabilimento in pannelli di grandi dimensioni: in questo modo si aumentano la velocità e la precisione di posa e si eliminano gli scarti e gli sfridi di lavorazione.



FINITURA

Grazie alla particolare conformazione della maglia metallica è possibile realizzare una finitura con intonaco armato, solido e resistente agli urti che proteggerà l'isolante per tutta la vita utile della struttura.



TRASPIRABILITÀ

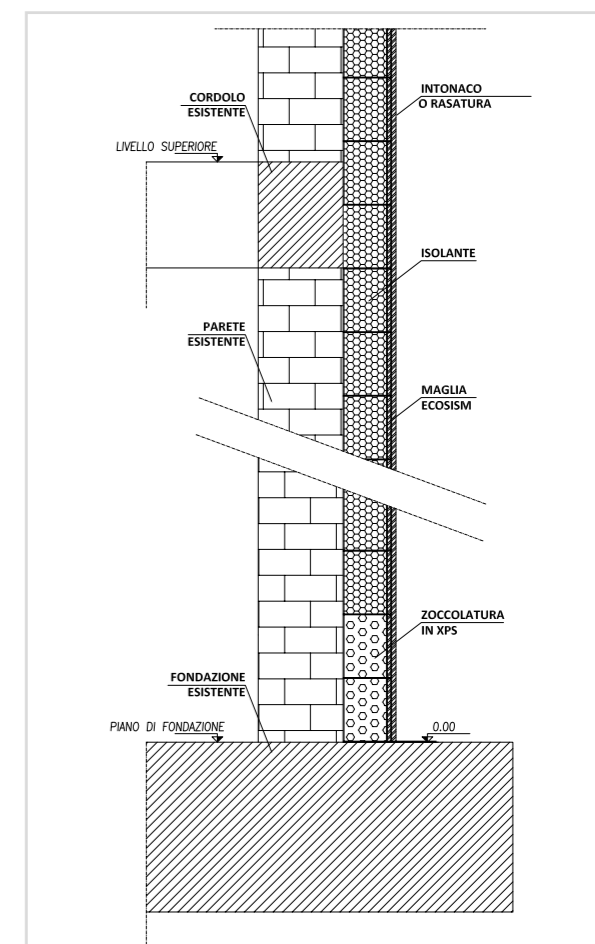
Le fessure tra le fette di isolante che si creano per la presenza della maglia metallica garantiscono la traspirabilità della parete e non influiscono sulle prestazioni energetiche (certificate mediante test in camera calda).

POSA IN OPERA

Il sistema Cappotto Armato viene posato in opera mediante 5 semplici fasi:

- 1 Preparazione e pulizia del supporto mediante idoneo trattamento (spazzolatura, lavaggio ad alta pressione, livellamento con malta, ...).
- 2 Applicazione dei pannelli mediante idonea tecnica di incollaggio (perimetrale con punti centrali oppure a superficie piena in funzione del tipo di supporto).
- 3 Esecuzione della tassellatura con tasselli a filo della superficie, con disposizione di 6 tasselli a metro quadrato su tutta la superficie e 8 tasselli a metro quadrato nelle fasce perimetrali di infittimento.
- 4 Chiusura di eventuali fori e fessure formati durante la posa con isolante dello stesso tipo o schiuma idonea.
- 5 Realizzazione dell'intonaco armato mediante l'esecuzione di lavorazioni successive: rinzafo, intonaco di fondo, rasatura armata e finitura.

Dettaglio costruttivo



1 Primo ciclo di prove sperimentali su Geniale Cappotto Sismico Ecosism®

La prima fase della ricerca è stata sviluppata con l'obiettivo di validare le modalità di calcolo e caratterizzazione del Geniale Cappotto Sismico® mediante il confronto tra i risultati derivanti da prove cicliche quasi statiche in controllo di spostamento con cicli di ampiezza crescente su pareti monopiano in scala reale e i valori numerici calcolati mediante le relazioni analitiche proposte dalle normative italiane vigenti.

Sono stati testati 4 differenti campioni, ognuno realizzato posando il Cappotto Sismico su entrambe le facce di una struttura portante a telaio:

- CAMPIONE 1:** Cappotto Sismico 3 x 3 m con nervature orizzontali e verticali;
- CAMPIONE 2:** Cappotto Sismico 4 x 3 m con foro porta e nervature orizzontali e verticali;
- CAMPIONE 3:** Cappotto Sismico 3 x 3 m con sole nervature orizzontali;
- CAMPIONE 4:** Cappotto Sismico 4 x 3 m con foro porta e sole nervature orizzontali.

Banco prove



Campioni monopiano in scala reale



Setup di prova



I cicli di isteresi derivanti sono risultati essere tendenzialmente stabili e inoltre, in relazione al livello di forza applicato, sono state riscontrate ridotte entrate in campo plastico e limitate deformazioni residue.

Il confronto tra i risultati sperimentali e i valori analitici della resistenza a taglio e della rigidità elastica ha evidenziato la natura tendenzialmente cautelativa delle modalità di calcolo analitiche e la marcata riduzione della rigidità all'aumentare dello spostamento imposto.

Ciò ha suggerito l'adozione di un modulo elastico dimezzato nella modellazione numerica effettuata per lo svolgimento delle analisi sismiche lineari.

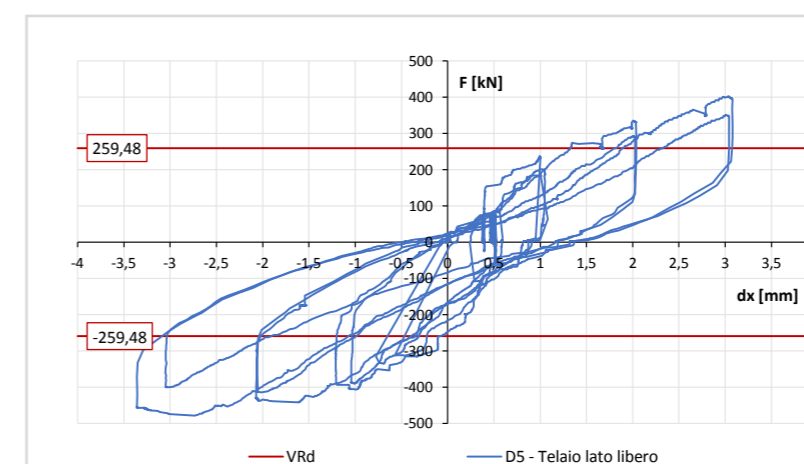
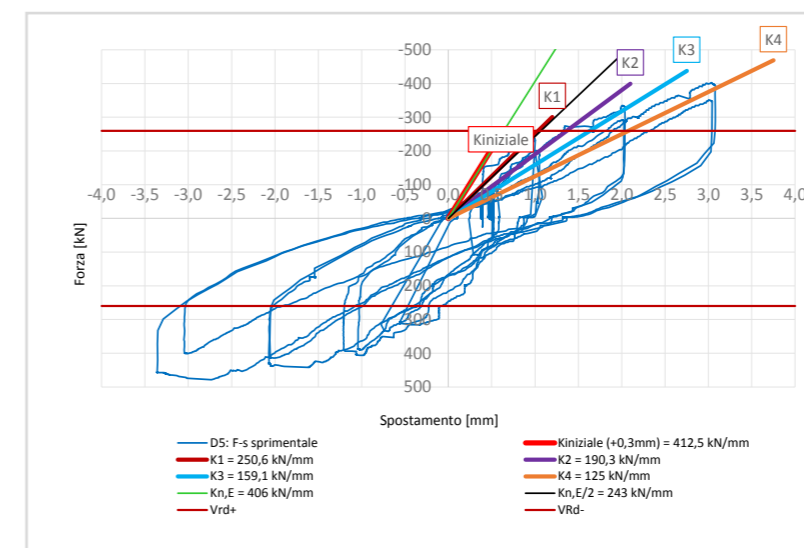


Diagramma forza - spostamento



Confronto analitico sperimentale in termini di rigidità e resistenza

2 Secondo ciclo di prove sperimentali su Geniale Cappotto Sismico Ecosism®

Il secondo stadio della ricerca è stato sviluppato con l'obiettivo di caratterizzare compiutamente la nuova tecnologia Ecosism® e di definire le procedure e gli strumenti di calcolo, modellazione e verifica degli interventi di riqualificazione realizzati mediante posa in opera del Geniale Cappotto Sismico®.

Ad una prima fase di modellazione analitica volta alla calibrazione di un modello non lineare di danno a due paramenti, alla riproduzione dei cicli sperimentali ottenuti durante la prima campagna di prove e all'applicazione del modello sopra indicato alla parete di un edificio a telaio in c.a. con tamponamento in muratura pre e post intervento di rinforzo, è seguita la definizione di una metodologia semplificata per il calcolo dei sistemi di connessione tra il Geniale Cappotto Sismico® e la struttura esistente.

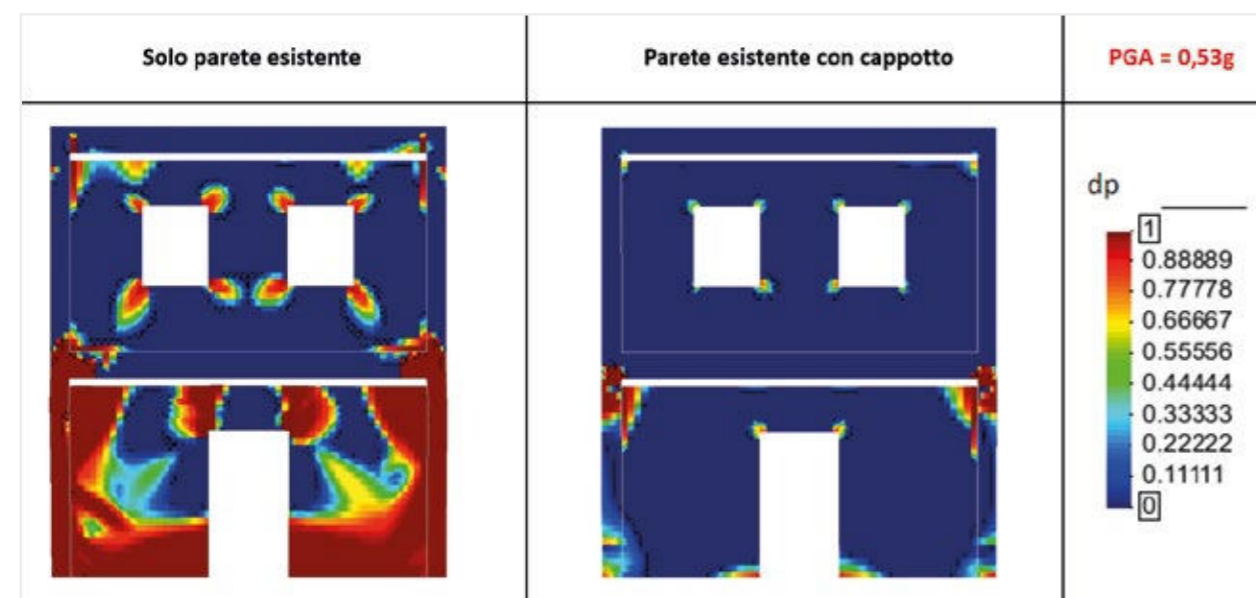
Infine è stata realizzata una seconda serie di prove cicliche quasi statiche in controllo di spostamento con cicli di ampiezza crescente su 3 campioni in scala reale così definiti:

CAMPIONE 1: Cappotto Sismico su muratura in blocchi di laterizio;

CAMPIONE 2: Cappotto Sismico su muratura in blocchi di tufo squadrate;

CAMPIONE 3: Cappotto Sismico su edificio monopiano con solaio ligneo.

Confronto del danno positivo tra sola parete esterna e parete con Cappotto Sismico



Il confronto tra i risultati sperimentali e i valori teorici ha evidenziato la corrispondenza tra la rigidezza elastica calcolata analiticamente e quella rilevata sperimentalmente.

Ciò ha permesso di validare ulteriormente le metodologie analitiche di calcolo e di definire alcuni strumenti tecnici per la progettazione, la modellazione ed il calcolo degli interventi di riqualificazione mediante applicazione del Geniale Cappotto Sismico®.

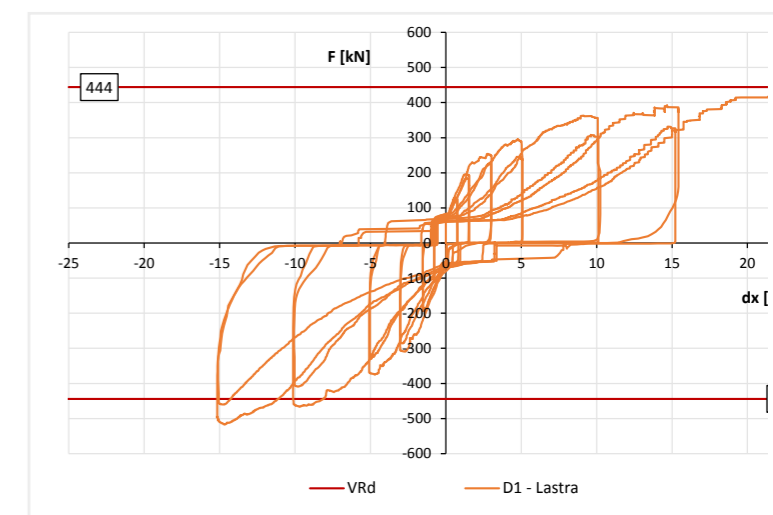
Campioni di parete ed edificio monopiano in scala reale



Setup di prova



Diagramma forza - spostamento



Riqualificazione sismica ed energetica di una palazzina residenziale a tre piani fuori terra e piano seminterrato sita nel Comune di Vittorio Veneto (TV) in zona sismica 2.

Elementi Cappotto Sismico:

- Modulo Cappotto Sismico cod. 10+4CSE25
- Modulo Cappotto Sismico cod. 4+4CSE19

Materiali isolanti:

- EPS (Polistirene Espanso Sinterizzato)
- FAE (Faesite)

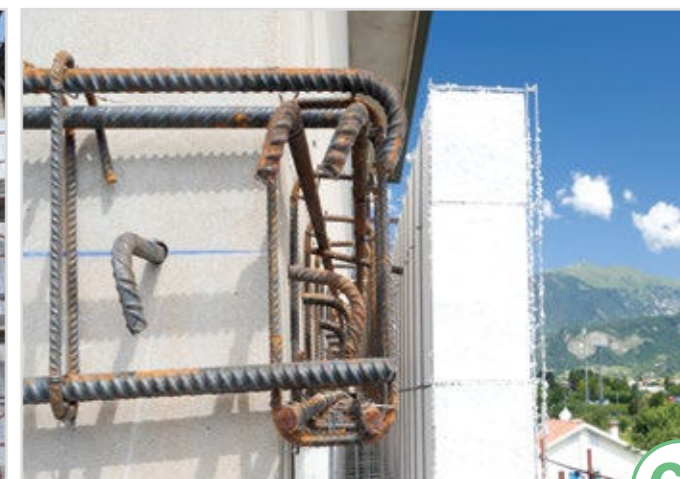


1

Pinnevo



6a



6b

Posa dei casseri



2

Nuova fondazione



3

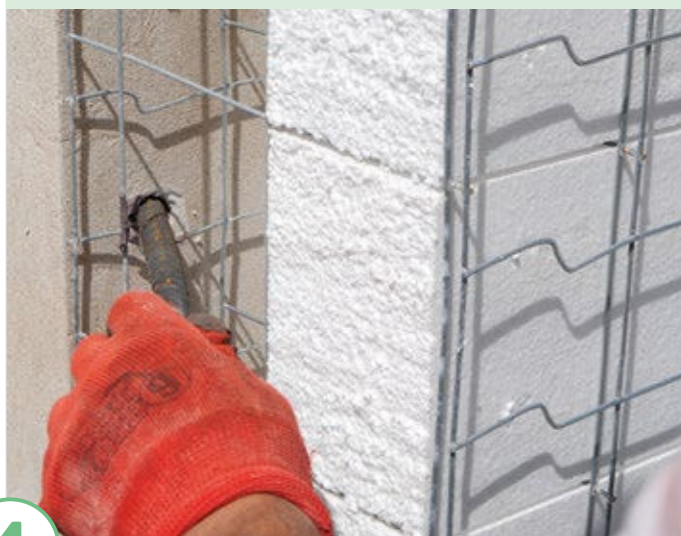
Posa in opera dell'armatura di cordolo e dei connettori



7



7b



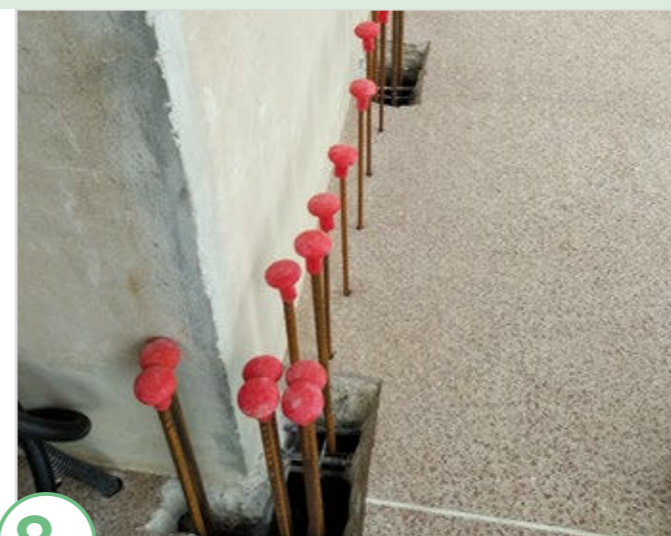
4

Posa dei connettori



5

Fissaggio dei casseri



8a

Posa delle armature in corrispondenza di terrazzi e scale



8b



9 Getto del calcestruzzo



10 Pannello con calcestruzzo spruzzato per applicazione interna



11 Spalla in corrispondenza del foro finestra



12 Realizzazione del cordolo in sommità



13 Conclusione lavori



DATI ECONOMICI DELL'INTERVENTO di riqualificazione energetica e strutturale mediante Geniale Cappotto Sismico di Ecosism®

Pareti esterne oggetto di intervento: **485 mq**

Durata dell'intervento: **1 mese (4 persone)**

Costo complessivo: **120.000 € ***

Numero unità abitative: **4**

Costo medio per unità: **30.000 €**

Detrazione sisma bonus 85% per unità: **- 25.500 €**

Spesa finale media per unità abitativa: **4.500 €**

** Comprensivi di consolidamento della fondazione e di intonaci esterni, esclusi oneri tecnici e per la sicurezza*



La tecnologia adottata per la realizzazione delle pareti del Cappotto Sismico è assimilabile a quella utilizzata per i sistemi costruttivi con pareti in calcestruzzo gettato in opera entro casseforme di materiale isolante (sistemi ICF – *Insulating Concrete Forms*).

Tale tecnica costruttiva ha avuto iniziale sviluppo in Europa negli anni '70 e successivamente negli Stati Uniti a partire dagli anni '90. Nonostante la notevole diffusione, ad oggi risultano ancora pochi i tentativi di fornire al sistema costruttivo un inquadramento normativo dedicato. In particolare, si ricordano le linee guida "*Prescriptive methods for insulating concrete forms in residential construction*" (NAHB, 2002) che mirano a fornire degli approcci alla progettazione e corretto utilizzo del sistema.

L'utilizzo di pareti in calcestruzzo realizzate entro cassero isolante come sistema sismo-resistente applicato agli edifici esistenti è un'applicazione assai più recente, che non risulta inquadrata in alcun riferimento normativo specifico. È possibile tuttavia analizzare i diversi aspetti tecnologici che costituiscono il sistema facendo riferimento a specifici riferimenti dedicati.

Nell'ambito normativo italiano un utile riferimento è costituito dalle Linee Guida del 2011 (LL.GG. 2011), che forniscono metodologie per condurre le verifiche e per la progettazione delle prove sperimentali richieste per caratterizzare i sistemi a pareti portanti debolmente armate realizzate con casseri a perdere. Per quanto riguarda il dimensionamento e la realizzazione delle pareti in calcestruzzo armato gli approcci proposti vengono ripresi dalle norme NTC18 e EC2.

Le norme NTC18 trattano le pareti in calcestruzzo soltanto per quanto riguarda le prescrizioni da seguire per strutture a comportamento dissipativo. Le lastre in calcestruzzo del Cappotto Sismico vengono invece dimensionate per garantire un comportamento elastico e non dissipativo nei confronti dell'azione sismica di progetto. La norma individua un'apposita classe per strutture che rientrano in tale tipologia, definendole "strutture non dissipative". Per tale motivo, le prescrizioni contenute al capitolo 7 della norma non risultano vincolanti per il dimensionamento delle pareti del Cappotto Sismico, per quanto comunque possano costituire utile indicazione.

Le verifiche in resistenza degli elementi in calcestruzzo vengono effettuate seguendo l'approccio fornito dalla norma per gli elementi strutturali a comportamento non dissipativo, contenute nel capitolo 4 - NTC18. Il calcolo delle sollecitazioni generate dall'azione sismica può essere effettuato utilizzando analisi statiche o dinamiche, lineari o non lineari. Nel caso di analisi statiche o dinamiche con spettro di risposta è necessario utilizzare un fattore di comportamento per la riduzione delle azioni sismiche q non superiore a 1,5 (valore limite consentito dalla norma NTC18 per le strutture a comportamento non dissipativo). Per quanto riguarda le connessioni tra edificio esistente e Cappotto Sismico, la valutazione analitica della resistenza degli ancoraggi metallici per calcestruzzo può essere effettuata secondo le linee guida definite dal documento ETAG 001 - 1997: "Linee guida per il benessere tecnico europeo di ancoraggi metallici da utilizzare nel calcestruzzo" e dai relativi allegati. In particolare l'allegato C fornisce le relazioni per determinare la resistenza delle connessioni secondo i differenti possibili meccanismi di rottura, mentre l'allegato E fornisce indicazioni specifiche di progetto nel caso di progettazione per azioni sismiche.

Ai fini dell'interpretazione della risposta strutturale delle pareti in questione e della formulazione di una proposta progettuale per la loro verifica, è consigliabile fare riferimento alle seguenti normative:

- **D.M. 17 gennaio 2018** - "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" (NTC18);
- **Circ. del Ministero dei Lavori Pubblici n. 617, 2 Febbraio 2009**, "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008".
- **UNI EN 206-1 ottobre 2001** - "Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità" (UNI 206-1);
- **UNI EN 1992-1-1:2005** - "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici" (EC2);
- **ETAG 001, ed. 1997** - "Guideline for European Technical Approval of metal anchors for use in concrete" (ETAG 001).
- **EAD 340309-00-0305** "Non load-bearing permanent shuttering kits/ systems based on hollow blocks or panels of insulating materials and sometimes concrete" EAD 340309-00-0305).
- **EOTA European Organization of Technical Approvals (2007):** Technical Report TR 029 - "Design of Bonded Anchors", Bruxelles, Belgio, 2007 (TR 029).
- **Prescriptive methods for insulating concrete forms in residential construction** - NAHB, 2002 (PM-ICF).
- **Servizio Tecnico Centrale del Min.LL.PP** - Linee Guida luglio 2011 – "Sistemi costruttivi a pannelli portanti basati sull'impiego di blocchi cassero e calcestruzzo debolmente armato gettato in opera" (LL.GG. 2011).
- **CNR - Bollettino ufficiale Anno XXXIV – n°193** "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo" 1998 (CNR 10025).



Detrazioni per l'adozione di misure antisismiche

	2017 - 2021
Percentuale di detrazione	50% 70% (75% per gli edifici condominiali) se, a seguito degli interventi, si passa a una classe di rischio inferiore 80% (85% per gli edifici condominiali) se, a seguito degli interventi, si passa a due classi di rischio inferiore
Importo massimo su cui calcolare la detrazione	96.000 per gli interventi sulle parti comuni di edifici condominiali, 96.000 moltiplicato per il numero delle unità immobiliari dell'edificio
Ripartizione della detrazione	5 quote annuali
Zona sismica in cui deve trovarsi l'immobile	Zone 1, 2 e 3
Utilizzo dell'immobile	Qualsiasi immobile a uso abitativo (non solo l'abitazione principale) e immobili adibiti ad attività produttive

Fonte: Agenzia delle Entrate «Ristrutturazioni Edilizie: le agevolazioni fiscali»

CESSIONE DEL CREDITO

La Legge di Bilancio 2017 (L. 232, 11 dicembre 2016), con le modifiche dell'art. 16 del DL 63/2013 (cd. Sisma Bonus) ha **ammesso la cessione del credito d'imposta**, oltre che alle imprese di costruzioni, anche a soggetti terzi purchè privati e collegati al rapporto che ha dato origine alla detrazione (CM 11/E/2018).

La cessione del credito d'imposta è comunque ammissibile solo per interventi sulle parti comuni dei condomini e non può avvenire a favore di istituti di credito e intermediari finanziari.

Le circolari dell'Agenzia delle Entrate hanno chiarito modalità e limiti della cessione.

SISMA BONUS PER ACQUISTO IN ZONA 1

È possibile fruire della **detrazione dal 75%-85% fino a un massimale di 96.000 euro** anche per l'**acquisto di immobili** demoliti e ricostruiti con criteri antisismici nei Comuni classificati in zona 1 (alto rischio sismico).

Anche in questo caso rimane la **possibilità di fruire della cessione del credito**.

ECO + SISMA BONUS

Per le spese relative agli interventi **su parti comuni di edifici condominiali** ricadenti nelle zone sismiche 1, 2 e 3 con la **finalità congiunta** di riqualificazione energetica e riduzione del rischio sismico, sono previste specifiche agevolazioni.

La Legge di Stabilità 2018, con introduzione del comma 2-quater.1 nell'articolo 14 del DL 63/2013 riguardante le detrazioni fiscali per interventi di efficienza energetica, ha infatti innalzato il tetto dell'ammontare complessivo delle spese fino a **136.000 euro** (invece di 96.000) per ciascuna unità immobiliare, ed ha rimodulato le percentuali delle detrazioni stesse, che risultano pari al:

- **80% se si riduce di una classe di rischio;**
- **85% se si riduce di due classi di rischio.**

CONTO TERMICO 2.0

Il nuovo Conto Termico 2.0 (DM 16 Febbraio 2016) è un incentivo erogato dal GSE, pensato principalmente per le **Pubbliche Amministrazioni**, per interventi di incremento dell'**efficienza energetica** degli edifici esistenti, oltre che per produzioni di energia termica da fonti rinnovabili e sistemi ad alta efficienza.

Nonostante il Decreto sia incentrato sull'efficienza energetica, tra le **spese ammissibili** ai fini del calcolo dell'incentivo (secondo quanto all'Art. 5, comma 1, lettera f, paragrafo iv del Decreto) ricadono anche quelle per eventuali "**interventi per l'adeguamento sismico delle strutture dell'edificio, rafforzate o ricostruite, che contribuiscono anche all'isolamento termico**" nel caso di "**interventi di trasformazione degli edifici a energia quasi zero**".

È evidente come **Geniale Cappotto Sismico di Ecosism®** ricada perfettamente in tale definizione.



Via Rivella 22,
35041 Battaglia Terme (PD)
Tel.: 049 91 01 417
Fax: 049 91 14 283

info@ecosism.com
www.ecosism.com





www.ecosism.com
cappottosismico@ecosism.com

