

committente



Via Lungotevere Tor di Nona, 1
00186 - Roma

EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E MIGLIORAMENTO SISMICO DEL PATRIMONIO DELL'ATER PROVINCIA DI ROMA

Ai sensi dell'Art. 183 comma 15 D.LGS 50/16

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

R.T.I. Costituendo

Mandataria



FREE Energy Saving s.r.l.
via Ufente, 20 - 04100 Latina

responsabile di progetto

Ing. Giorgio Saraceno

responsabile coordinamento progetto

Arch. Maurizio Romano

Mandanti



Rogedil Servizi s.r.l.

Via Ada Negri, 66 - 00137 ROMA
Tel. 06 82002948 Fax 06 82097772
email: servizi@rogedil.com

progetto architettonico

Arch. Francesco Maria Azzopardi

LUXMASTER Engineering s.r.l.

Arch. Pietro Domenico Bertucci

progetto strutturale

Ing. Mariella Cosimi

progetto impiantistico

Arch. Francesco Maria Azzopardi



LUXMASTER +

LUXMASTER Plus s.r.l.
Piazza Della Repubblica, 24 - 20124 Milano

Comune di Anzio

Tipologico interventi strutturali - Anzio

anno	n. prog. anno	cod.ciente	categoria	sottocategoria	località	fase	n.	rev.	capitolo	tipologia
20	005	411	ATER	PRR	ANZ	F	039	0	S	D

formato

scala

A4

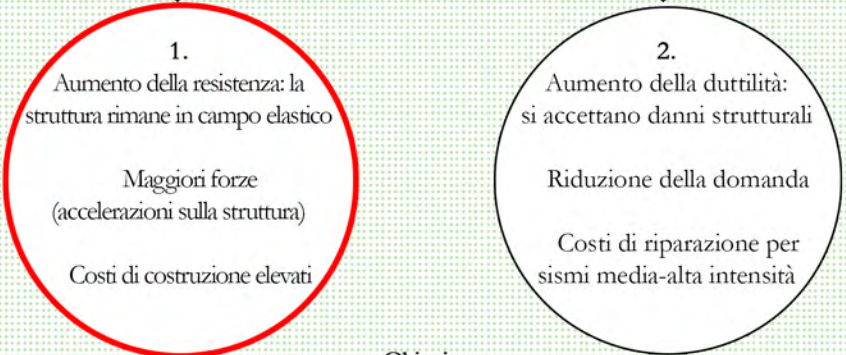
-

data	rev	disciplina	redatto	controllato	approvato	codice
set-2020	0	struttura	Lupi	Cosimi	Saraceno	-

DESCRIZIONE INTERVENTO

La progettazione (antisismica) è basata sul soddisfacimento della disequazione, potendo agire sull'aumento della capacità o della domanda in funzione della tipologia di intervento:

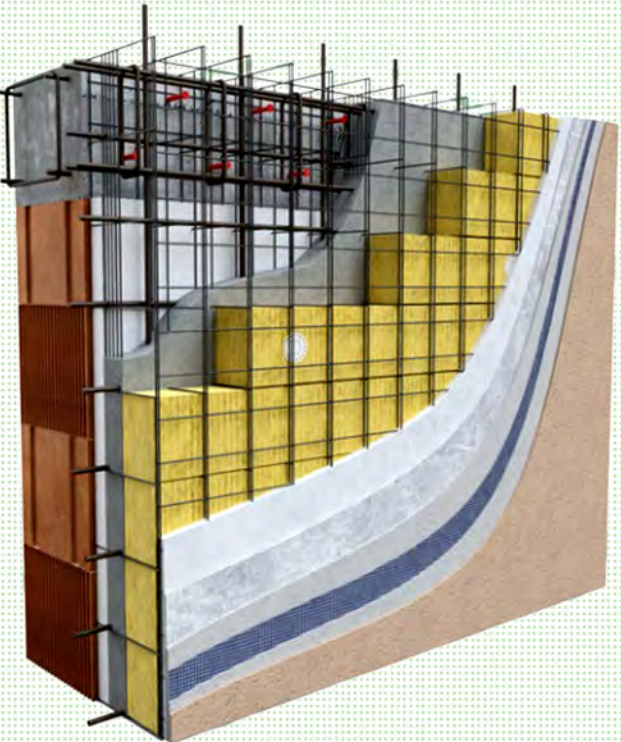
Capacità (Resistenza e deformabilità) \geq **Domanda** (forze inerzia da moto del suolo e massa strutturale)



Obiettivo
Realizzazione di una nuova struttura connessa alla struttura esistente in grado di migliorare il comportamento sismico.

Soluzione
Realizzazione di una nuova pelle sismo-resistente in grado di assorbire le forze sismiche attraverso un comportamento di tipo scartolare.

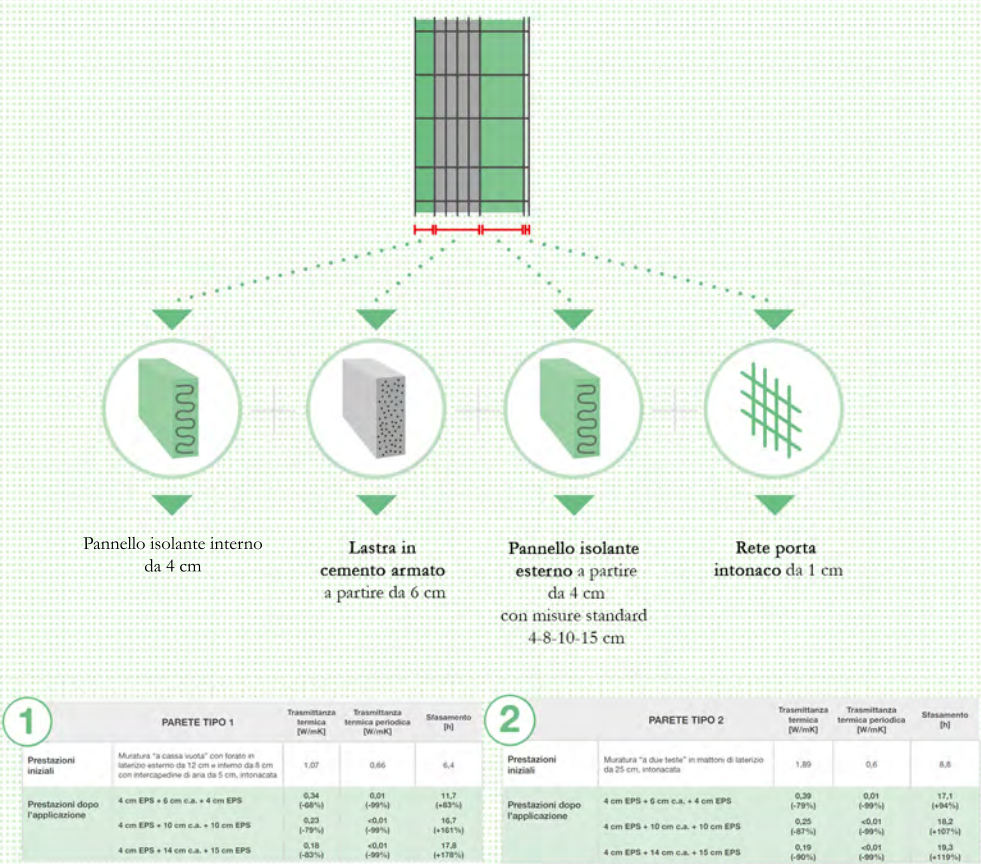
Caratteristiche
Miglioramento sismico e riqualificazione energetica in un unico intervento.



Il cappotto sismico viene applicato all'esterno del fabbricato per realizzare una nuova "pelle" sismo-resistente. E' costituito da una lastra sottile di calcestruzzo armato gettato in opera all'interno di due strati di materiale isolante preinserti 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 di **cordoli di piano**.

La **maglia tridimensionale** 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 solido che garantisce la **massima protezione** del materiale isolante da urti accidentali ed agenti atmosferici, preservandolo nel tempo.

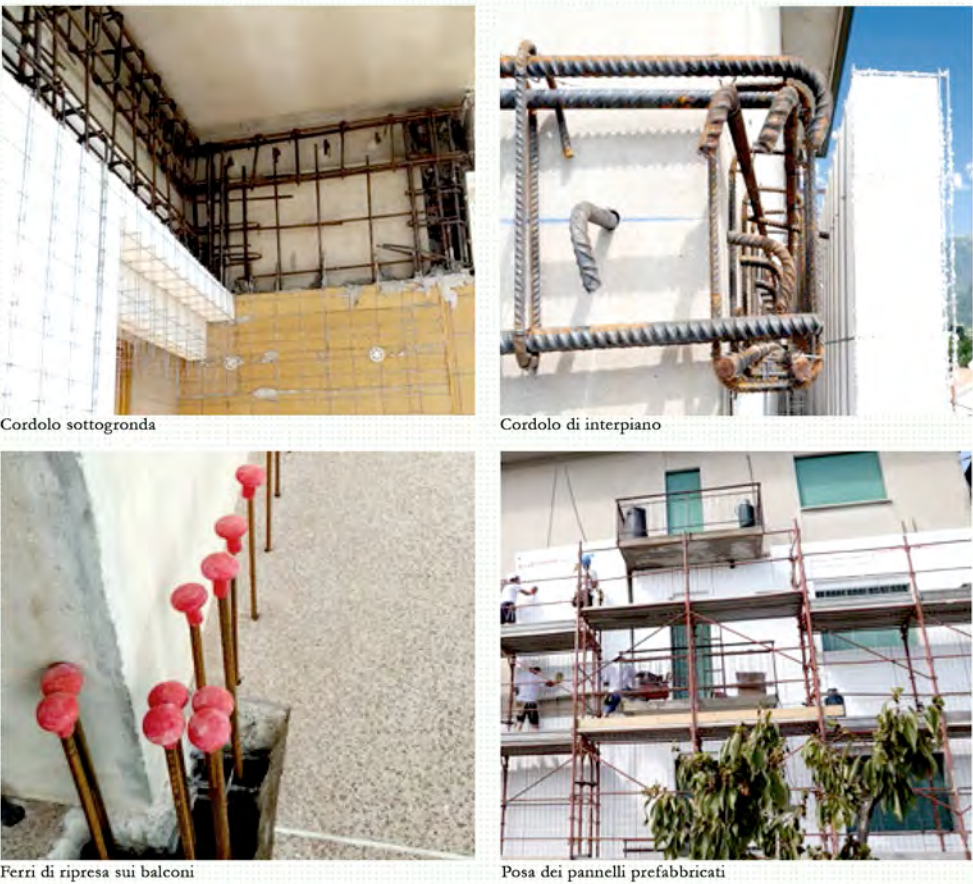
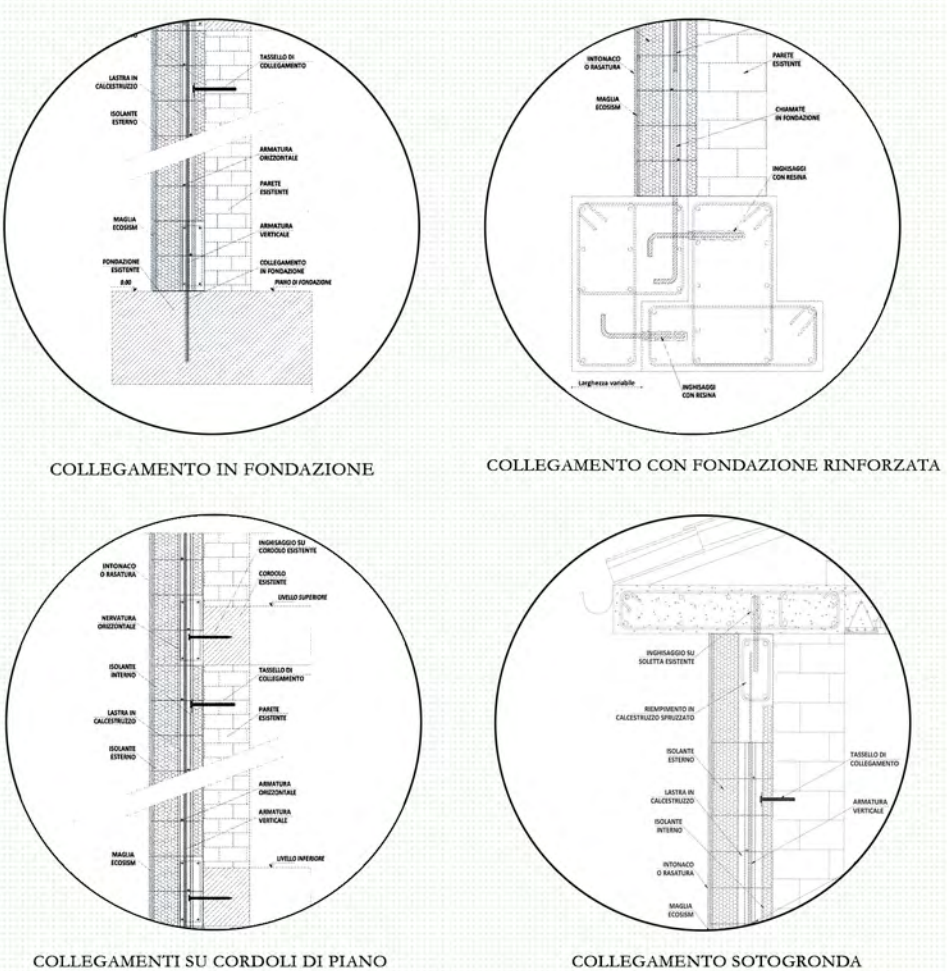
SOLUZIONI TECNICHE



VANTAGGI

- La maglia metallica permette di garantire il corretto posizionamento delle barre di armatura all'interno dello strato di calcestruzzo.
- Il cappotto sismico riduce le fasi di lavorazione e di conseguenza, i tempi e i costi di realizzazione.
- Il Cappotto Sismico viene realizzato sulla superficie esterna dell'edificio, garantendone la continuità di utilizzo anche durante l'applicazione.
- Il Cappotto Sismico non necessita di casseraura, poiché gli strati di isolante hanno anche la funzione di contenere il getto di calcestruzzo strutturale realizzato in opera.
- 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.
- 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.
- Rapidità della posa in opera

DETTAGLI TECNICI



DESCRIZIONE INTERVENTO

La progettazione (antisismica) è basata sul soddisfacimento della disequazione, potendo agire sull'aumento della capacità o della domanda in funzione della tipologia di intervento:

Capacità (Resistenza e deformabilità) \geq **Domanda** (forze inerzia da moto del suolo e massa struttura)



Obiettivo

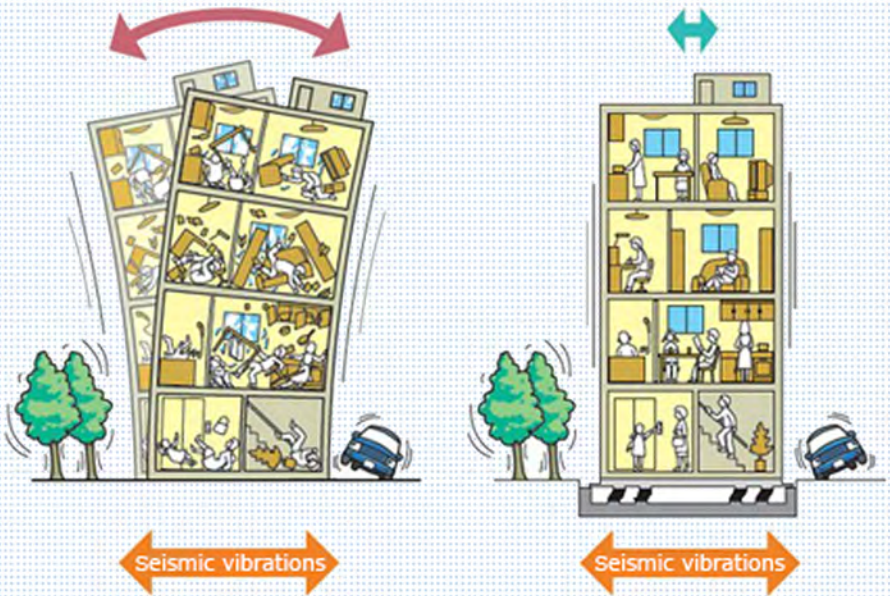
Disaccoppiamento del moto dell'edificio da quello alla base (sisma orizzontale).

Soluzione

Introduzione di un piano orizzontale di sconnessione alla base dell'edificio.
Sotto e sovra struttura ricollegate tramite particolari apparecchi di appoggio: isolatori.

Caratteristiche dispositivi

- Elevata rigidità verticale (azioni trasmesse integralmente);
- Elevata deformabilità orizzontale (azioni significativamente ridotte).



Un'opportuna scelta delle caratteristiche meccaniche degli isolatori consente di "disaccoppiare" la sovrastruttura dalla sottostruttura nelle oscillazioni che coinvolgono prevalentemente spostamenti orizzontali. Il "disaccoppiamento" consiste nella diversificazione del **comportamento dinamico** delle due suddette porzioni della costruzione: durante un moto oscillatorio, mentre la sottostruttura subisce deformazioni di modesta entità, tanto più quanto maggiore è la sua rigidità, la sovrastruttura compie oscillazioni tanto più ampie quanto minore è la **rigidità e resistenza** degli isolatori. Dette **oscillazioni** sono dovute per la maggior parte alla deformazione degli isolatori collocati al di sotto della sovrastruttura e solo in minor parte alle deformazioni della sovrastruttura stessa. Durante un **terremoto**, generalmente, tanto più sono ampie queste oscillazioni tanto più sono modeste le conseguenti accelerazioni, quindi le forze d'inerzia, che subisce la sovrastruttura.

SOLUZIONI TECNICHE



STRUTTURA ISOLATA_RETROFIT

Sovrastruttura e sottostruttura restano sostanzialmente in campo elastico.
Il sistema d'isolamento è formato dall'insieme dei dispositivi d'isolamento.
Ruolo critico _ Affidabilità Sovrastruttura



STRUTTURA ISOLATA_PIANO DI SCORRIMENTO

Comportamento rigido nel:
Piano di posa degli isolatori
Piano da cui spicca la sovrastruttura
Solaio in c.a. o griglia di travi

VANTAGGI



- Abbattimento delle forze di inerzia e quindi delle sollecitazioni
- Riduzione degli spostamenti di interpiano
- Eliminazione possibili effetti da cause torsionali (C.R. = C.M.)
- Possibilità di svincolarsi dalla regolarità = maggiore libertà compositiva (comportamento da corpo rigido della sovrastruttura)
- Incremento del periodo fondamentale della costruzione nel campo delle minori accelerazioni di risposta



- No danni a elementi strutturali e non strutturali
- Elevata protezione del contenuto
- No interruzione d'uso (funzionalità post sisma)
- Ridotta percezione del sisma da parte degli occupanti



Maggiori costi iniziali compensati da assenza di costi di riparazione

DETTAGLI TECNICI



STRUTTURA ISOLATA_RETROFIT

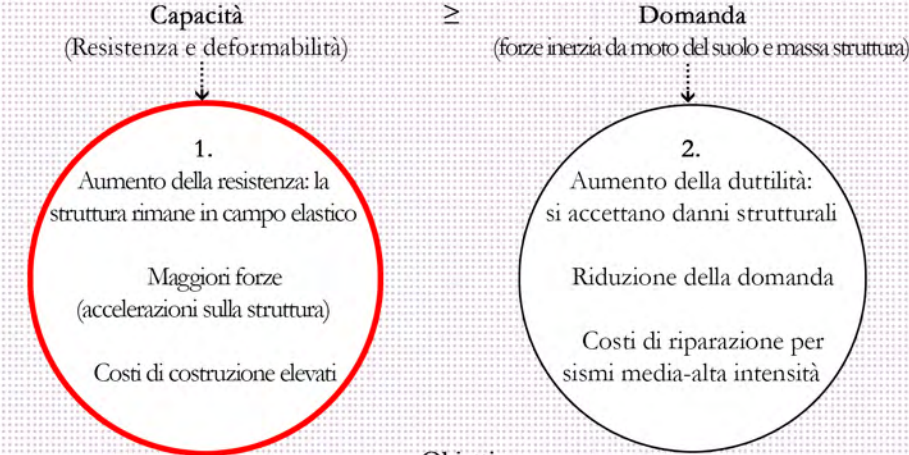


STRUTTURA ISOLATA_PIANO DI SCORRIMENTO



DESCRIZIONE INTERVENTO

La progettazione (antisismica) è basata sul soddisfacimento della disequazione, potendo agire sull'aumento della capacità o della domanda in funzione della tipologia di intervento:



Obiettivo

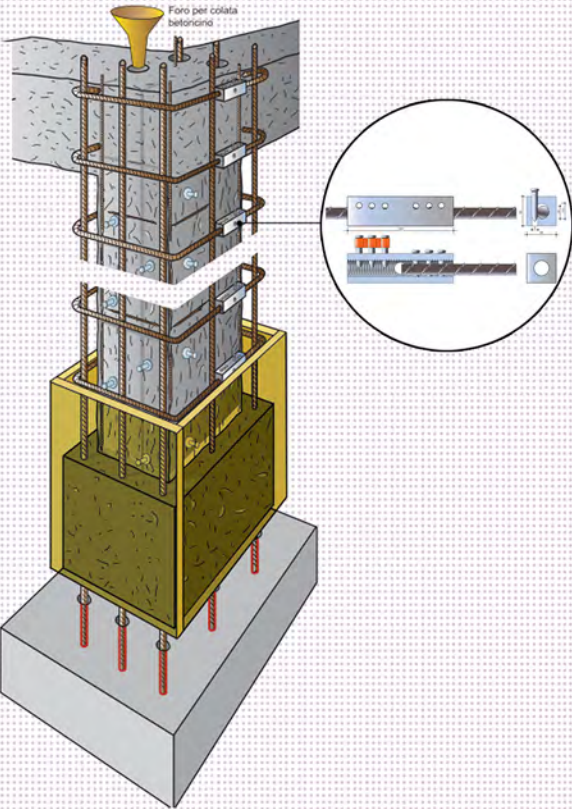
Miglioramento sismico dei nodi non confinati esterni

Soluzione

Realizzazione di un ringrosso della sezione dei pilastri e dei nodi trave-pilastro mediante aumento della sezione originaria con una camicia in calcestruzzo armato.

Caratteristiche

- Serraggio armature con un manicotto in acciaio
- Ancoraggio alla struttura esistente attraverso dei connettori in acciaio temprato



L'incamiciatura dei pilastri e dei nodi pilastro-trave, il cosiddetto "jacketing", è un'efficace tecnica di rinforzo ottenuta mediante il ringrosso della sezione originaria con una camicia in calcestruzzo armato. L'obiettivo dell'incamiciatura in ca. non è tanto aumentare la sezione resistente, piuttosto quello di correggere il cattivo funzionamento delle strutture quando sono sottoposte ad azioni sismiche. La soluzione tecnica appropriata per serrare le staffe della camicia nelle zone critiche del pilastro (testa e piede) consiste nell'utilizzare un manicotto in acciaio con congiungile le due estremità della staffa. Questo sistema è composto da un profilo in acciaio cavo nel quale si inseriscono le estremità delle barre in cui il bloccaggio avviene per mezzo dell'inserimento di chiodi in acciaio ad alta resistenza inseriti forzatamente in appositi fori con l'ausilio di una pinza idraulica.

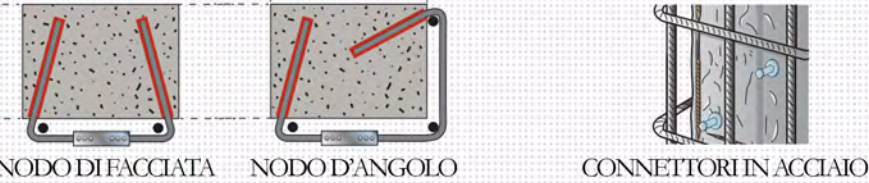
SOLUZIONI TECNICHE

Benefici per la correzione dei difetti costruttivi tipici del passato

- Aumento della rigidezza
- Incremento delle resistenze a sforzo normale, flessione e a taglio
- Accrescimento della duttilità, contribuendo all'aumento di almeno una o più classi di rischio sismico.

Giunzioni meccaniche

Le attuali norme tecniche inerenti gli edifici in ca. posti in zona sismica, richiedono in generale di evitare l'anconaggio delle barre e la loro giunzione nelle zone critiche degli elementi strutturali. L'unica eccezione riguarda l'uso di giunzioni meccaniche ammesse per pilastri e setti anche nelle zone critiche (cfr. NTC 2018 § 7.4.6.2). Per tale ragione il sistema di rinforzo consente la chiusura delle staffe della camicia di rinforzo dei pilastri, senza dover ricorrere a saldature, e consiste in una giunzione meccanica nel pieno rispetto delle attuali norme tecniche (NTC 2018 e EC8). La nuova giunzione meccanica, già presente in commercio nelle misure atte ad unire barre di diametri 8, 10 e 12 mm, è dimensionata in maniera tale da non entrare in crisi mai prima dell'acciaio delle barre che unisce, per cui nel caso delle staffe della camicia di rinforzo queste avranno un comportamento fortemente duttile permettendo all'acciaio di deformarsi fino a rottura.



Staffe per nodi trave-pilastro

Dato che la staffa non può avvolgere in modo continuo il pilastro, si dovranno realizzare dei fori inclinati nel pilastro ed al loro interno inserire le staffe fissate con resina epossidica. Le estremità delle staffe saranno successivamente chiuse con i manicotti.

Connettori in acciaio

È necessario assicurare una collaborazione tra le due porzioni di calcestruzzo utilizzando il connettore in acciaio temprato. In generale sono sufficienti 4 ÷ 5 elementi per lato.

Cassero

Il cassero dovrà lasciar libera una intercapedine di 6/7 cm circa e dovrà essere realizzato in modo che il betoncino sia colato da piano superiore attraverso fori passanti il solaio.

VANTAGGI



Estrema semplicità di applicazione in cantiere



Rapidità della posa in opera e dell'intervento generale di incamiciatura



Rispetto dei requisiti normativi nelle zone critiche



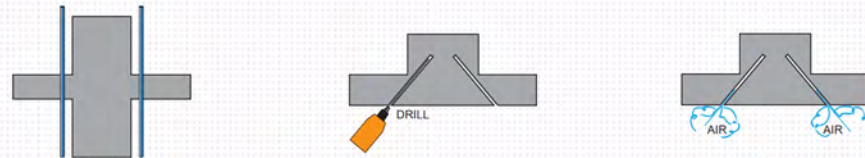
Garantire elevata duttilità alla camicia di rinforzo



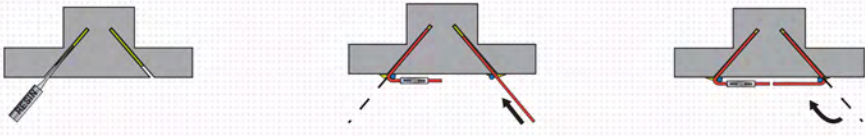
Costo dell'intervento minore

DETTAGLI TECNICI

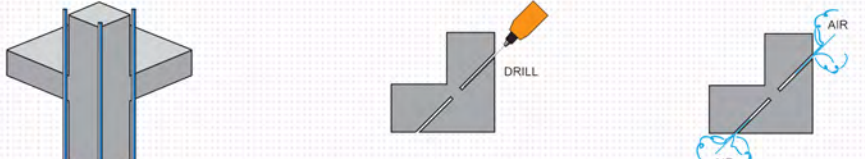
NODI DI FACCIATA



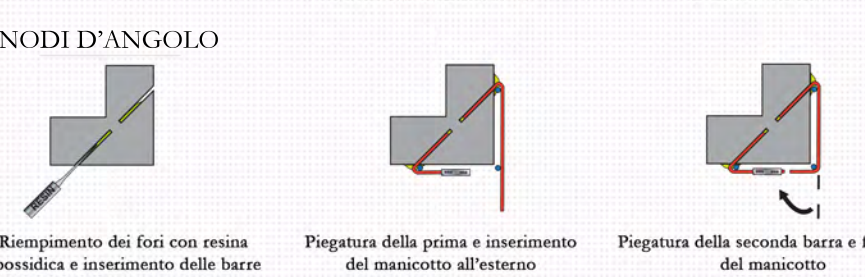
NODI DI FACCIATA



NODI D'ANGOLO



NODI D'ANGOLO



Nodo di facciata



Nodo d'angolo



Perno inserito tramite fissaggio chimico



Connettore in acciaio

DESCRIZIONE INTERVENTO

La progettazione (antisismica) è basata sul soddisfacimento della disequazione, potendo agire sull'aumento della capacità o della domanda in funzione della tipologia di intervento:

Capacità \geq **Domanda**

(Resistenza e deformabilità) (forze inerzia da moto del suolo e massa struttura)

1.

Aumento della resistenza: la struttura rimane in campo elastico

Maggiori forze (accelerazioni sulla struttura)

Costi di costruzione elevati

2.

Aumento della duttilità: si accettano danni strutturali

Riduzione della domanda

Costi di riparazione per sismi media-alta intensità

Obiettivo

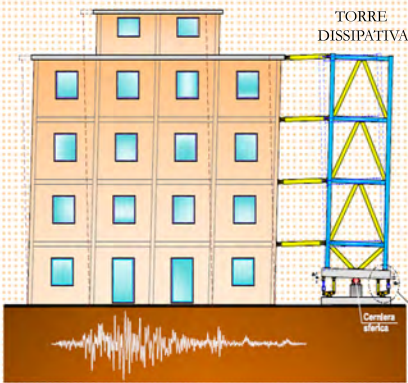
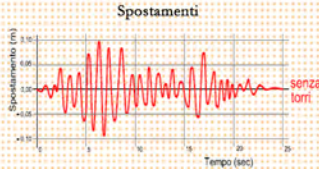
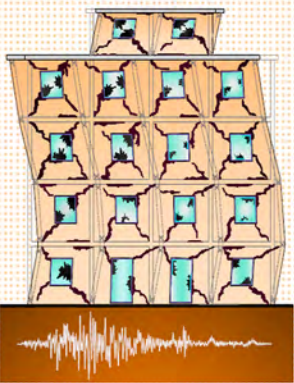
Dissipazione di energia fornita dalle nuove torri dissipative a cui consegue una sensibile riduzione della domanda negli elementi strutturali.

Soluzione

Torri esterne equipaggiate con dispositivi di dissipazione di energia alla base.

Caratteristiche

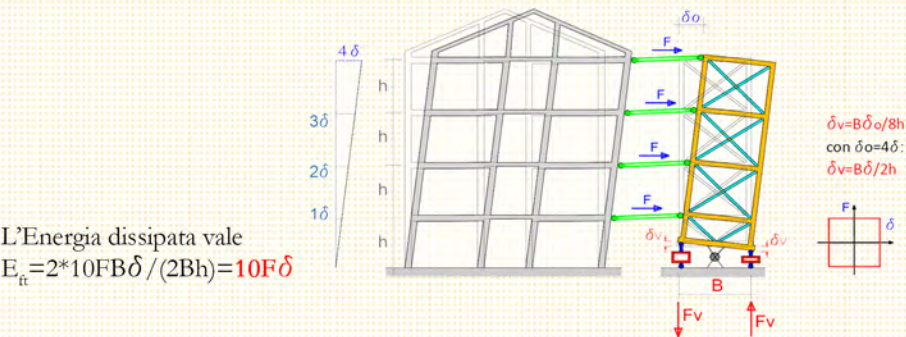
Molto utile per la messa in sicurezza di edifici strategici (es ospedali, scuole), perché può essere implementato senza interferire con gli spazi interni e senza interromperne la funzionalità.



Il sistema a **torri dissipative sismo-resistenti** consiste nella realizzazione di torri molto rigide, solitamente in carpenteria metallica, collegate rigidamente alla struttura a livello di solaio ed incernierate alla base, equipaggiate lungo il perimetro della base con dissipatori di energia che si attivano a seguito della rotazione della torre indotta dagli spostamenti orizzontali della struttura. Le torri sono vincolate alla base su un appoggio centrale a cerniera sferica e su dispositivi di dissipazione di energia perimetrali. Al fine di esaltarne l'efficacia i dissipatori sono montati su manovellismi di amplificazione degli spostamenti e disposti radialmente in modo da risultare attivi in tutte le direzioni. Il ricentramento delle torri dopo un evento sismico è garantito dalla forza di richiamo elastico dell'edificio esistente. Tale sistema è nato proprio per rispondere alle esigenze di adeguare complessi edilizi di pubblica utilità, quali scuole o ospedali, eliminando i costi ed i disagi connessi all'interruzione ed al trasferimento delle attività in altre sedi, richiesti dai tradizionali sistemi di adeguamento sismico.

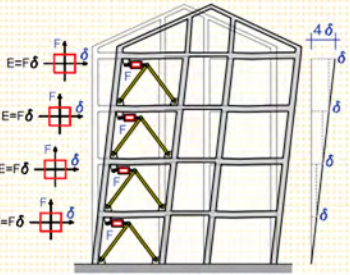
SOLUZIONI TECNICHE

Torre sismo-resistente dissipativa



L'Energia dissipata vale
 $E_{ft} = 2 \cdot 10 F B \delta / (2 B h) = 10 F \delta$

Confronto con intervento a controventi dissipativi



L'Energia dissipata vale
 $E_{ft} = F \delta \cdot (1 + 1 + 1 + 1) = 4 F \delta$

Confrontando i due sistemi di protezione sismica degli edifici, emerge che il sistema a torri, per un edificio di quattro piani, ha un'efficienza, in termini di energia dissipata e quindi di protezione sismica, 2.5 volte superiore rispetto a quella di un sistema tradizionale

VANTAGGI



Incremento della capacità delle strutture esistenti nei confronti delle azioni sismiche, con notevole abbattimento sia degli spostamenti che delle accelerazioni, preservando così non solo la struttura, ma anche i componenti non strutturali e le attrezzature



Contenimento degli spostamenti orizzontali fino a pervenire a soluzioni strutturali in grado di fronteggiare i terremoti previsti dalle norme allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) mantenendo la struttura in campo elastico e quindi senza importanti danneggiamenti ed interruzioni d'uso



Facile ispezione e manutenzione, rispetto alle consuete applicazioni all'interno delle maglie strutturali di edifici esistenti, che risultano confinate e/o inglobate



Piena rispondenza ai criteri di reversibilità dell'intervento, poiché operando in esterno è possibile rimuovere le torri senza interferire con le strutture esistenti



Da un punto di vista architettonico e funzionale le torri costituiscono nuove strutture che possono ospitare nuovi spazi, scale di emergenza, ascensori, vani tecnici



Il posizionamento idoneo delle torri consente di contrastare il manifestarsi di accoppiamenti torsionali



Riduzione dei costi rispetto alle tradizionali tecniche di protezione sismica

DETTAGLI TECNICI

- 1 COLLEGAMENTO PENDOLARE DELLE TORRI ALL'EDIFICIO
- 2 PARTICOLARE DISPOSITIVI MECCANICI BASE TORRI

