

## **Superbonus e rischio sismico: l'impiego del sistema SIS.MI.C.A.<sup>TM</sup> in un caso di studio**

*Il Superbonus nasce in un'ottica volta a promuovere la riqualificazione energetica e la riduzione del rischio sismico del nostro patrimonio edilizio notoriamente fragile ed obsoleto. I sistemi Kerakoll, tra cui il kit SIS.MI.C.A.<sup>TM</sup>, permettono di rinforzare gli edifici in c.a. agendo unicamente dall'esterno.*

La maggior parte degli edifici esistenti sia residenziali che strategici non sono in grado di sostenere le azioni sismiche, principalmente a causa di carenze strutturali dovute all'utilizzo di materiali con qualità meccaniche scadenti e al mancato rispetto dei criteri antisismici nelle fasi di progettazione ed esecuzione delle opere.

In particolar modo negli edifici in calcestruzzo armato le criticità più ricorrenti derivano dalla progettazione non conforme con i principi di Gerarchia delle Resistenze, dall'assenza di armatura di confinamento nei nodi trave-pilastro, dalla presenza di elementi non strutturali (come le tamponature e le tramezzature) non opportunamente vincolati al telaio in c.a., non escludendo infine la presenza di armature con ancoraggi insufficienti e l'utilizzo di barre lisce.

È pertanto necessario progettare un intervento che riduca il rischio sismico, diminuendo il più possibile la vulnerabilità dell'edificio, ma che sia nel contempo non invasivo e compatibile con la struttura esistente, in modo tale da non creare alcuna limitazione all'uso della stessa.

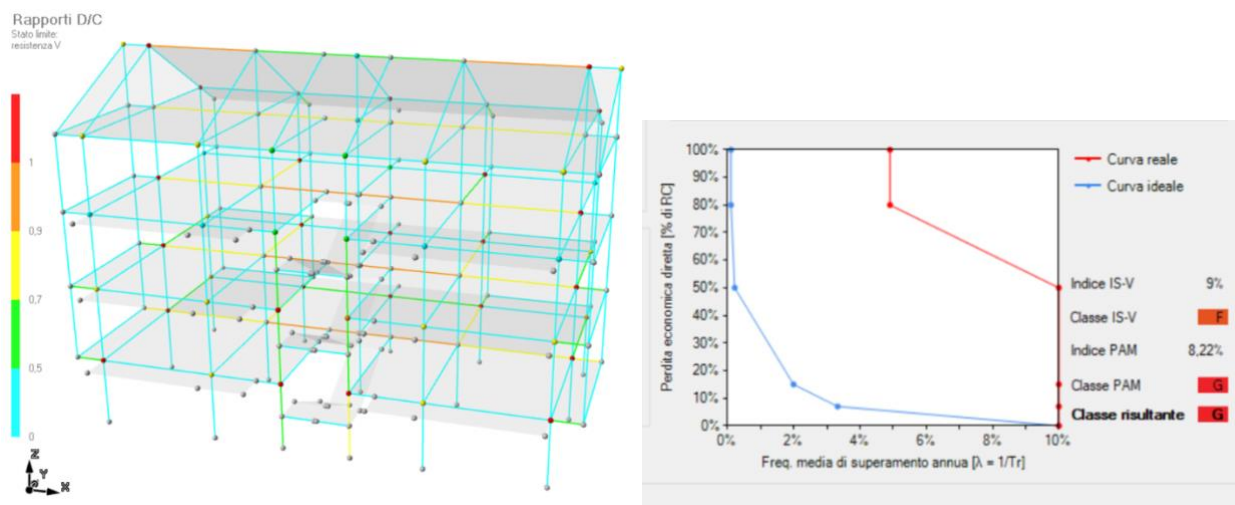
### **Il caso studio**

Il caso studio in oggetto riguarda un edificio in c.a. degli anni '80 sito in San Marcello (AN), destinato a civile abitazione. Si tratta di un edificio condominiale sviluppato su 5 piani e concepito con telai unidirezionali, con pilastri gettati in opera e travi di tipo prefabbricato, collegati trasversalmente da solai realizzati in latero-cemento.

A seguito del controllo del progetto e dei certificati di prova originali integrati con un rilievo diretto, è stata impostata una campagna indagini opportunamente calibrata al fine di raggiungere un livello di conoscenza pari a LC2. Pertanto, sono stati previsti il carotaggio di provini in calcestruzzo da sottoporre alla prova di compressione e l'estrazione di campioni di barre di armatura per esecuzione di prove a trazione, entrambi nella numerosità prevista dalle NTC.

Mediante un software di calcolo appropriato è stata opportunamente modellata la struttura ed è stata eseguita l'analisi dinamica lineare adottando il fattore di comportamento  $q=2,25$  per i meccanismi duttili e  $q=1,50$  per i meccanismi fragili. Dalle verifiche di sicurezza globale si riscontra che le maggiori criticità riguardano i meccanismi fragili, mentre relativi ai meccanismi duttili sono in linea con quelli ottenuti su edifici coevi. Si segnala, inoltre, che per sismi allo SLV non è scongiurato il ribaltamento delle tamponature.

In particolare, allo SLV, le maggiori criticità si hanno per i nodi i quali vanno già in crisi per un'azione sismica con un tempo di ritorno inferiore a 10 anni. Di seguito si riporta un'immagine significativa con i primi elementi nodali che vanno in crisi e gli indici di sicurezza IS-V e PAM ovvero indice di salvaguardia della vita ed indice di perdita media annua.



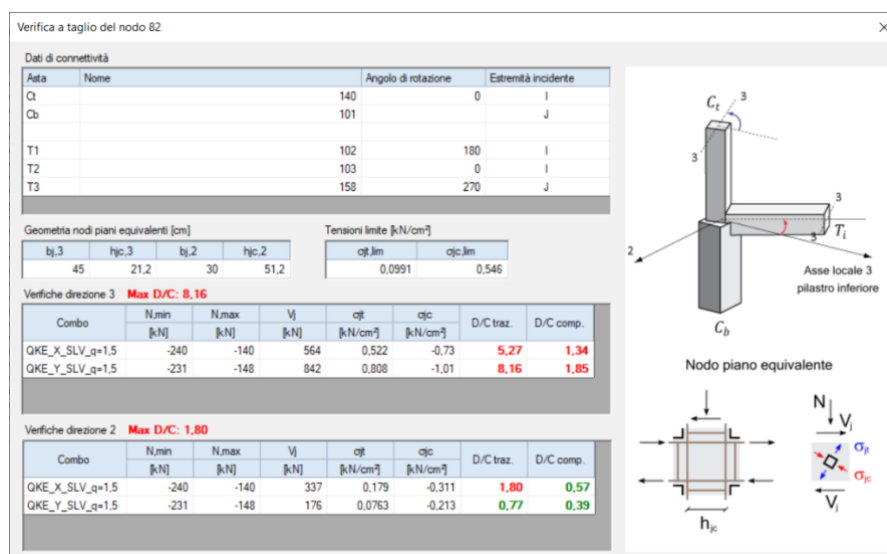
A seguito dell'esito della verifica sismica si è scelto di effettuare un intervento di miglioramento sismico intervenendo esclusivamente sui nodi perimetrali e sulle tamponature. L'obiettivo di prevenire la rottura prematura del nodo può essere centrato attraverso il sistema **SIS.MI.C.A.**<sup>TM</sup> di **Logica Tre**<sup>TM</sup>, sviluppato in partnership con **Kerakoll**, abbinato ad un intervento di anti-ribaltamento delle tamponature esterne.

Il sistema **SIS.MI.C.A.**<sup>TM</sup> infatti permette di effettuare il confinamento dei nodi tramite un rinforzo costituito da una piastra in acciaio ancorata nel nodo con inghisaggi chimici, la quale garantisce un aumento del confinamento, della resistenza e della duttilità, sopperendo alla mancanza e/o insufficienza di armatura trasversale.

La progettazione del rinforzo avviene attraverso un software specifico fornito dal produttore che consente di dimensionare il rinforzo ed il relativo sistema di ancoraggio alla struttura esistente.

Il dimensionamento della piastra avviene in funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali esistenti e geometriche delle sezioni degli elementi convergenti nel nodo (travi e pilastri).

Le sollecitazioni agenti su ciascun nodo sono ottenute dalla modellazione globale, in riferimento alla combinazione sismica SLV per un  $Tr = 475$  anni. La verifica del nodo viene condotta per entrambe le direzioni di sollecitazione e per tutte le combinazioni di carico considerate, di seguito si riporta un'immagine esplicativa del nodo maggiormente sollecitato.

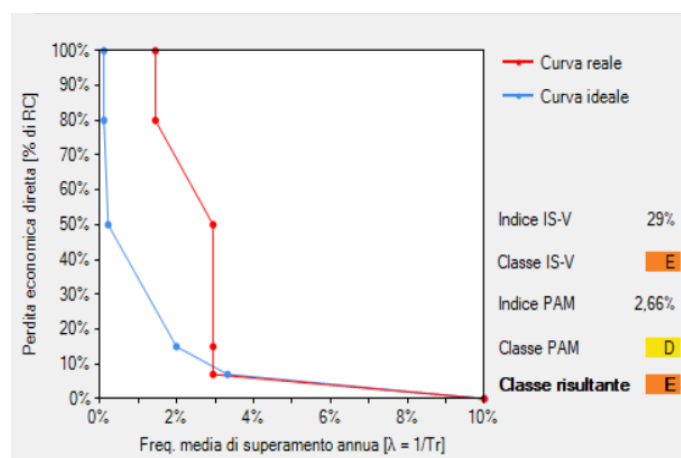


Il sistema di rinforzo viene progettato secondo quanto prescritto dalle NTC 2018 al paragrafo 7.4.4.3.1, determinando la staffatura equivalente in modo da soddisfare la relazione di cui al [7.4.10].

#### Rinforzo

|   | Caso di carico | Rdr      | $\Delta V_{rd,p}$ [kN] | $V_{rd,r}$ [kN] | $\Delta V_{rd,p}/V_{rd,cls}$ [%] |
|---|----------------|----------|------------------------|-----------------|----------------------------------|
| 1 | case           | 0.421646 | 29.79                  | 176.30          | 20.33                            |
| 2 | case           | 0.421646 | 28.49                  | 168.61          | 20.33                            |
| 3 | case           | 0.421646 | 20.58                  | 121.80          | 20.33                            |
| 4 | case           | 0.421646 | 22.39                  | 132.50          | 20.33                            |

L'incremento di resistenza offerto dal rinforzo dei nodi, abbinato all'antiribaltamento delle tamponature, permette di raggiungere un miglioramento sismico passando dalla classe di rischio G, in base alla classificazione del Superbonus, alla E.



## Fasi di installazione dei sistemi di rinforzo dei nodi

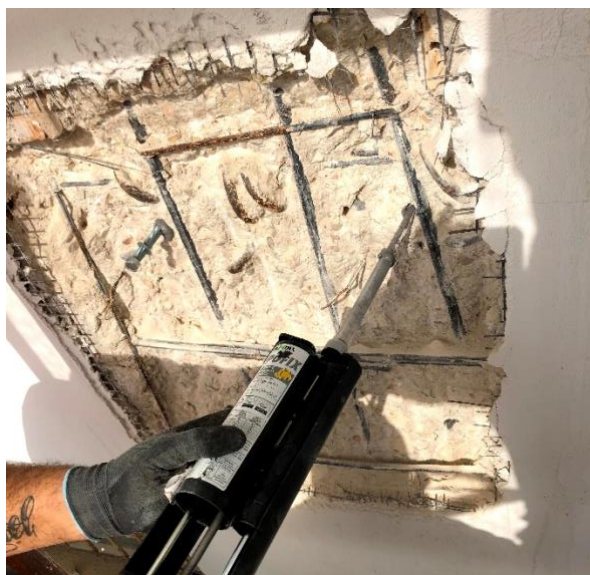
La prima fase consiste nella preparazione del sottofondo attraverso la rimozione del copriferro per mettere a nudo le barre di armatura longitudinali e trasversali di travi e pilastri convergenti nel nodo.

Il supporto deve essere accuratamente pulito per asportare il materiale in eccesso, ruggine e polvere, e scarificato, al fine di migliorarne l'aderenza con la malta strutturale utilizzata per il ripristino finale della geometria del nodo.

Prima dell'installazione, la superficie deve essere saturata a rifiuto per evitare la perdita d'acqua da parte del materiale utilizzato per il ripristino.

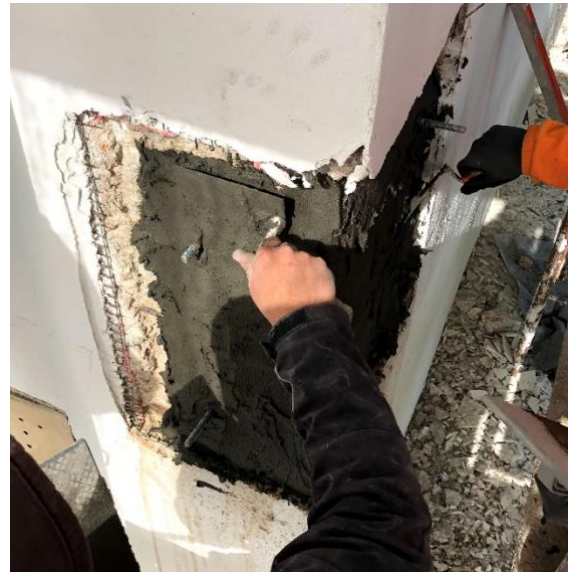
La piastra viene posizionata ed utilizzata come dima al fine di individuare la corretta posizione delle forature. Attraverso il software del produttore, sono stati previsti dei fori aggiuntivi rispetto a quelli necessari per l'ancoraggio per risolvere eventuali problematiche in fase di cantiere.

Si procede quindi alla foratura del supporto per l'inserimento delle barre di ancoraggio la cui lunghezza e inclinazione sono state preventivamente calcolate.



Si effettua la pulizia del foro con pistola ad aria al fine di eliminare la polvere residua che comprometterebbe il legame tra la resina e le pareti del foro, comportando così una riduzione della resistenza di progetto. Si procede quindi con l'iniezione della resina epossidica **Epofix** di Kerakoll per circa 2/3 di profondità e all'inghisaggio delle barre di ancoraggio, con l'accortezza di ruotarle lentamente in modo che l'ancorante aderisca bene lungo tutta la filettatura.

Si realizza uno strato consistente di malta tixotropica strutturale **GeoLite 40** per fornire una superficie planare atta ad eliminare i vuoti tra la piastra e il calcestruzzo e per livellare le asperità così da garantire un contatto uniforme sulla superficie di appoggio.



Si posiziona la piastra esercitando una leggera pressione manuale fino a far fuoriuscire la malta in eccesso, si prosegue andando a riempire le eventuali cavità presenti con malta da ripristino, e si procede a fissare in via provvisoria il dado.

La fase finale prevede il ripristino del copriferro precedentemente rimosso tramite malta da ripristino **GeoLite 40**

Trascorso il tempo necessario alla polimerizzazione della resina, variabile in base alle condizioni climatiche e del supporto, si procede al serraggio con una chiave dinamometrica rispettando il carico previsto da scheda tecnica.

Intervento realizzato nel mese di Febbraio- Maggio 2021

**Ditta esecutrice:** Edilart soc. coop.

**Progettazione strutturale architettonica:** Ing. Giordano Guerri

**Direzione Lavori strutturale architettonica:** Ing. Giordano Guerri