

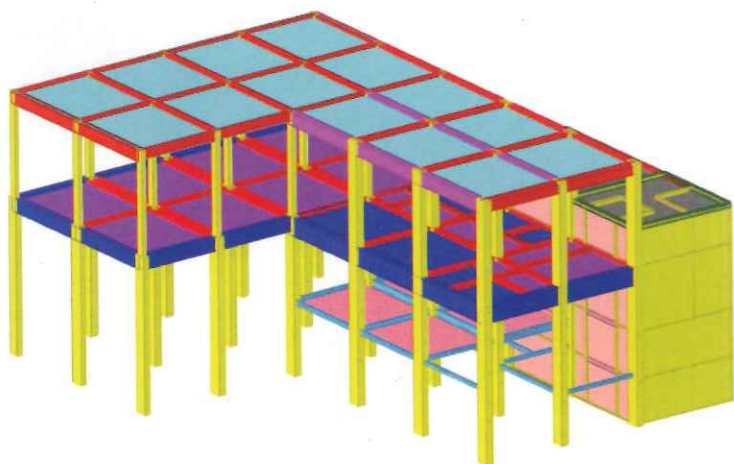
## Edifici e resistenza al sisma: miglioriamo o adeguiamo?

### Un caso pratico

**M**iglioramento e adeguamento sismico di un edificio produttivo: quando conviene? Quanto costa? Posso continuare ad usare la struttura?

Queste domande interessano tutti gli imprenditori che da qualche tempo sentono parlare dell'incentivo Sisma Bonus. Miglioramento e adeguamento sismico sono in realtà due interventi completamente differenti, anche se alle orecchie dei non addetti ai lavori potrebbero sembrare tra loro simili. Adeguare sismicamente un edificio significa conferirgli una capacità resistente all'azione sismica pari a quella di un edificio di nuova costruzione. Migliorare sismicamente un edificio significa incrementare percentualmente la sua resistenza al terremoto, restando comunque al di sotto del livello richiesto per un nuovo edificio. La differenza è fondamentale, dal momento che fino a qualche anno fa la maggior parte delle strutture sul territorio italiano era progettata senza alcun criterio di resistenza sismica. Negli ultimi quindici anni, in seguito ai gravi eventi sismici che hanno colpito la nostra penisola, sono state introdotte norme e criteri costruttivi sempre più stringenti.

*L'edificio interessato dall'intervento aveva pianta a forma di elle, dimensioni principali 75 per 50 metri, e ospitava una linea produttiva all'interno di un'azienda a rischio rilevante*



Un edificio progettato secondo l'attuale standard normativo italiano, le Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (NTC 2018), è completamente diverso da un suo analogo progettato meno di vent'anni fa. La diversità è talmente elevata che nella maggior parte dei casi, adeguare un vecchio edificio agli attuali standard è molto difficile e costoso. La forbice si allarga con l'età dell'edificio. Un peso notevole è giocato dal degrado dei materiali, dall'azione corrosiva degli agenti atmosferici e dalle manutenzioni, che non sempre sono eseguite in modo regolare. La tipologia costruttiva dell'edificio riveste anch'essa un ruolo importante. Certe tipologie costruttive hanno un comportamento intrinseco di resistenza al sisma migliore di altre. Purtroppo nel caso degli edifici prefabbricati in calcestruzzo, tale capacità, se non prevista con degli accorgimenti ad hoc, è praticamente assente. Travi, pilastri e tegoli di copertura di un edificio prefabbricato degli anni Sessanta o Settanta rischiano di crollare come un castello di carta se sollecitati dalla forza dinamica orizzontale del sisma.

Da questo punto di vista, l'intervento di miglioramento molte volte conviene di più. Esso, oltre a ridurre il rischio sismico, permette di raggiungere un livello di sicurezza meno spinto, ma più facilmente gestibile a livello progettuale ed esecutivo, con un investimento economico più basso. Cosa ancora più importante, in molti casi gli interventi possono essere eseguiti senza rinunciare all'utilizzo dell'immobile, nei limiti dei livelli di sicurezza imposti dai cantieri. Nel caso studio che presentiamo in questo articolo, era richiesto il miglioramento sismico di un edificio prefabbricato in calcestruzzo armato realizzato negli anni Settanta. L'edificio aveva pianta a forma di elle, avente dimensioni principali 75 per 50 metri, e ospitava una linea produttiva all'interno di un'azienda a rischio rilevante. La struttura era a telaio con travi e pilastri in calcestruzzo armato. La copertura leggera in acciaio. I solai di piano erano anch'essi in calcestruzzo armato, in parte prefabbricati e in parte in opera. Era presente un soppalco interno in acciaio, che ospitava alloggiamenti impiantistici. La prima parte dell'intervento ha riguardato la diagnostica. Per progettare il mi-

glioramento è necessario conoscere le caratteristiche dell'edificio. Bisogna disporre delle tavole progettuali esecutive o, in caso di assenza di queste, si rende necessaria un'opera di ricostruzione delle informazioni mancanti mediante analisi pacometriche. Queste analisi rilevano in modo non distruttivo la presenza, la direzione e il diametro delle barre di armatura all'interno dei manufatti in calcestruzzo. Chiarite dimensioni e armature, è di norma necessario verificare lo stato dei materiali in termini di resistenza residua e grado di corrosione. Vi sono numerose analisi possibili e sondaggi più o meno invasivi, che forniscano un'idea chiara del grado di resistenza residuo dei materiali. È logico aspettarsi che in un edificio oggetto di manutenzioni periodiche regolari, la vita residua degli elementi strutturali sia superiore a quella di un edificio trascurato e abbandonato a sé stesso. Non sempre è possibile eseguire le prove, e non sempre le tavole progettuali sono disponibili o ricostruibili a posteriori nella loro totalità. Per questo le NTC 2018 permettono di assegnare dei gradi di conoscenza differenti all'edificio: essi variano da uno a tre. Il terzo grado presuppone una conoscenza quasi totale dell'edificio, mentre il primo si accontenta di un livello più contenuto. Il secondo è il grado intermedio. Qualora si scelga per praticità, come nel caso in esame, il primo livello di conoscenza, sarà necessario operare sulla carta una certa riduzione della resistenza dei materiali, tale da compensare la mancata conoscenza approfondita dello stato di fatto. Le analisi geotecniche del sito hanno rappresentato il secondo passaggio obbligatorio dell'iter progettuale, dal momento che il terreno è l'elemento che trasmette il sisma all'edificio. A determinare l'azione sismica di progetto alla quale sottoporre il nostro edificio concorrono altri due parametri importanti. Il primo è la vita nominale della struttura, che per opere ordinarie si attesta intorno ai cinquant'anni. Il secondo è la classe d'uso, ossia un parametro che in una scala da uno a quattro indica l'importanza di una costruzione: la classe uno è assegnata ad opere provvisorie e di scarsa importanza; la classe quattro è propria di opere strategiche e di edifici in aziende a rischio rilevante. L'edificio in esame, essendo soggetto a normativa Seveso, era in classe d'uso quattro. In questi casi il normatore impone di migliorare la capacità resistente al sisma fino a portarla almeno al sessanta per cento dell'equivalente nuova costruzione. Per classi d'uso inferiori, cioè da uno a tre, sarebbe stato sufficiente raggiungere il dieci per cento dell'azione sismica prevista per la nuova costruzione. Il progetto ha operato su tre livelli. Il primo ha previsto il rinforzo della connessione tra le travi e i pilastri mediante l'inserimento di dissipatori sismici e, in alcuni casi,



*Con la tecnica della calastrellatura si migliora la resistenza a flessione del pilastro, ossia la sua capacità di resistere all'azione orizzontale sollecitante del terremoto*

di carpenteria di rinforzo. Prima dell'intervento le travi erano semplicemente appoggiate ai pilastri grazie alla forza di attrito. Dopo l'intervento gli elementi risultavano connessi tra loro, per migliorare la risposta al sisma. La seconda linea di intervento ha riguardato i pilastri, che sono stati fasciati con elementi in acciaio secondo una tecnica chiamata calastrellatura. Con questo rinforzo si migliora la resistenza a flessione del pilastro, ossia la sua capacità di resistere all'azione orizzontale sollecitante del terremoto. Il terzo intervento ha riguardato la connessione alla base dei pilastri sfruttando la pavimentazione industriale in calcestruzzo. Tramite opportuni supporti in carpenteria si sono resi solidali i pilastri al pavimento. In questo modo gli elementi, quanto sollecitati dal terremoto, potranno rispondere in maniera uniforme, perché connessi tramite la piastra del pavimento. I tre interventi hanno migliorato drasticamente la resistenza dell'edificio. Per tutta la durata dei lavori l'edificio ha continuato ad essere in uso, sebbene con le dovute accortezze. Nonostante le limitazioni imposte dalla business continuity, il cantiere si è esaurito nel giro di qualche mese.

Grazie all'intervento, l'edificio è stato inserito in classe di rischio sismico B, più di due livelli oltre la classe di partenza. L'azienda proprietaria ha avuto diritto a una detrazione fiscale pari all'ottanta per cento della spesa complessiva sostenuta, calcolato su un massimale di 96 mila euro: una detrazione netta di quasi 77 mila euro. Edificio più sicuro, tutela degli operatori all'interno dello stabile, patrimonio edilizio rivalutato, business continuity garantita, incentivo fiscale. Ogni imprenditore dovrebbe cogliere la grande opportunità dell'intervento di miglioramento sismico, in quest'epoca di passaggio tra il vecchio e il nuovo modo di progettare gli edifici. ■



**Alessandro Baldelli,**  
System & Safety  
Manager, Ricam Srl



**Riccardo Baldelli,**  
President & CEO,  
Ricam Srl