

Se assumiamo pari a 1 il livello di sicurezza minimo di un nuovo edificio progettato con le odierne norme tecniche, la nostra costruzione esistente avrà probabilmente un valore di sicurezza compreso tra 0 e 1. Le NTC 2008 suddividono gli interventi migliorativi in due tipi:

- ADEGUAMENTO: realizzare una serie d'interventi e modifiche tali per cui la sicurezza dell'edificio esistente diventa almeno pari a quella di uno nuovo.

- MIGLIORAMENTO: realizzare una serie d'interventi e modifiche che incrementano la sicurezza attuale, senza raggiungere quella minima per le nuove costruzioni.

Le nuove linee guida danno uno spettro più chiaro, sebbene più complesso di opzioni, attraverso la classe di rischio. La definizione degli interventi necessari al passaggio di una o di più classi è un'operazione tutto tranne che semplice, in particolare perché il patrimonio edilizio italiano è quanto di più eterogeneo (e spesso fantasioso) che si possa immaginare; sono necessaria professionalità, coscienza e conoscenza.

Da qui si apre tutto il mondo degli interventi possibili, della tecnologia e dell'estro ingegneristico. Il punto di partenza, come già detto, è comunque una corretta diagnosi, dalla quale dipenderà tutta la cura. La capacità del professionista incaricato di valutare attentamente la situazione di partenza è di fondamentale importanza in quanto dalla corretta conoscenza del proprio fabbricato dipendono poi tutte le scelte future di intervento.

Vediamo quindi nel seguito cosa si intende con "interventi possibili", con una doverosa precisazione: dopo ogni terremoto, cominciano a circolare soprattutto in ambienti non tecnici le varie teorie su quale sia il materiale più sicuro contro i terremoti. È bene puntualizzare che il materiale è solo un fine per raggiungere un obiettivo e la sicurezza non è insita nel materiale ma nel modo in cui è progettato e utilizzato. Un bravo professionista è in grado di scegliere, per ogni situazione, la giusta combinazione di materiale e tecnologia costruttiva, avendo poi cura di validare la propria scelta tramite le verifiche obbligatorie da normativa.

Interventi

Gli interventi sugli edifici esistenti sono molteplici, come molteplici sono le tipologie costruttive e le carenze strutturali che ogni edificio può presentare. Diventa quindi difficile fare una descrizione accurata di tutte le tecnologie esistenti, tuttavia i vari tipi di adeguamento possono essere raggruppati in funzione dell'effetto che producono sull'edificio.

Le verifiche sismiche vengono effettuate confrontando una domanda, cioè gli effetti sulla struttura (forze di taglio, momenti flettenti, richiesta di spostamenti, ecc..) derivante dal sisma (e generalmente proporzionali all'intensità sismica) con la capacità della struttura o degli elementi strutturali di resistere (o assecondare) tali forze (o spostamenti) senza danneggiarsi. Di conseguenza, una prima suddivisione può essere fatta tra gli interventi mirati a ridurre la domanda e quelli mirati ad incrementare la capacità. Va chiarito comunque che esiste anche un spesso gli interventi raggiungono il risultato tramite una combinazione di questi.

Tali interventi influenzano il livello di intensità sismica che determina il raggiungimento degli stati limite e di conseguenza il parametro perdita media annua (PAM) e l'indice di sicurezza (IS-V) che determinano la Classe di Rischio.

Tra gli interventi che incrementano la capacità vi sono quelli più tradizionali quali ad esempio: l'introduzione di setti in c.a. che aumentano la rigidità e la resistenza della struttura; l'incremento delle

sezioni ed il ripristino delle armature nelle strutture in c.a.; il ripristino delle murature e l'incremento del grado di interconnessione tra muri ortogonali; l'introduzione di diagonali nelle strutture in acciaio, ecc...

Tra gli interventi che riducono la domanda invece si possono citare ad esempio: la riduzione della massa di piano, in quanto le forze sismiche sono proporzionali a queste; l'isolamento alla base, che in modo semplicistico può essere pensato come mettere i pattini alla struttura in modo che il terreno si muova in modo (più o meno) indipendente da questa e l'adozione di dispositivi sismici innovativi atti a dissipare l'energia del sisma.

Un altro tipo di interventi è quello che mira alla riduzione degli elementi di rischio per gli occupanti senza effettivamente modificare la risposta sismica dell'edificio. Ad esempio, alcuni interventi mirano ad evitare lo sfondellamento dei solai che rappresenta un elevato elemento di rischio per chi si trova dentro l'edificio. Secondo lo stesso principio, esistono ad esempio soluzioni che mirano alla salvaguardia degli occupanti utilizzando cellule di sicurezza.

Non bisogna comunque dimenticare che in molti casi i principali elementi di vulnerabilità sismica degli edifici esistenti sono legati al fatto che, quando progettati (prima dell'introduzione delle normative sismiche), tali strutture non erano pensate per resistere a forze orizzontali. Questo fa sì che vi siano situazioni che rendono la struttura particolarmente vulnerabile ed ovviamente il primo passo per il miglioramento/adequamento è l'eliminazione di tali situazioni.

Come detto in precedenza è impossibile fornire in poche righe un elenco esaustivo dei possibili interventi; quello che si vuole rimarcare è che esistono una grande quantità di tecniche di intervento ed alcune si adattano meglio di altre in base alla situazione in esame. Un professionista qualificato è in grado di definire la tecnologia più adeguata ad ogni situazione. In particolare, attraverso la definizione delle classi di rischio, le linee guida forniscono degli obiettivi da raggiungere, facilitando il lavoro del tecnico che può basare le sue valutazioni su di un rapporto benefici-costi. La soluzione ottimale è quella che massimizza i benefici, in termine di incremento di classe, minimizzando i costi.

Tuttavia, sebbene esistano soluzioni efficaci ed economiche, nelle situazioni di edifici con vulnerabilità molto elevata una valutazione attenta dell'opzione demolizione/ricostruzione va fatta. Infatti con l'evoluzione delle nuove tecnologie al giorno d'oggi ci sono a disposizione tecnologie che offrono costi di costruzione ridotti e spesso competitivi rispetto a quelli degli interventi sull'esistente.

Esempi Applicativi

La seguente sezione descrive 3 casi studio per tre diverse tipologie di costruzione offrendo valutazioni relative alla classe prima e dopo gli interventi includendo anche valutazioni economiche. È importante precisare tuttavia che gli elementi di vulnerabilità sono spesso molto diversi da struttura a struttura e di conseguenza anche gli interventi necessari.

Ad esempio, negli edifici in muratura, talvolta per migliorare la risposta sismica è sufficiente eliminare i fuori piano quindi inserire dei tiranti in punti opportuni con costi contenuti. Altre volte, soprattutto quando vi è muratura disaggregata o a sacco è necessario effettuare interventi diffusi con un impatto differente in termini di costi.

Analogamente, per gli edifici in cemento armato può capitare di dover intervenire (come nel caso della scheda riportata di seguito) solamente a rinforzare i nodi ed i pilastri a taglio sui primi due piani, sostenendo costi limitati essendo la pilastratura quasi ovunque a vista, altre volte è necessario intervenire sulle travi o sugli elementi secondari (tamponamenti) con lavori molto costosi e di difficile esecuzione, soprattutto in presenza di rivestimenti o decori.

Le informazioni fornite nel seguito sono riferite a tre casi studio reali e vogliono semplicemente fornire tre esempi applicativi senza l'ambizione di generalizzare l'applicabilità dei risultati.

Sono stati analizzati un capannone industriale in cemento armato prefabbricato, un edificio in muratura ed uno in cemento armato ad uso residenziale.

Commenti Silvia: Come è opportuno esplicitare i costi? Al metro cubo? Al metro quadro? A unità immobiliare (assolutamente fuorviante)?

Commentato [F1]: Proviamo con per unità immobiliare e parametrizzata al metro quadro.... Poi vediamo...

Descrizione interventi con testo di circa 3.000 battute che illustri ciascuno dei tre interventi.

Scheda 1: Edificio industriale prefabbricato in CA	
Immagine Edificio	
Livello di conoscenza	Erano disponibili al tecnico Progettista: disegni esecutivi, certificati di laboratorio dei materiali, collaudo statico. Sono stati eseguiti ulteriori accertamenti: riscontri dimensionali, prove con sclerometro e pacometro.
Criticità	Le principali criticità della struttura esistente erano la mancanza di connessioni tra componenti prefabbricati e l'insufficiente armatura a flessione per alcuni pilastri
Modello porzione del fabbricato	

Modellazione ed Analisi	Sono state effettuate modellazioni agli elementi finiti ed una analisi dinamica lineare (modale con spettro di risposta), considerando accelerazioni derivate dallo spettro elastico della zona ridotto mediante un fattore di struttura $q = 1,5$		
Interventi di miglioramento previsti	<p>Gli interventi di miglioramento hanno comportato lavori relativi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • alla mancante o migliore connessione tra i vari componenti prefabbricati conseguita mediante il posizionamento di piastre metalliche connesse mediante tasselli chimici, • ad un incremento della sezione di alcuni pilastri, applicando cappetta adeguatamente armate, impiegando malta antiritiro con connettori al corpo del pilastro esistente ed alle fondazioni, • all'aumento della capacità delle travi di banchina in c.a. alle azioni orizzontali rendendole collaboranti con un nuovo profilato metallico, • alle finiture connesse, consistite nella rimozione e successivo ripristino parziale di intonaci e pavimentazione. <p>Il costo degli interventi, nell'anno 2015, comprensivo di manodopera, materiali, attrezzature ed oneri per la sicurezza, è risultato pari ad € 85.000,00.</p>		
Classificazione	Classe IS-V	Classe PAM	Classe
Ante Intervento	D	C	D
Post Intervento	B	B	B

INSERIRE ESEMPI

Conclusioni

Commento sull'aleatorietà dei costi riportati....

Evidenziare l'importanza di chiedere un supporto ad un professionista competente e che siamo consapevoli che non si può generalizzare... è un lavoro che richiede uno specialista... si riportano solo tre casi studio e in questi casi abbiamo fatto "questo" e speso "questo"... Non significa che si può fare altrettanto altrove... serve solo per farsi un'idea di massima....