



RISTRUTTURARE GLI EDIFICI PER RENDERLI ANTISISMICI: ECCO LE TRE TECNICHE BASE



Gli edifici che sono stati costruiti senza rispettare le normative antisismiche sono destinati a crollare quando vengono sollecitati da un terremoto con un elevato grado di intensità, in quanto la scossa che arriva da sotto terra muove le fondazioni, i piani inferiori oscillano e nel momento in cui si trovano in gioco murature non collegate tra loro ecco che queste ribaltano lateralmente e fanno precipitare i solai causando danni e vittime.

La normativa antisismica riguarda i criteri per costruire una struttura in modo da prevenire i danni alle persone ed alle cose durante il verificarsi di un evento sismico.

Fino al 1974 in Italia, i Comuni hanno subito una classificazione sismica e sono stati sottoposti a norme restrittive per le costruzioni solo dopo essere stati fortemente danneggiati dai terremoti.

Fortunatamente si sono poi susseguite una serie di normative

in materia, che hanno portato allo stato attuale nel quale, per ogni luogo del territorio nazionale, l'azione sismica da considerare nella progettazione viene attribuita

Gradualmente si deve e si può passare dalla cultura del fatalismo a quella della prevenzione

secondo valori espressi in termini di accelerazione di riferimento. Le norme affrontano anche il delicato problema degli edifici esistenti,

definendo tre tipologie di interventi che possono essere effettuati:

- interventi di adeguamento

che permettono di raggiungere i livelli di sicurezza previsti dalle

IL PRIMO
OBIETTIVO
È FORNIRE
ALLA STRUTTURA
UN COSIDDETTO
“COMPORTAMENTO
SCATOLARE”
QUINDI COMPATTO

UNA RAPIDA VIBRAZIONE ED IL MONDO COLLASSA

Il terremoto è un fenomeno naturale che si manifesta con un'improvvisa e rapida vibrazione del suolo causata dal rilascio di una grande quantità di energia accumulata nel sottosuolo.

Oltre alla classica oscillazione degli oggetti, si ha una percezione da parte del corpo umano che può sembrare una “sensazione di vuoto” con conseguenti vertigini e senso di spossatezza, come se improvvisamente ci si sentisse deboli.

Le onde sismiche che si propagano nel terreno si avvertono in superficie come delle scosse che possono essere definite sussultorie o ondulatorie, in funzione del fatto che il movimento oscillatorio sia in direzione verticale oppure orizzontale.

La durata di ciascuna scossa sismica solitamente è di alcune decine di secondi, anche se eccezionalmente può raggiungere il minuto.

Inoltre un terremoto non si verifica mai con una sola scossa, infatti le scosse si succedono progressivamente con intervalli irregolari per diversi giorni e talvolta per interi mesi, come si è verificato in questo periodo nell'Italia centrale colpita da un sisma molto violento, ma purtroppo atteso. Il vero problema è che i terremoti non possono essere previsti, quindi l'unica soluzione è agire sugli edifici.

Norme Tecniche di Costruzione;

- **interventi di miglioramento** che permettono di aumentare la sicurezza strutturale esistente pur senza raggiungere i livelli richiesti dalle Ntc;

- **interventi locali** che interessano solo elementi isolati e che comunque comportano un miglioramento delle condizioni di sicurezza. Inoltre si ha la valutazione sismica obbligatoria dell'edificio esistente e se necessario l'adeguamento nel momento in cui si ha:

- ampliamento o sopraelevazione;
- incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10%.

Non è obbligatorio invece provvedere alla valutazione sismica dell'edificio per tutte le altre tipologie di intervento.

Ma in concreto quali sono gli interventi sugli edifici esistenti che permettono di incrementare la resistenza delle strutture e prevenire i disastrosi effetti di un terremoto?

Innanzitutto bisogna specificare che l'obiettivo primario è fornire alla struttura un cosiddetto “comportamento scatolare”, che è facilmente spiegabile partendo dall'esempio di una semplicissima scatola da scarpe.

Quando la scatola è compatta e chiusa con le sue pareti, il suo fondo ed il suo coperchio, è molto difficile da deformare nonostante si applichino anche forze molto elevate. Lo stesso principio deve essere riproposto per un edificio, collegando solidamente tra loro le pareti perimetrali ed i vari solai che lo compongono in modo da ricreare appunto un sistema scatolare. Per fare questo possiamo sostanzialmente raggruppare gli

L'ITALIA È UN PAESE STORICAMENTE A RISCHIO

L'intensità di un terremoto viene misurata principalmente secondo due scale di misurazione. La prima, la meno utilizzata, consiste nella scala Mercalli, la quale presenta una gradazione che va da I a XII ed è suddivisa in funzione dell'entità dei danni provocati dal terremoto stesso.

La seconda scala è la Richter che associa l'energia liberata dal terremoto ad un indice di riferimento chiamato Magnitudo. Questo indice viene ottenuto secondo definite relazioni matematiche in cui si considerano le caratteristiche del terremoto stesso, ma la questione fondamentale è connessa al fatto che la variazione di pochi decimali di magnitudo corrisponde a notevoli variazioni di energia liberata dal terremoto, per esempio l'aumento di una sola unità di magnitudo coincide con il rilascio di un'energia trenta volte maggiore.

L'Italia è situata al margine di convergenza tra due grandi placche, quella africana e quella euroasiatica.

Il movimento relativo tra queste due placche causa l'accumulo di energia e deformazione che occasionalmente vengono rilasciati sotto forma di terremoti di varia entità, un dato che ormai è storicamente documentabile nel corso dei secoli. Ma a differenza del passato, oggi i danni si possono prevenire.

DAI SOLAI
ALLA QUALITÀ
MURARIA
I PUNTI DEBOLI
DA PRENDERE
IN ESAME
PRIMA
DI INTERVENIRE

interventi in **tre macrofamiglie**, ognuna delle quali va ad agire su un determinato elemento strutturale.

La prima famiglia di interventi riguarda il **miglioramento dei collegamenti** che può essere fatto attraverso differenti modalità.

Per quanto riguarda il collegamento delle pareti perimetrali è possibile mediante l'inserimento di **tiranti** metallici, i quali vengono disposti internamente all'edificio al livello dei solai ed in corrispondenza delle pareti portanti del fabbricato sulle quali si ancorano attraverso piastre.

In alternativa, è possibile ricorrere al posizionamento di **cerchiature** esterne all'edificio che possono essere realizzate attraverso elementi metallici oppure materiali compositi. Questa tipologia di intervento evita lo sviluppo di sovratensioni in corrispondenza degli angoli delle murature.

La terza tipologia di miglioramento dei collegamenti è invece costituita dalla realizzazione di un **cordolo di sommità**, il quale ha la funzione di collegare le pareti perimetrali nella zona dell'edificio in cui le murature risultano meno coese. Può essere realizzato in calcestruzzo armato se non porta ad un eccessivo appesantimento della struttura, oppure in elementi metallici i quali sono particolarmente indicati per la loro leggerezza e poca invasività dell'intervento stesso.

Il collegamento dei solai alle pareti invece viene realizzato per evitare lo sfilamento delle travi dalle pareti stesse e per una maggiore distribuzione delle forze orizzontali sulle pareti stesse. Si realizza mediante **spinotti** metallici fissati ad un determinato passo



Cerchiature metalliche dell'edificio

nella muratura e **cordoli** sempre metallici che corrono perimetralmente al solaio.

La seconda famiglia consiste nella **riduzione della deformabilità dei solai**, ovvero l'irrigidimento del solaio in modo da trasferire e ripartire le azioni orizzontali, oltre a costituire vincolo per le pareti verticali.

Questa tipologia di intervento dipende dalla tecnologia costruttiva del solaio in gioco, in quanto solai in legno possono essere irrigiditi semplicemente mediante posizionamento di ulteriori tavolati in legno multistrato sopra l'assito stesso, oppure è possibile ricreare una piccola cappa in calcestruzzo armato con rete elettrosaldata sull'estradosso, unico intervento per altro possibile nel caso di solai in laterocemento.

Per quanto riguarda le coperture invece, oltre a questi interventi già citati per i solai orizzontali, è possibile inserire un sistema di

controventatura con il posizionamento di tiranti metallici disposti diagonalmente.

Per la terza famiglia contempliamo interventi necessari per **migliorare la qualità muraria** i quali sono mirati al risanamento ed al miglioramento delle caratteristiche meccaniche degli elementi strutturali deteriorati o danneggiati. È necessario specificare che questi interventi da soli non sono assolutamente sufficienti a ripristinare o migliorare l'integrità strutturale del fabbricato.

Brevemente possono essere riassunti e categorizzati secondo la tipologia e la qualità degli elementi murari sui quali vengono realizzati.

- Cuci e scuci nel quale si eliminano le parti di muro danneggiate le quali vengono sostituite con nuovi elementi. In questo intervento viene anche solitamente effettuata una ristilatura dei giunti degradati, piuttosto che l'inseri-

mento di piccoli tiranti passanti da lato a lato della muratura in modo da creare una sorta di confinamento della stessa e sostenere un'eventuale "rigonfiamento".

- Iniezioni semplici o armate, ovvero la penetrazione di miscele fluide all'interno della muratura mediante fori creati in superficie. Questo intervento è utile per il riempimento di eventuali vuoti interni e per il collegamento dei componenti sciolti.

- Intonaco armato con rete è anch'esso utile per il confinamento della muratura ed un aumento della resistenza. Deve però essere realizzato mediante reti preformate in materiale composito fibrorinforzato e non con la classica rete elettrosaldata come è stato fatto nel recente passato, la quale ha portato molti più danni che benefici.

È d'obbligo poi aprire una parentesi sul rinforzo strutturale in fibra di carbonio, il quale può essere speso per l'intervento su tutti gli elementi strutturali costituenti un edificio.

Si va dal consolidamento di strutture in cemento armato sia a flessione che a taglio delle travi, cerchiatura per i pilastri, rinforzo dei solai e rinforzo dei collegamenti trave-pilastro. Inoltre è possibile utilizzarli per il consolidamento di strutture in muratura per l'aumento della loro capacità portante. Tra le caratteristiche a favore di questi sistemi troviamo la leggerezza, le elevate proprietà meccaniche, le caratteristiche anticorrosive e la capacità di adattarsi bene anche ad applicazioni in cui è necessario preservare le caratteristiche estetiche della struttura originaria (edifici di interesse storico o artistico) o in casi in cui i rinforzi



Intervento di iniezione semplice o armata



Intonaco armato con reti in fibra

tradizionali sarebbero di difficile applicazione per limitatezza dello spazio a disposizione. In conclusione a questa "breve" panoramica sui principali interventi di consolidamento antisismico è necessario però specificare che i criteri e le tecniche di intervento vanno valutate e calibrate caso per caso durante la progettazione

e realizzate a regola d'arte in fase esecutiva, in quanto tutto è finalizzato a preservare la vita di chi alla fine dei lavori utilizzerà l'edificio.

Davide Diotti
(ingegnere Eseb)