

# Qui ReLUIS

G. Manfredi<sup>1</sup> ■



Tra le diverse attività svolte dal consorzio ReLUIS nel post-sisma de L'Aquila, notevole impegno è stato certamente dedicato alla redazione di documentazione tecnica volta a fornire supporto ai professionisti impegnati nella redazione di progetti di intervento di riparazione, rafforzamento e/o miglioramento sismico delle strutture danneggiate dal sisma. In tale ambito, particolare attenzione è stata posta alla redazione di specifiche linee guida che potessero orientare i progettisti nella scelta, nella progettazione e nelle modalità di esecuzione di interventi di riparazione e rafforzamento locale sulle strutture colpite dal sisma dell'Abruzzo del 6 aprile 2009, con particolare riferimento a quelle classificate, secondo le procedure stabilite dal Dipartimento della Protezione Civile, con esito B o C. D'altro canto, al fine di fornire un utile supporto anche nella redazione di progetti di intervento per strutture classificate con esito E, il consorzio si è impegnato nella redazione di specifica documentazione mirata alla definizione dei criteri da adottare per la progettazione del piano di prove sui materiali e sui terreni nel rispetto delle prescrizioni di legge vigenti.

Gli sforzi perseguiti in tale ambito hanno portato alla redazione di specifiche linee guida che raccolgono ed illustrano diverse indicazioni sugli aspetti sopracitati. Esse, rese disponibili sul sito [www.reluis.it](http://www.reluis.it) a partire dall'agosto 2009 e dal marzo 2010, rispettivamente, sono state recentemente stampate in due volumi: "Linee Guida per Riparazione e Rafforzamento di Elementi strutturali, Tamponature e Partizioni" sviluppato in collaborazione tra il Dipartimento della Protezione Civile ed il consorzio ReLUIS ed a cura di M. Dolce e G. Manfredi (ISBN 978-88-89972-29-8); "Linee Guida per Modalità di Indagine sulle Strutture e sui Terreni per i Progetti di Riparazione, Miglioramento e Ricostruzione di Edifici Inagibili" sviluppato in collaborazione tra il Dipartimento della Protezione Civile, il consorzio ReLUIS, l'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I.), l'Associazione Laboratori Geotecnici Italiani (A.L.G.I.), e l'Associazione Laboratori Ingegneria Geotecnica (A.L.I.G.) (ISBN 978-88-89972-30-4). I volumi, stampati per conto del consorzio ReLUIS, restano disponibili in libero accesso sul sito del consorzio così come le indicazioni redatte in merito al rilievo, l'analisi ed il pro-

Qui ReLUIS



Figura 1. a) Linee guida per Riparazione e Rafforzamento di Elementi strutturali, Tamponature e Partizioni; b) Linee Guida per Modalità di Indagine sulle Strutture e sui Terreni per i Progetti di Riparazione, Miglioramento e Ricostruzione di Edifici Inagibili.

<sup>1</sup> Presidente della Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica.

getto di interventi di riparazione e consolidamento sismico di edifici in muratura in aggregato. Tali linee guida, disponibili sul sito del consorzio a partire da ottobre 2010, intendono fornire un quadro sistematico della metodologia e degli strumenti operativi per il rilievo, la diagnostica, la scelta degli interventi e la redazione finale del progetto di intervento su edifici in aggregato. Tali testi, nati con la finalità di supportare i progettisti nella redazione delle pratiche di richiesta di contributo nell'ambito del processo di ricostruzione aquilano (ai sensi dell'OPCM 3779 del 6 giugno 2009 e relativi Indirizzi ed ai sensi dell'OPCM 3790 del 9 luglio 2009 e relativi Indirizzi), costituiscono in ogni caso un utile strumento di supporto e guida per tutti i professionisti attenti e qualificati per una valida progettazione nel rispetto delle prescrizioni ed indicazioni della corrente normativa (Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con D.M. 14 gennaio 2008 e relativa Circolare 2 febbraio 2009). Nell'ambito delle "Linee Guida per Riparazione e Rafforzamento di Elementi strutturali, Tamponature e Partizioni" vengono puntualmente analizzate e discusse le seguenti problematiche: danni agli elementi strutturali e non strutturali (Cap. 2); interventi strutturali di riparazione o intervento locale (Cap. 3); interventi non strutturali (Cap. 4). In particolare, il capitolo 2 offre una ampia panoramica delle principali tipologie di danno da sisma impreziosita da una ricca documentazione fotografica che, attraverso scatti puntuali, documenta in modo chiaro i

danni riscontrati nelle strutture aquilane nell'immediato post-sisma. I capitoli 3 e 4 illustrano, invece, i criteri e le modalità applicative di interventi sugli elementi strutturali e non strutturali con particolare attenzione alla descrizione delle modalità applicative degli interventi che fanno uso di tecnologie innovative basate sull'utilizzo di fibre e compositi, nei confronti delle quali i tecnici progettisti hanno una minore confidenza e la cui buona esecuzione è elemento essenziale per la loro piena efficacia. In particolare, vengono affrontate con cura le principali fonti di vulnerabilità delle strutture in cemento armato e muratura quali le debolezze dei nodi trave-pilastro non confinati nei telai in c.a., e le debolezze dei collegamenti delle pareti portanti nelle strutture in muratura, sovente causa di innesco di meccanismi di ribaltamento in caso di sisma. Nella logica dell'approccio dell'OPCM 3779 si è volutamente scelto di privilegiare gli aspetti descrittivi degli interventi da eseguire, piuttosto che gli aspetti computazionali relativi all'analisi della struttura nel suo complesso. L'eliminazione delle carenze strutturali tipiche di strutture esistenti costituisce, infatti, il presupposto necessario al conseguimento dei livelli di sicurezza desiderati. Nella scelta degli interventi di rafforzamento locale non si può, comunque, prescindere da un'analisi qualitativa complessiva delle caratteristiche delle parti strutturali e non strutturali pericolose al fine di impostare un progetto che miri a ridurre drasticamente le debolezze e le carenze che possano compromettere un cor-

Figura 2.  
Intervento di rafforzamento  
locale su nodi non confinati  
in c.a. (scuola elementare,  
Paganica - L'Aquila).



retto comportamento di insieme della struttura. L'analisi quantitativa, in tal caso, è finalizzata unicamente a definire l'incremento di resistenza o duttilità locale conseguita con l'intervento. Al fine di supportare i progettisti in tale analisi quantitativa, vengono riportati in appendice opportuni esempi di calcolo relativi al rafforzamento locale di nodi in c.a. con materiale composito e con sistema CAM. Il capitolo 4 affronta principalmente le problematiche connesse alle tamponature ed al loro collegamento trasversale e perimetrale a pilastri e travi. Cenni relativi alle principali cause di degrado di elementi in legno, estremamente diffusi nelle strutture esistenti, sono trattati in una specifica appendice.

Nell'ambito delle *"Linee Guida per Modalità di Indagine sulle Strutture e sui Terreni per i Progetti di Riparazione, Miglioramento e Ricostruzione di Edifici Inagibili"* vengono largamente discussi ed illustrati i criteri operativi attraverso cui programmare ed interpretare le indagini, distruttive e non distruttive, sulle strutture. Il primo capitolo delle linee guida delinea brevemente lo scopo del volume mentre gli altri due capitoli trattano diffusamente le problematiche connesse alla definizione del piano di prove, con riferimento alle strutture (capitolo 2) ed ai terreni (capitolo 3). Nel capitolo 2, in particolare, si riportano e discutono le principali tipologie di prova mirate alla indagine conoscitiva dei materiali costituenti sia le strutture in c.a. (prove non distruttive: prove pacometriche, sclerometriche, ultrasoniche, metodo SONREB, scansioni mediante georadar; prove

distruttive: prove di carico, prove di compressione su carote di calcestruzzo, prove di trazione su barre di armatura d'acciaio estratte dalla struttura) che in muratura (prove non distruttive: prove soniche, caratterizzazione della malta, prove penetrometriche; prove debolmente distruttive: martinetti piatti, carotaggi, endoscopie). Con riferimento a quanto riportato nelle attuali prescrizioni di norma, il testo richiama l'attenzione, inoltre, sull'importanza di una corretta definizione della campagna di prove da eseguire (fase integrante e di notevole impatto nella redazione di un progetto su strutture esistenti) illustrandone le opportune modalità di svolgimento. La descrizione di ciascuna prova è accompagnata da tre diverse sezioni in cui vengono illustrati nello specifico i principi su cui la prova si basa, le modalità di esecuzione e le norme di riferimento, e le avvertenze/raccomandazioni per un corretto svolgimento della prova ed una rigorosa interpretazione dei dati che consenta di ottimizzare il processo di conoscenza dei materiali costituenti la struttura. In maniera analoga, nel capitolo 3, vengono illustrati gli obiettivi delle prove sui terreni analizzando in dettaglio l'uso di metodi di indagine convenzionali e/o propri della dinamica dei terreni quali: sondaggi; prove in sito tradizionali (CPT, SPT, DMT, etc.); installazione di piezometri e misura delle pressioni interstiziali; prove geofisiche in situ (down hole, cross hole, cono sismico, SDMT, SASW-MASW, etc.); prove geotecniche di laboratorio (determinazione di proprietà indice e di stato, prove edometriche, triassiali e RCTS, etc.).