

## IMMOBILE RESIDENZIALE - AMATRICE

<b>Oggetto</b>	Verifica di vulnerabilità sismica – Progetto di miglioramento sismico
<b>Luogo</b>	Amatrice (RI), Loc. Arafranca Pinaco
<b>Committente</b>	Sig. D'Ortenzio
<b>Classe d'uso</b>	I
<b>Zona sismica</b>	1
<b>Tempistiche</b>	11.02.2018 – 03.06.2018
<b>Progettista</b>	ing. Marco Brognoli (verifica di vulnerabilità sismica) IDES srl (prove in situ – intervento di miglioramento sismico)

### DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

Il fabbricato si compone di un corpo principale, costituito da un impalcato più la copertura (piano terra, primo piano, copertura), più un corpo limitrofo, staccato, monopiano (magazzino).

### DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Lo stato di fatto consiste in una costruzione a struttura in muratura, con orizzontamenti in latero-cemento o lignei. Nello specifico, il corpo principale ha un impalcato in latero-cemento (con cappa non armata di 3 cm) e una copertura in legno; il corpo secondario ha una copertura in latero-cemento, con cappa di 4 cm.

La muratura al piano terra del corpo principale è in pietra. Ha spessore di 60 cm ed è di discreta fattura, specie per quanto riguarda i blocchi. La muratura al piano primo del corpo principale è in blocchi forati di calcestruzzo di dimensioni 40(L)x30(P)x21(H) cm. La muratura del corpo secondario è in blocchi di calcestruzzo pieno di dimensioni 39,5(L)x26,5x11,5(H) cm.

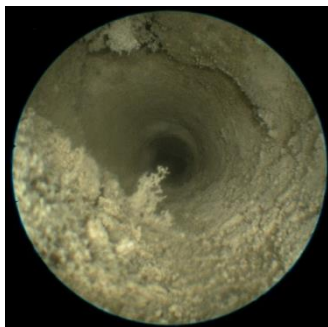
Il fabbricato evidenzia un lieve quadro fessurativo, riconducibile agli eventi sismici del 24/08/2016 (magnitudo 6,0), 26/10/2016 (due scosse di magnitudo 5,4 e 5,9), 30/10/2016 (magnitudo 6,5) e 17/01/2017 (quattro scosse di magnitudo superiore a 5,0 e massima pari a 5,5).

### LIVELLO DI CONOSCENZA

Nelle verifiche di vulnerabilità è stato raggiunto il livello di conoscenza **LC2**.

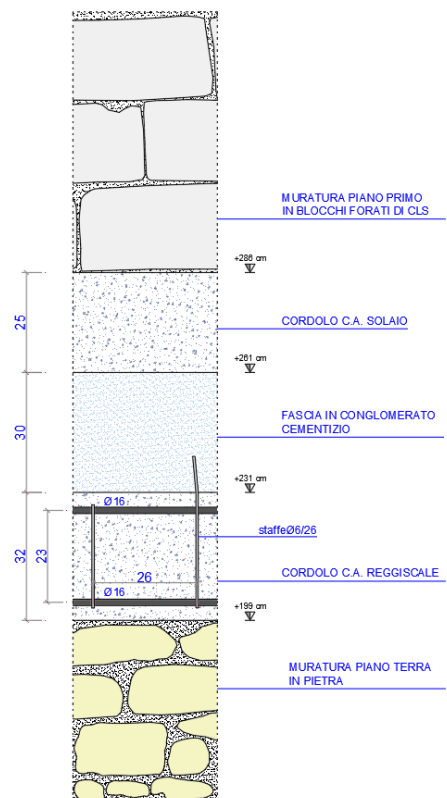
### INDAGINI ESEGUITE

Le prove *in situ* hanno consentito la caratterizzazione meccanica delle murature, ossia la conoscenza dei parametri di deformabilità e di resistenza (cfr. § 8.5.3 delle NTC08 e § C8A.1.A.3 della relativa Circolare). I dettagli costruttivi sono stati determinati mediante prove di tipo indiretto, tramite analisi termografica all'infrarosso. Tuttavia in alcune situazioni si è ricorso anche a prove di tipo diretto, tramite saggi nella muratura e nei solai che hanno consentito di esaminare le caratteristiche sia in superficie che in



spessore. Si sono effettuate ispezioni endoscopiche nelle murature e nei solai per determinarne la geometria interna (presenza di intercapedine) e le caratteristiche dei materiali (pietra, mattoni pieni, forati, etc.). Si sono catalogati in tal modo gli elementi strutturali (murature) con caratteristiche uguali nei dettagli costruttivi.

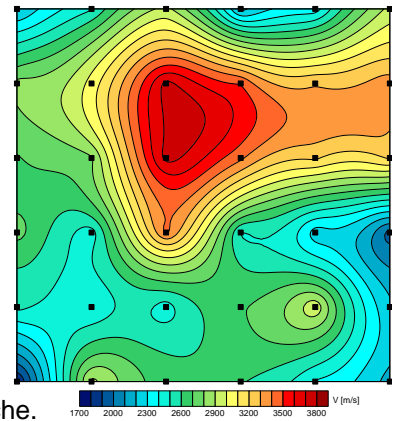
Particolare attenzione è stata riservata alla valutazione della qualità muraria, con riferimento agli aspetti legati al rispetto o meno della "regola dell'arte". Tale esame, nonché la valutazione delle caratteristiche meccaniche, hanno come finalità principale quella di stabilire se la muratura ha un comportamento strutturale idoneo a sostenere le azioni statiche e dinamiche prevedibili per l'edificio in oggetto. In accordo con l'O.P.C.M. 3274/2003 e le ss.mm. e ii. si è previsto, in aggiunta alle verifiche visive ed ai saggi interni, l'individuazione delle caratteristiche meccaniche delle murature mediante prove sperimentali in



situ. Per la classificazione delle murature secondo le tipologie di cui all'Appendice 11.D dell'O.P.C.M. 3274 e ss.mm. e ii. sono state eseguite prove con martinetti piatti doppi.

Tuttavia è consentito dall'Ordinanza l'impegno di metodi di prova non distruttivi, in combinazione ma non in sostituzione dei precedenti. I metodi di prova non distruttivi impiegati sono il metodo sclerometrico, il metodo penetrometrico ed il metodo sonico.

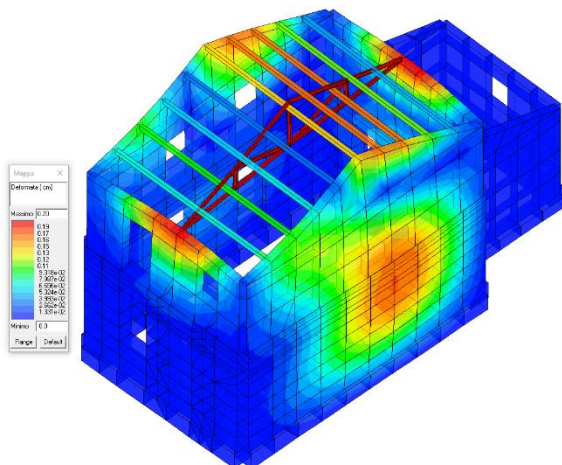
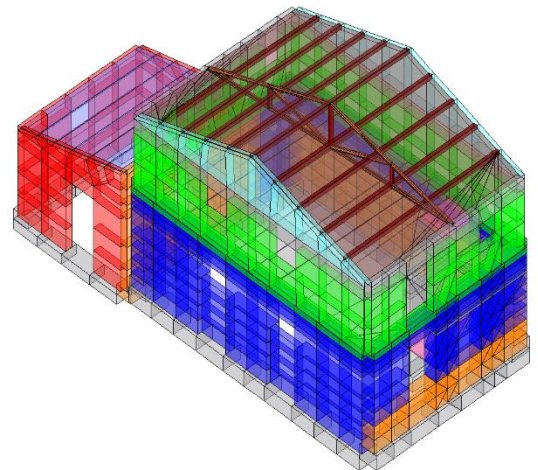
Per quanto riguarda le strutture lignee di copertura l'ispezione strumentale si è necessaria per accertare lo stato del legno all'interno degli elementi, in particolare per accertare l'eventuale presenza di degrado interno negli elementi apparentemente sani (degrado non visibile dall'esterno) e nelle parti non accessibili all'ispezione visiva diretta. L'ispezione è stata eseguita mediante apparecchiature che perforano il legno e forniscono dati sulla resistenza che il legno oppone alla perforazione, ossia prove penetrometriche e analisi resistografiche.



## ANALISI DELLA STRUTTURA E VULNERABILITÀ SISMICHE DELLO STATO DI FATTO

Con riferimento al § 7.2.6 delle *NTC18*, sono stati utilizzati modelli della struttura tridimensionali condotti con l'ausilio del *software Pro\_SAP*, un codice di calcolo automatico che effettua l'analisi agli elementi finiti.

Ai sensi del § 2.3 delle *NTC18*, la sicurezza strutturale è stata verificata sia allo Stato Limite di Esercizio (SLE), sia allo Stato Limite Ultimo (SLU), confrontando la capacità della struttura, rispettivamente in termini di rigidezza e di resistenza, con il corrispondente valore della domanda, funzione delle azioni di progetto e dei valori nominali delle grandezze geometriche della struttura.



Lo stato di fatto soffre di alcune vulnerabilità sismiche, che implicano una capacità molto minore della domanda sismica. Le principali vulnerabilità sono: corpo fabbrica annesso che determina una pernicioso azione di martellamento con il corpo fabbrica principale; paramenti murari non impediti di uscire dal piano; impalcati non collegati alle strutture verticali ma liberi di scorrere; aperture (porte e finestre) con architravature che non realizzano fasce di piano collegate ai maschi; elementi non costruttivi (controsoffitto del primo piano) che non risultano essere sufficientemente stabili; impalcati deformabili nel piano; disomogeneità del sistema resistente alle azioni verticali, in particolare irregolarità passando dal piano terreno al primo piano; interazione sismica tra il corpo fabbrica principale e il terrapieno contiguo.

## INTERVENTO PROPOSTO

L'intervento strutturale consiste nella cucitura degli impalcati alle strutture verticali, così da interdire lo scorrimento di quelli rispetto a queste e la rotazione di queste, vincolandole a quelli.

L'intervento, che si configura in un intervento di miglioramento sismico ai sensi del § 8.4.2 delle *NTC08*, consiste inoltre nella applicazione di una armatura in composito, incollata sulla superficie esterna delle strutture murarie esterne. Tale armatura è costituita da una rete bidirezionale in materiale composito. La solidarizzazione dell'armatura

alle strutture murarie è data, oltre che dall'incollaggio suddetto, anche da pioli infissi trasversalmente nella muratura, i quali sono avvolti da un doppio nastro, che viene fatto risvoltare sulle superfici murarie. L'intervento prevede anche la cucitura del corpo fabbrica annesso al corpo fabbrica principale, solidarizzandoli in modo che la vibrazione sismica sia unica; prevede inoltre la rimozione del controsoffitto al primo piano. Infine l'intervento prevede la specifica disposizione di nastri unidirezionali in composito attorno alle aperture, per creare una sorta di telaio in muratura armata. Dal punto di vista geometrico, l'intervento non modifica la morfologia.

## ESECUZIONE DELL'INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO

