
ARTICOLO TECNICO su IL GIORNALE DELL'INGEGNERE

ARTICOLO TECNICO su IL GIORNALE DELL'INGEGNERE.....	1
1 La Popolazione, Il Territorio.....	2
2 Le tipologie di persone/edifici visitati	4
3 Gli Aspetti Tecnici Generali	5
4 La peculiarità tecnica del Luogo – Motivo dei crolli	7
5 Come affrontare la situazione – l'ora delle scelte -	10
FOTO	13
IMMAGINI.....	22

1 LA POPOLAZIONE, IL TERRITORIO

Credo che l'esperienza vissuta nelle zone terremotate abbia mosso in ciascuno di noi una grande quantità di sensazioni, stimoli ed emozioni ed abbia colpito anche quella parte che solitamente resta dietro al nostro essere tecnici.

Fatti di questa entità riescono a toccare tutte le sfumature del nostro essere sensibile, radicando ed impreziosendo anche i successivi aspetti tecnici che vengono infine vissuti con maggiore intensità.

Abbiamo visitato moltissimi edifici, ma, soprattutto, abbiamo conosciuto tante persone, anche loro ferite dall'evento che ha portato via o rovinato tanta parte di ciò che avevano costruito nell'arco della vita (propria e dei loro avi...), insinuando un senso di insicurezza e di esposizione che prima non avevano mai provato.

Ho personalmente riscontrato una progressiva evoluzione nella percezione del nostro operato, all'inizio velato da sfumature di diffidenza ed ostilità (sembravano prevalenti atteggiamenti del tipo "cosa vogliono questi estranei nel nostro territorio?"), che poi si è tramutato in un quasi generalizzato apprezzamento delle nostre figure (ho sentito alcuni chiamarci "i loro angeli custodi").

Ed in effetti, quello che viene fatto per mezzo della **scheda Aedes predisposta dalla Protezione Civile**, che, a dispetto di un'apparente semplicità, ha una profondità tecnica notevolissima, si esplica in una sintesi dello stato di danno dell'edificio con una gradazione che va dall'Agibile (A) al Non agibile (E); tutto ciò ha una valenza enorme perché segna il confine tra le persone che possono continuare a stare nelle proprie abitazioni e quelle che invece devono essere sfollate.

In sostanza, con il passare dei mesi, sia la popolazione che le autorità comunali, hanno apprezzato sempre di più il grande valore tecnico del nostro operato, caratterizzato, tra gli altri aspetti dai tre pilastri che stanno alla base del **progetto I.P.E.:**

- **Competenza:** per svolgere questo compito occorre aver seguito con successo il corso organizzato con grande capacità dalla Protezione Civile.
- **Terzietà:** nessuno di noi può avere interessi nella successiva fase di ricostruzione dell'edificio, da cui l'assoluta oggettività di giudizio.
- **Velocità:** mediamente, una squadra di due tecnici è in grado di esaminare 5/6 edifici al giorno.

A questo si unisce l'estrema **competitività economica** del progetto; è stato valutato che con l'attuale sistema di rimborsi, il costo di ciascuna scheda è di circa 70/80€, contro un valore calmierato dal commissario Errani di circa 800€ nel caso si impieghi un tecnico privato (come recentemente apparso su un articolo di "Panorama").

Il rapporto è quindi di 1:10 e se si considera che in tutto saranno necessari 220 000 sopralluoghi, significa che il **risparmio per le casse statali garantito dal sistema I.P.E. è di oltre 200 milioni di euro: quante scuole ci stanno in questa cifra?**

Non bisogna poi dimenticare che nel costo di valutazione proposto da Errani, molto incide la possibilità che ha il tecnico incaricato di svolgere i successivi lavori di risanamento, innescando le purtroppo note problematiche di non oggettività del giudizio, tanto è vero che alcune di queste schede dovranno essere verificate dai tecnici I.P.E. (doppio lavoro). In un mercato libero, il prezzo effettivo di una certificazione simile sarebbe di almeno 2000€ e quindi i valori di risparmio sarebbero più che raddoppiati: **oltre 400 000 milioni di euro di risparmio.**

La **tempestività** è un ulteriore aspetto che ha caratterizzato la presenza dei tecnici I.P.E. nelle zone terremotate, che già a partire dai primi di settembre 2016 si sono recate numerosissime nei luoghi colpiti, svolgendo moltissimi sopralluoghi (circa 120000 schede Aedes).

Non è un caso che non ci sono stati morti nella seconda e tremenda scossa di ottobre, ed una parte del merito va data anche alla cura dei circa 20000 sopralluoghi eseguiti tra i due eventi, che avevano dato esiti di agibilità per circa il 40% degli edifici; **significa che il 40% degli edifici che avevamo visionato e giudicato agibili hanno resistito come effettivamente previsto.**

2 LE TIPOLOGIE DI PERSONE/EDIFICI VISITATI

Tutto questo si fonde con la sensibilità tipica dei volontari, di chi si spende mettendo scienza e coscienza a disposizione di chi ha bisogno, e che consente infine di instaurare un rapporto di fiducia molto intenso anche a livello umano, soprattutto quando si dà autorevolezza al giudizio di abitabilità, tranquillizzando chi ancora quotidianamente convive con il sisma e teme di ritrovarsi con nuove scosse di marcata entità.

Le situazioni più critiche nei rapporti con i danneggiati sono purtroppo originate da una concezione sbagliata e ancora purtroppo radicata, che ritiene lo Stato una sorta di struttura assistenziale di cui approfittare.

Da qui le richieste di revisione con motivazioni inconsistenti che generano antipatiche situazioni nei rapporti con i richiedenti e i loro tecnici di fiducia.

Di diverso tenore e con risvolti umani di grande spessore risultano invece le richieste di revisione o di nuova visita per avere certezze e tranquillità nella eventualità di un ritorno ad occupare la propria abitazione. È spesso accaduto di visionare immobili per nulla o minimamente danneggiati, i cui proprietari vivevano la situazione con genuina e reale preoccupazione di fronte a fatti a loro ignoti; proprio in queste occasioni si è avuta la percezione di quanto fossero importanti le nostre rassicurazioni e spiegazioni e quanto anche loro cogliessero la levatura della funzione svolta.

E' un impegno che ripetiamo impone preparazione, serietà e serenità nei giudizi emessi.

L'atteggiamento è di solito diametralmente opposto tra i proprietari di prime o seconde case; in un caso è più marcata la speranza di un nostro giudizio positivo (di agibilità) per poter continuare a vivere il proprio territorio, nell'altro è spesso evidente un certo disinteresse per l'immobile (che spesso si è tradotto in manutenzioni inadeguate), ravvivato però dalla possibilità di ottenere contributi per la manutenzione.

3 GLI ASPETTI TECNICI GENERALI

Ma, al di là di queste riflessioni, alla fin fine siamo Ingegneri, e come guardiamo in alto per vedere come appoggiano le travi della copertura di una qualunque palestra, così, ci guardiamo intorno cercando di capire il perché di comportamenti strutturali a prima vista incomprensibili. L'approccio parte da un'attenta presa visione delle casistiche riscontrate, per poi analizzarle, confrontarle ed infine trarne conclusioni condivise. Questo è il mirabile e utile confronto tra i componenti della squadra che permette la sintesi nel giudizio finale; la presenza di due tecnici è stata una delle più importanti scelte operate dalla Protezione Civile, stante la delicatezza del compito.

Di grande stimolo sono state le tavolate serali negli alberghi, dove ci si parla e confronta e, in definitiva ci si arricchisce. (si scherza anche, nel frattempo, e proprio questa doppia valenza, rende l'esperienza molto stimolata e produttiva; è un po' come se si fosse al "bar dell'Ingegnere", dove tra il serio e il faceto gli spunti non mancano mai).

Un primo importantissimo aspetto è che il terremoto pone in evidenza tutte le carenze tecniche di un edificio, anche le più nascoste, e che c'è una precisa corrispondenza tra tutti gli aspetti generali del buon costruire che sono efficacemente riassunti nei corsi della Protezione Civile; è in fondo una banalità, ma basta pensare che quando spieghiamo ai nostri bambini che due più due fa quattro, loro lo sanno, ma lo capiscono veramente solo dopo che hanno preso due mele, altre due ed alla fine ne hanno mangiate quattro: Il concetto è entrato e fa parte di loro.

Ugualmente la valenza di certe raccomandazioni si assimila in profondità, ed entra a far parte della sensibilità progettuale; alcuni tra gli aspetti più rappresentativi:

- **Regolarità in pianta:** vale anche per gli edifici in muratura ed è ben evidente ad esempio negli effetti sull'angolo tra le due ali della scuola di Amatrice (foto 1).
- **Regolarità in elevazione:** anche in questo caso, le porzioni a diversa altezza generano grandi concentrazioni di sforzi nei punti di contatto (villa Alessandrini, terremoto Emilia (foto 2)
- I concetti di **Piano Debole e Piano Soffice** (ad esempio nelle strutture in c.a. con piano pilotis)
- **Qualità e tessitura della muratura portante;** la casistica italiana è immensa; si va dalle pietre arrotondate, alle murature in mattoni pieni, ai blocchi squadri (una sintesi nella tab. C8A.2.1 del DM2008)
- Presenza di **piani pesanti in copertura e/o effetto spingente** sulla struttura portante.
- **Instabilità fuori piano delle murature** per mancanza di efficaci collegamenti ai solai (effetto scatola) o insufficiente intelaiatura delle mura.
- **Presenza di elementi di solaio troppo rigidi** (solai in c.a.) e mal connessi alle murature che generano dei veri e propri colpi d'ariete sui paramenti

Altri aspetti legati al livello di manutenzione evidenziano come la buona cura del proprio edificio abbia un'importanza cruciale nella resistenza all'evento sismico (il degrado indotto dal tempo non si arresta alla sola facciata, ma entra in profondità indebolendo in primis i legami tra gli elementi resistenti: malta, appoggi di travi in legno etc.) e che il susseguirsi di interventi interni mal coordinati e talvolta maldestri inducono nell'edificio punti di estrema vulnerabilità.

Un'altra "banalità" che si radica con la presa visione degli effetti dei terremoti è l'importanza e l'efficacia di molti interventi di rinforzo ormai consolidati nella tecnica costruttiva, che sono in grado di fare la differenza tra il crollo rovinoso, potenzialmente causa di perdite di vite umane, o il solo danneggiamento che per quanto grave consente ai residenti di mettersi in salvo uscendo dall'edificio. La casistica al riguardo è vastissima, ma tra le operazioni di maggior diffusione ed efficacia riscontrate nella zona si possono annoverare:

L'inserimento di catene (effetto scatola): emblematiche al riguardo alcune immagini:

- La caserma dei carabinieri di Amatrice (foto 3), dove la presenza delle catene ha consentito ai maschi murari di mettere in gioco tutta la propria resistenza evitando il crollo; la caserma è poi crollata a seguito delle scosse successive ma senza fare morti
- Una piazza a Colle, fraz. di Montegallo (foto 4), dove l'edificio a sx del fronte ha le catene ed è stato in piedi mentre quelli adiacenti hanno subito danni gravissimi

La sigillatura dei giunti tra le pietre delle mura portanti, che impedisce alla malta tra i blocchi di fuoriuscire, mantenendo integra la geometria muraria:

- Lo stesso edificio della foto 4 dove è stato usato in concomitanza con le catene: ottimo.
- Un altro edificio della stessa piazza di Colle (perpendicolare al precedente) (foto 5) che è rimasto in piedi pur essendo più esposto per via della collocazione terminale nell'aggregato e con piano a mezzacosta.

O infine il rinforzo murario con **intonaci armati**:

- Due edifici a Sarnano, loc. Terro (foto 6): l'edificio a sinistra è stato rinforzato con intonaco armato ed ha resistito, quello di destra ... no.

4 LA PECULIARITÀ TECNICA DEL LUOGO – MOTIVO DEI CROLLI

Una sommaria valutazione statistica sulla tipologia degli edifici crollati, consente di capire meglio l'effettiva fragilità del patrimonio edilizio della zona: si è infatti notato che:

- **Gli edifici in c.a. hanno generalmente resistito bene** senza provocare crolli; fa eccezione una palazzina di Amatrice, tristemente famosa per il numero di vittime che ha provocato, e dove nella porzione emergente tra le macerie sparse al suolo, si percepisce una certa sproporzione tra le travi (alte e rigide) ed i pilastri (molto snelli). (foto 7)
- Altrettanto **bene hanno resistito gli edifici in muratura di mattoni pieni**: spesso i danneggiamenti interni subiti sono notevoli, ma pochi sono crollati; fanno eccezione alcuni edifici storico/monumentali (Chiesa di Norcia) che però hanno geometrie molto diverse e più sensibili rispetto a quelle dell'edilizia residenziale. Spesso è successo di vedere edifici senza alcun danno all'esterno, ma molto danneggiati internamente; in questa modalità si esplica una essenziale differenza tra i danni prodotti dal terremoto rispetto a quelli indotti dai cedimenti fondazionali, che invece si esplicano per prima cosa sulle mura perimetrali.
- **La quasi totalità di edifici crollati è caratterizzata da murature composte da pietre levigate e stondate (tipicamente da fiume), con giunti di malta completamente deteriorati** e ridotti ormai al rango di "terra" interposta tra le pietre.

Lo testimonia, tra le altre cose, il colore ricorrente degli ammassi di macerie a cui si sono ridotte molte abitazioni, grigio e marroncino chiaro, dove non vi è traccia del rosso dei mattoni pieni.

Questa è a nostro avviso la cifra tecnica su cui riflettere, che si manifesta come già detto nella preponderanza di edifici crollati caratterizzati da questa tipologia costruttiva che ha come elementi portanti i sassi, talvolta il paramento a sacco e quasi sempre malte povere. Spesso questi edifici si trovano in adiacenza o contatto con altri dotati di caratteristiche diverse che hanno invece sopportato lo stress sismico senza crolli rovinosi; Alcuni esempi emblematici:

Amatrice (foto 8): La foto mostra alcuni edifici molto vicini ad uno completamente crollato e che hanno subito danneggiamenti molto differenti (la sequenza di foto è fatta restando fermo sul posto e semplicemente ruotando di 360° la presa):

- L'edificio C, posto accanto a quello crollato (A) da cui dista circa 10m, non ha subito il minimo danno
- L'edificio B è parzialmente crollato
- L'edificio D, posto anch'esso a soli 10m dall'ed. A, è completamente integro
- Nel resto della via altri edifici rimasti integri.
- La foto ravvicinata (foto 8.1) mette in evidenza la composizione muraria di cui si è detto e la presenza di un solaio rigido e pesante in copertura, che ne hanno causato il crollo pur essendo di un solo piano.

O ancora, a Montegallo (foto 9) l'edificio crollato è a pochi metri da uno rimasto in piedi (per inciso quello della precedente foto 5); anche in questo caso colpiscono la stessa conformazione muraria, il solaio rigido in sommità alle murature e la ridotta altezza.

Questa sembra quindi essere la vera discriminante tra il crollo e la resistenza a tale rovinoso risultato: gran parte degli edifici crollati hanno murature molto spesse e si sviluppano su un solo piano, e quindi i rapporti tra sollecitazioni e resistenze teoricamente disponibili non dovrebbero essere tali da portare al crollo. Tanto per fare un rapporto, questa tipologia edilizia può essere inquadrata dalla tab.C8A.2.1 del DM2008 (imm. 1), "muratura in pietrame disordinata" che rispetto alla "muratura in mattoni pieni" ha valori di riferimento dei parametri di resistenza circa dimezzati. Questo a mio parere, non è sufficiente a spiegare il dato statistico emerso che evidenzia che la quasi totalità degli edifici crollati è del primo tipo.

Una possibile interpretazione del fenomeno è che il sisma ha generato uno **scuotimento nell'ammasso murario**, provocando prima il disfacimento della malta tra le murature, poi la sua espulsione all'esterno e quindi il crollo totale.

Il diverso comportamento anche rispetto al degrado può essere sintetizzato in questa sequenza (immagine 2):

Un edificio con muratura in mattoni pieni ha una stabilità di forma intrinseca che si evidenzia in questi aspetti:

- Se si toglie l'intonaco esterno, mattoni e malta stanno nelle loro posizioni ed al più si assiste ad un lento degrado dei corsi di malta per via degli agenti atmosferici.
- Se si toglie anche la malta, i mattoni mantengono comunque la loro forma originaria, a meno di un loro abbassamento; ma l'edificio può ancora stare in piedi, perché i piani di contatto sono orizzontali.

Viceversa in un edificio con muratura in pietre stondate o irregolari:

- Se si toglie l'intonaco esterno, le pietre esercitano sulla malta delle pressioni radiali che non hanno contrasto all'esterno; inoltre gli agenti atmosferici possono entrare in profondità nell'ammasso murario
- Se infine si toglie la malta (oppure questa perde efficacia essendo divenuta "terra"), le pietre rotolano l'una sull'altra e l'edificio crolla.

Questo comportamento non è inquadrabile nelle norme tecniche attuali, in quanto rappresenta una vulnerabilità intrinseca della muratura; in buona sostanza non è più una questione di resistenza (traducibile in parametri numerici), ma di semplice permanenza di forma.

È un aspetto molto simile alla liquefazione dei terreni il cui obbligo di valutazione è stato recentemente introdotto in maniera esplicita nella redazione delle relazioni geotecniche, proprio per via della sua estrema pericolosità, che annulla qualsiasi altra parametrizzazione (in primis angolo d'attrito e peso di volume).

Vi è in sostanza la possibilità, peraltro molto alta, che un edificio ad un piano risulti sismicamente stabile a seguito di una modellazione numerica basata sui parametri

attualmente in uso (gli sforzi interni sono ridicoli rispetto alle masse in gioco), mentre invece si è visto che pure questi edifici collassano.

Un'idea dell'estrema fragilità di questa tipologia muraria ci è data ad esempio dalla foto 10 dove i telai delle finestre sono rimasti integri, mentre le murature attorno sono completamente crollate; il fatto che i vetri siano rimasti integri significa che il livello di sollecitazioni trasmessi dalle murature è stato molto basso, e che le murature stesse si sono rivelate più fragili delle finestre e soprattutto dei vetri contenuti !!

Occorre quindi al più presto inserire nelle valutazioni delle murature anche questa casistica, ossia la possibilità della perdita di forma dei paramenti e la loro disgregazione per effetto dello scuotimento, attribuendo a questo fenomeno una valenza che vada oltre la valutazione del raggiungimento o meno dei valori di resistenza ultimi, e costituisca di per sé un elemento di assoluta vulnerabilità.

5 COME AFFRONTARE LA SITUAZIONE – L'ORA DELLE SCELTE -

Uscendo dal recinto tecnico ed umano, la situazione dei territori oggetto dei sopralluoghi, pone domande e induce a riflessioni di valenza molto complessa, soprattutto sotto gli aspetti urbanistici e sociali. Tra questi, i più macroscopicamente intuibili sono:

- Gran parte degli edifici sono delle seconde case, spesso utilizzate per poche settimane all'anno e il cui livello manutentivo è molto basso e per lo più di natura squisitamente estetica
- Gli edifici dei residenti, ai quali va data la massima attenzione ed il cui livello di cura è generalmente più elevato, si trovano spesso ad essere circondati da seconde case, afflitte dalle problematiche appena citate, se non addirittura abbandonate
- I paesi e soprattutto le frazioni, si trovano spesso in un avanzato stadio di spopolamento
- Molti dei centri visitati, non presentano caratteri architettonici/aggregativi di pregio, ma possiedono unicamente un valore affettivo, peraltro grandissimo e non trascurabile in nessuna decisione futura.
- Si tratta generalmente di edifici poveri sia nella metodologia costruttiva (pietre di fiume, prese dove ce n'erano) sia nella loro evoluzione architettonica, con aggiunte e lavorazioni senza un'organica visione o fatte secondo vecchi canoni di cui adesso si è scoperta la pericolosità (un esempio su tutti i solai in cemento in copertura)

Molti altri ancora sono i motivi di riflessione che inducono questi luoghi, ed occorre sottolineare che **Politica ed Urbanistica dovranno finalmente concorrere insieme in maniera trasversale in modo da delineare scenari a lungo termine, indicando quelle scelte** che ormai non sono più procrastinabili e vanno fatte per il bene di tutti e soprattutto per le generazioni più giovani.

L'aiuto che possiamo e dobbiamo dare in quanto tecnici consiste a nostro parere nel delineare scenari e metodologie che consentano di ottenere un adeguato livello di sicurezza, soprattutto nei riguardi della vita umana, tenendo però in considerazione la limitatezza delle risorse disponibili. Occorre quindi individuare sistemi di salvaguardia e di priorità che consentano con **una minima spesa il raggiungimento di una migliore o più prolungata resistenza** (un piccolo minuto in più può consentire agli occupanti di uscire dall'edificio e salvarsi la vita).

Si può ad esempio pensare a sistemi di fasciatura delle murature realizzati con materiali più duttili, meno resistenti e più ampi (ipoteticamente reti plastiche con intonaci adeguati) che potrebbero avere l'effetto di un cerotto sulla pelle; non ti salvano la vita, ma nel frattempo riesci ad arrivare al pronto soccorso. O ancora a sistemi che individuino passaggi sicuri e protetti fino alle porte d'uscita esterna (una sorta di cellula di sopravvivenza). In termini di Prevenzione, occorre sviluppare, valutare ed

approfondire queste ed altre eventualità tecniche, anche con l'aiuto di sponsorizzazioni da parte delle nostre aziende leader di settore.

L'attuale impianto Normativo, peraltro in rapida e positiva evoluzione, non consente però questa azione, in quanto un eventuale tecnico incaricato, ha l'obbligo di raggiungere determinati livelli di sicurezza (miglioramento o adeguamento sismico), che comportano livelli di spesa non praticabili se visti nell'ottica dei grandi numeri che si devono affrontare.

Immaginando di porre in grafico una curva costi-benefici è noto che dopo una fase di rapida ascesa dove con poche e mirate spese si ottengono grandi benefici (probabilmente annullando completamente la possibilità di perdita di vite umane), si assiste ad un rapido appiattimento, dove per avere migliori, occorrono investimenti molto alti. L'attuale sistema normativo obbliga l'ingegnere a collocarsi nella zona alta del grafico, mentre non è gli consentito operare nella parte bassa dove si ha il miglior rapporto tra spesa e migliororia. Un'operazione simile a quella che si va chiedendo è stata intrapresa a seguito delle vulnerabilità dei capannoni prefabbricati emersa col terremoto dell'Emilia, per i quali il recente Sisma Bonus individua nella semplice connessione degli elementi (tegoli-travi-pilastrini-pannelli), la possibilità di guadagnare tout court una classe di resistenza sismica, potendo quindi contare su uno sgravio del 70% dei costi.

Un'altra opzione è quella di individuare una sorta di **graduatoria delle urgenze, operando uno screening** macroscopico del costruito, per individuare, in base alle tipologie costruttive dell'edificio, peraltro già ben delineate nella scheda Aedes, le situazioni a maggior rischio (tra le attività in corso di IPE Milano, vi è la definizione di una convenzione con la Città Metropolitana di Milano per effettuare questo screening per gli edifici scolastici); indirettamente, nella stessa direzione si muove il C.I.S. (Certificato di Idoneità Statica), introdotto dal Comune e dall'Ordine di Milano e che sembra verrà preso ad esempio ed esteso al resto del territorio italiano (recenti dichiarazioni di Delrio a seguito del crollo di Torre Annunziata).

Tutto ciò deve essere sostenuto, da una forte spinta della comunità scientifica, attraverso un serio e libero confronto delle molte idee che ciascuno di noi elabora, ma, soprattutto deve entrare a far parte della sensibilità di tutti i cittadini.

E ancora, ci deve essere un maggiore coinvolgimento dei tecnici di base da parte delle istituzioni e degli enti normativi, **favorendo un sistema più orizzontale dei flussi di idee**. Si assiste invece troppo spesso a impianti normativi che sembrano redatti senza sapere quali dovranno essere i soggetti che ne dovranno curare l'applicazione. Sono le amare constatazioni che purtroppo dobbiamo fare, per stimolare le Istituzioni, gli Ordini Professionali ed i singoli Professionisti a spendersi su tali tematiche per il futuro dell'Italia e delle nostre più giovani generazioni su cui graveranno i costi delle nostre scelte.

Un dato importante su cui riflettere e che dà l'idea della necessità ormai improrogabile di attuare scelte strategicamente mirate, è l'impatto economico dei costi dei terremoti per lo Stato Italiano; un recente studio del C.N.I. ("I costi dei terremoti in Italia – c.r. 470 del 2014") mette in evidenza che la media dei costi è di circa 3 miliardi di euro/anno, valore destinato ad aumentare in ragione della vastità dell'ultimo evento sismico (imm. 3).

Anche solo di fronte a queste aride cifre, non è possibile non comprendere l'importanza e la valenza economica della Prevenzione; le vite umane perse in questi eventi ci **obbligano anche moralmente** a dare il massimo in tal senso.

Le grandi problematiche che sono emerse negli ultimi anni in relazione all'emergenza sismica, alla manutenzione delle reti infrastrutturali o degli aspetti idro-geologici, hanno riportato l'attenzione sulla nostra categoria, per lunghi anni relegata ad un ruolo subalterno, oltre che motivi legati alla crisi economica, anche per alcune scellerate scelte legislative (ad esempio l'abolizione dei minimi tariffari). Occorre a questo punto, da un lato che le Istituzioni prendano atto dell'importanza della nostra figura nell'indirizzare le scelte strategiche del nostro paese, dall'altro che noi stessi ci presentiamo con risultati e proposte concrete, ma soprattutto come un corpo coeso ed unitario; solo così si potrà restituire la giusta dignità alla Professione di cui siamo attori.

FOTO



FOTO 1: Importanza della regolarità in pianta : Scuola di Amatrice.

Il crollo è avvenuto all'incrocio delle due ali, dove si registrano forti concentrazioni delle sollecitazioni sismiche.

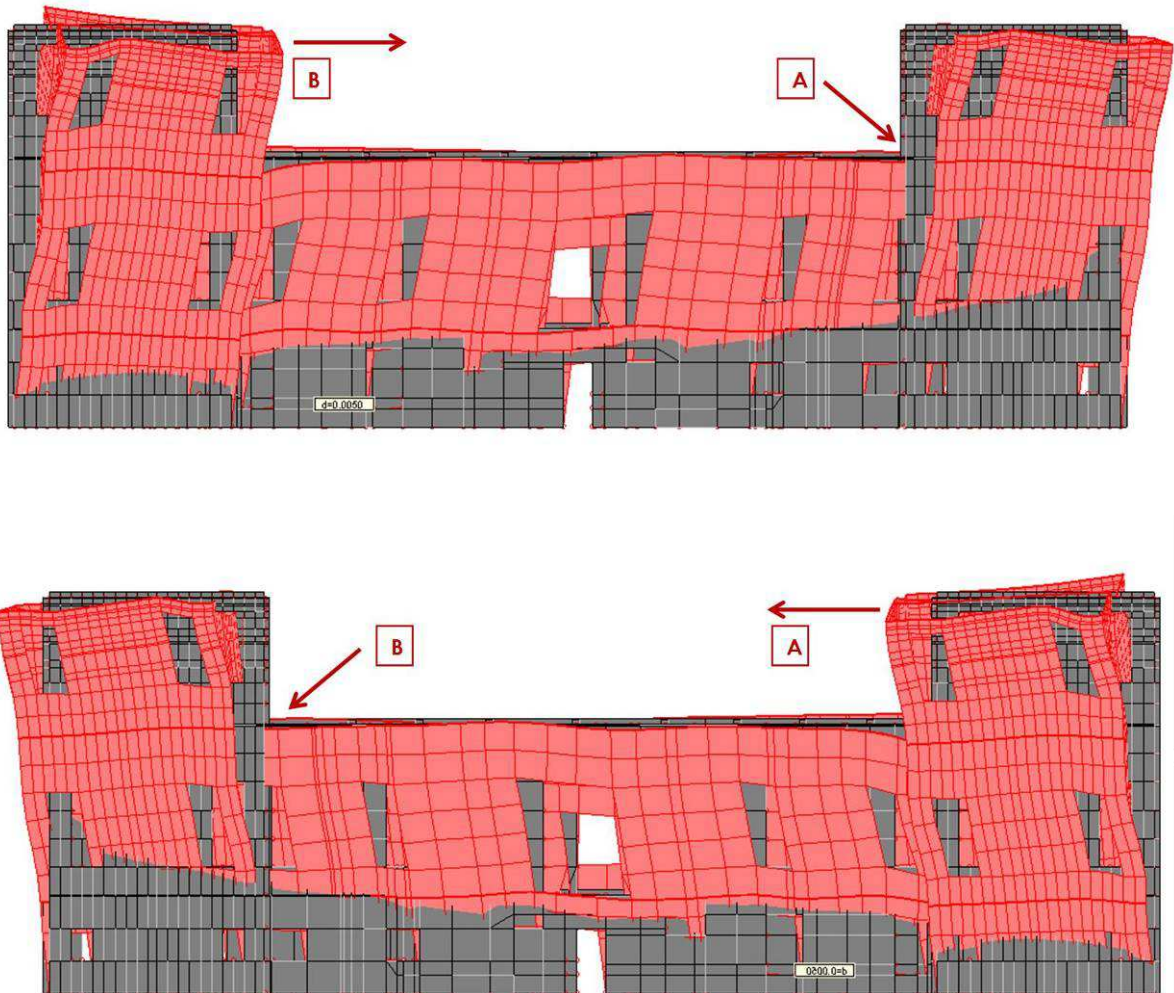


FOTO 2: Importanza della regolarità in elevazione : Villa Alessandrini (San Prospero - Emilia)

Nel loro moto alterno, le due torrette laterali generano al contatto con il corpo centrale forti sollecitazioni; qui si sono avuti i maggiori danni.



FOTO 3: Importanza delle catene (effetto scatola) : Caserma dei Carabinieri di Amatrice.

La presenza delle catene ha permesso alle murature sottostanti di mettere in campo tutte le proprie risorse di resistenza; l'edificio ha resistito alla scossa di agosto, pur con danneggiamenti fortissimi. La stabilità precaria è stata poi definitivamente superata con la l'evento del 30 ottobre dopo il quale l'edificio è collassato; senza generare vittime.



FOTO 4 e 4.1: due interventi concomitanti: catene e giunti: Montegallo, frazione Colle.

L'edificio sulla sinistra non ha subito danneggiamenti rilevanti all'esterno grazie alla presenza delle catene e della chiusura con malta dei giunti esterni; viceversa quelli adiacenti, evidentemente privi di manutenzione, hanno subito crolli parziali.



FOTO 5: buona manutenzione dell'edificio con chiusura dei giunti: Montegallo, frazione Colle. Nella stessa piazza delle foto precedenti, anche questo edificio, pur essendo di estremità (e quindi potenzialmente più esposto) ha ben resistito, contrariamente a quelli adiacenti.



FOTO 6: Intervento con intonaco armato: Sarnano, loc. Terro. Due edifici simili; quello di sinistra però è stato trattato con intonaco armato ed ha resistito, mentre quello di destra no, ed è collassato.



FOTO 7: Uno dei pochi edifici in c.a. crollati: Casa popolare Ater di Amatrice (19 morti)

L'edificio è sotto indagine della Magistratura. Non sfugge però la sproporzione tra le travi (alte e rigide) ed i pilastri estremamente snelli.

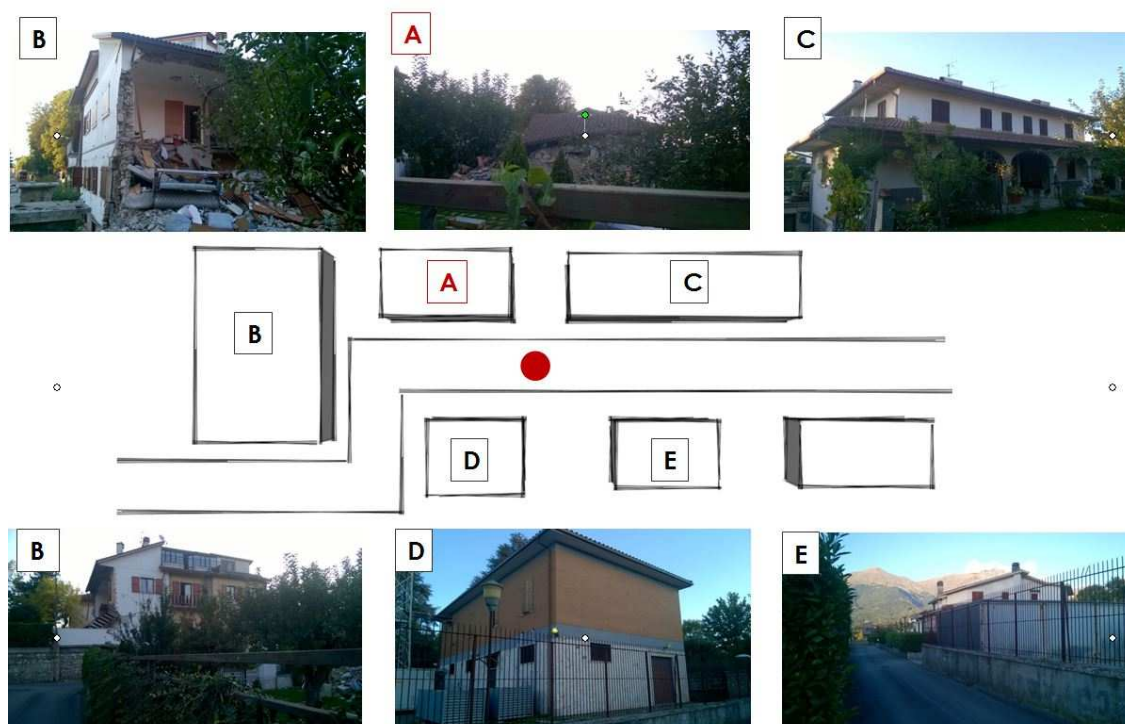


FOTO 8: Diverso comportamento a brevissima distanza: Amatrice

L'edificio A è completamente crollato, mentre il B è sventrato: accanto edifici che non hanno segni di evidente danneggiamento; in particolare a 10m di distanza da A, l'edificio C è perfettamente integro.



FOTO 8.1: l'edificio collassato: muratura in pietra, malta povera, solaio pesante e rigido.

le falde del tetto sono quasi integre, segno che il solaio ha fatto come da coperchio.

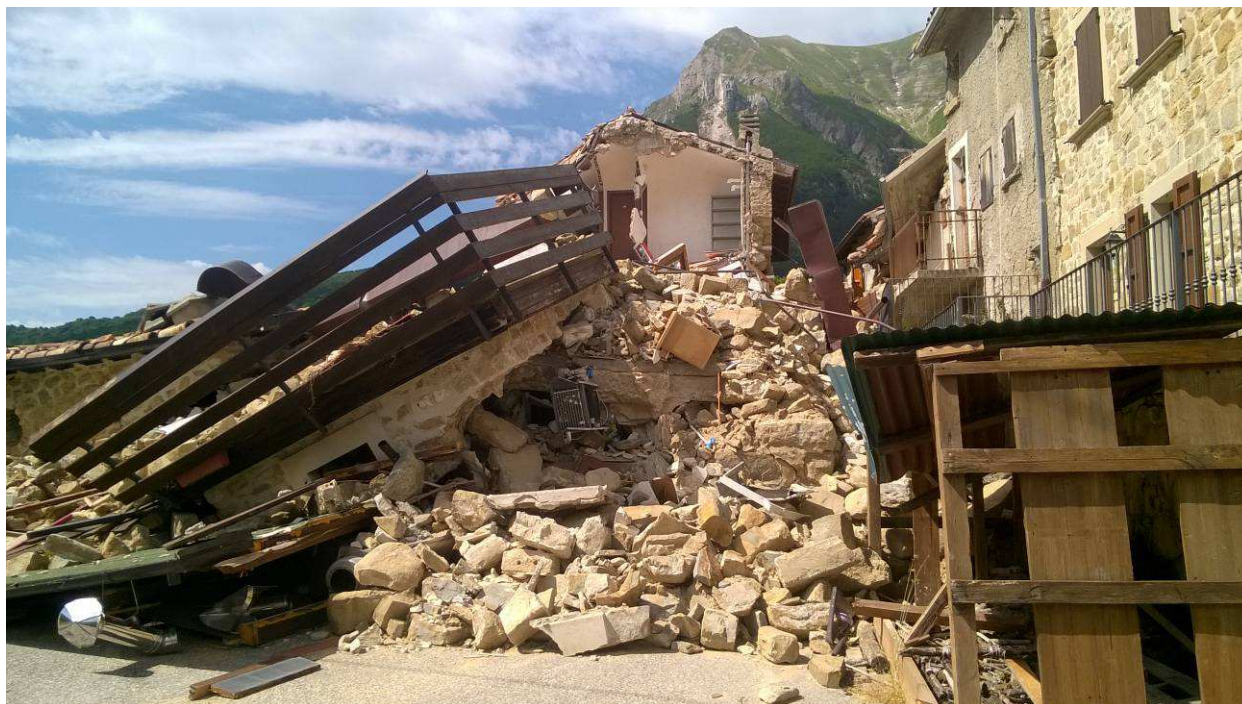


FOTO 9: Diverso comportamento a brevissima distanza: Montegallo, frazione Colle

L'edificio crollato si trova a pochi metri da uno rimasto integro, che, per inciso è lo stesso della foto 5. Stessa conformazione strutturale dell'edificio di Amatrice visto in precedenza (foto 8).



FOTO 10: Estrema fragilità della tipologia muraria.

I telai delle finestre sono integri ed anche i loro vetri; attorno la muratura si è disarticolata e crollata. **Risultano completamente ribaltate le scale di fragilità che abbiamo in mente.**

IMMAGINI

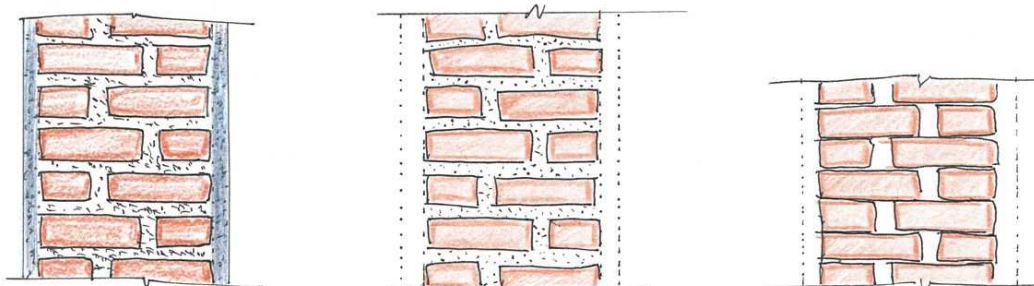
Tabella C8A.2.1 - Valori di riferimento dei parametri meccanici (minimi e massimi) e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura, riferiti alle seguenti condizioni: malta di caratteristiche scarse, assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, muratura non consolidata, tessitura (nel caso di elementi regolari) a regola d'arte; f_m = resistenza media a compressione della muratura, τ_0 = resistenza media a taglio della muratura, E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio della muratura

Tipologia di muratura	f_m	τ_0	E	G	w (kN/m ³)
	(N/cm ²)	(N/cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	
	Min-max	min-max	min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	100	2,0	690	230	19
	180	3,2	1050	350	
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	200	3,5	1020	340	20
	300	5,1	1440	480	
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	260	5,6	1500	500	21
	380	7,4	1980	660	
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	140	2,8	900	300	16
	240	4,2	1260	420	
Muratura a blocchi lapidei quadrati	600	9,0	2400	780	22
	800	12,0	3200	940	
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	240	6,0	1200	400	18
	400	9,2	1800	600	
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤ 40%)	500	24	3500	875	15
	800	32	5600	1400	
Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. foratura < 45%)	400	30,0	3600	1080	12
	600	40,0	5400	1620	
Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	300	10,0	2700	810	11
	400	13,0	3600	1080	
Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa (perc. foratura tra 45% e 65%)	150	9,5	1200	300	12
	200	12,5	1600	400	
Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura < 45%)	300	18,0	2400	600	14
	440	24,0	3520	880	

Immagine 1: Tabella C8A.2.1 Parametri meccanici murature (DM2008)

Sono evidenziati i valori di resistenza media tra le murature “disordinate” e quelle in mattoni; il rapporto tra le resistenze medie non basta però a spiegare il dato statistico emerso dai sopralluoghi dove pochissimi sono stati gli edifici in muratura di mattoni crollati, mentre quasi tutti sono in pietrame.

IMPORTANZA CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE – EDIFICIO IN MURATURA DI MATTONI



COMPOSIZIONE:

Mattoni = Scheletro
Malta = Muscolatura
Intonaco = Pelle

VIA L'INTONACO:

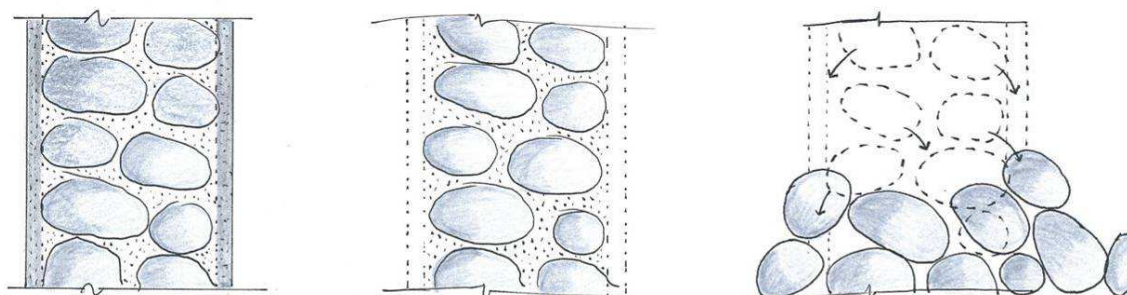
Mattoni e Malta Stanno in posizione grazie alla loro forma. Non c'è più la protezione della "pelle" e quindi più soggetto a degrado.

VIA LA MALTA:

I Mattoni si compattano ma mantengono la "forma" originaria.

Quindi le murature di mattoni o in pietra squadrata hanno una stabilità intrinseca. Crollano o si danneggiano se le azioni di compressione o di taglio sono superiori alla resistenza dei materiali:

IMPORTANZA CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE – EDIFICIO IN MURATURA DI PIETRE STONDATE



COMPOSIZIONE:

Pietre = Scheletro
Malta = Muscolatura
Intonaco = Pelle

VIA L'INTONACO:

Le Pietre esercitano sulla Malta delle forze radiali che non hanno contrasto all'esterno.

VIA LA MALTA:

Le Pietre rotolano una sull'altra e CROLLANO.

Quindi le murature in pietre stondate hanno una vulnerabilità intrinseca. Se vengono a mancare la "pelle" o la "muscolatura" lo scheletro crolla per il solo effetto del proprio peso.

È un effetto paragonabile alla LIQUEFAZIONE dei terreni.

Immagine 2: Differente comportamento al degrado ed alla sollecitazione:

L'effetto finale è in tutto e per tutto assimilabile alla liquefazioni dei terreni e deve essere ricompreso nelle normative di riferimento delle murature. Il paragone con la "pelle" del corpo umano ha il senso di indicare che occorre individuare interventi "delicati" e contenitivi.

Tab. 6 - Tavola Riassuntiva costi attualizzati terremoti in Italia 1968 -2012

Evento	Anno	Periodo attivazione interventi	Importo attualizzato 2014 (milioni di euro)
Valle del Belice(*)	1968	1968-2028	9.179
Friuli V. G. (*)	1976	1976-2006	18.540
Irpinia	1980	1980-2023	52.026
Marche Umbria (*)	1997	1997-2024	13.463
Puglia Molise (*)	2002	2002-2023	1.400
Abruzzo (**)	2009	2009-2029	13.700
Emilia (**)	2012	2012-	13.300
Totale			121.608

(*) Dati a consuntivo sulle risorse effettivamente stanziati dallo Stato

(**) Previsioni di spesa delle autorità locali preposte alla ricostruzione

Fonte: Elaborazione Centro Studi CNI su dati Ufficio Studi Camera dei Deputati, Regione Emilia Romagna, Commissario delegato per la ricostruzione Presidente della Regione Abruzzo

Immagine 3: “I costi dei terremoti in Italia” – Centro studi del C.N.I. – c.r. 470 2014.

I costi attualizzati mostrano che, nell’arco di circa 40 anni, i costi sono all’incirca di 121Mld, e quindi una media di circa 3Mld/anno; il nuovo evento è destinato ad aumentare la media per i prossimi anni.