

Campi Alto di Norcia and its churches: first draft of the damages observation due to the earthquake of 2016

Giuliana Cardani^a,

^a *Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Politecnico di Milano, Piazza L. da Vinci, 32, 20133 Milano.*

Keywords: historic center, masonry buildings, church, damage, earthquake 2016

ABSTRACT

The seismicity of the Central Italy and of Umbria region is well known from centuries and also the small and beautiful historic center of Campi Alto di Norcia was damaged several times and several time was also restored without losing its identity. Many residential buildings were repaired over the centuries but, only in the last 30 years, modern techniques in r.c were introduced. The earthquake of 1997 already showed the inefficiency of those techniques, incompatible with the structures of the existing historic buildings. After the shock of 2016 it is again possible to verify the performances of those strengthening intervention.

Thanks to the comparison between the current observations and the data achieved by surveys and ND tests carried out 15 years ago for a CNR-GNDT contract after the earthquake of 1997-98 in Umbria-Marche regions, the paper presents a first draft of the damages observed in Campi Alto after the seismic events of 2016. Also two churches are considered. Those data together with the historical data, allow to understand better the causes of the damage, hoping to reduce the loss of this cultural heritage.

Campi Alto di Norcia e le sue chiese: prima ricognizione dei danni dopo il sisma del 2016

Giuliana Cardani^a,

^a *Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Politecnico di Milano, Piazza L. da Vinci, 32, 20133 Milano.*

Keywords: centro storico, edifici in muratura, chiese, danni, sisma 2016

ABSTRACT

Campi Alto di Norcia, con il susseguirsi dei terremoti e delle riparazioni/ricostruzioni che lo hanno interessato, è un esempio della storia sismica del territorio umbro. Nel corso dei secoli, nonostante il crollo o il danneggiamento di numerose chiese e diversi edifici storici, il borgo medievale ha conservato la sua identità. Diversi edifici sono stati più volte riparati, anche introducendo tecniche moderne di miglioramento sismico, come avvenuto negli ultimi trent'anni. Il sisma del 1997 aveva già evidenziato l'inefficacia di alcuni interventi strutturali e ora, dopo il sisma del 2016, si ha nuovamente l'opportunità di verificare il comportamento degli interventi eseguiti.

Grazie al confronto con i dati di una estensiva campagna di rilievi e di indagini non distruttive svolte circa 15 anni fa, nell'ambito di un contratto CNR-GNDT (Binda et al. 2004; Valluzzi et al. 2009) dopo il sisma che ha colpito la regione Umbria nel 1997-98, l'articolo presenta una prima rassegna comparata dei gravi danni subiti da Campi Alto causati dal sisma che ha colpito il centro Italia nel 2016. Questi dati, unitamente alle informazioni di carattere storico, permettono di comprendere le ragioni di tali danni, con la finalità di ridurre in futuro ulteriori perdite di questo patrimonio storico-architettonico.

1 INTRODUZIONE

Dalla lettura dei documenti storico-archivistici e, spesso, da un'attenta osservazione visiva, si evince che molti edifici storici in muratura sono stati oggetto di numerose modifiche, ampliamenti, riparazioni più o meno efficaci o, al contrario, soggetti a lunghi periodi di totale mancanza di manutenzione, che possono aver determinato danni seri e persino crolli parziali. Ognuno di questi eventi lascia tracce indelebili nelle strutture murarie, che spesso alterano il comportamento strutturale locale o persino globale dell'edificio, fornendo prestazioni ben lontane da quelle realizzate al momento della sua costruzione. Gli edifici storici si rivelano talvolta intrinsecamente più deboli e tali debolezze, che rappresentano le loro cicatrici storiche, devono essere riconosciute, opportunamente analizzate e curate.

In tal senso un approccio adeguato allo studio strutturale di ogni edificio storico deve partire dalla conoscenza e comprensione della sua logica strutturale con tutte le sue peculiarità specifiche e debolezze intrinseche, unitamente ad un rilievo

globale dei danni e di tutte le lesioni presenti sulle strutture murarie. Per comprendere le cause dei danni rilevati, è necessario analizzare anche il contesto in cui questi edifici sono inseriti e la pericolosità del territorio.

Campi Alto è un piccolo borgo, frazione di Norcia (PG) edificato nel XIII secolo e che, nonostante l'elevato numero di terremoti subiti e i conseguenti crolli, è riuscito a conservare ancora la sua identità e il suo fascino.

Nella seguente tabella 1 si riportano gli eventi noti che hanno colpito l'area e quindi anche il borgo in analisi (Boschi e al. 1998; Cordella 1981; Cardani 2004). Campi è stato molte volte colpito da eventi disastrosi che hanno causato vittime e danneggiato il costruito.

Conoscere quali e quanti eventi sismici sono avvenuti in passato su un territorio è un passo fondamentale al fine di valutare la pericolosità sismica di un'area e di comprendere l'estensione e la tipologia dei danni riscontrati dopo un evento sismico.

La notte del 24 agosto 2016 alle ore 3.36, la Terra ha tremato sul suolo Italiano in provincia di Rieti con epicentro a 4 km di profondità, ipocentro a 8 km di profondità, e magnitudo 6.0.

Il terremoto ha interessato anche le provincie di Perugia, Ascoli Piceno, L'Aquila e Teramo.

Tabella 1. Elenco degli eventi sismici che hanno colpito l'area di Norcia nei secoli.

Data	Area epicentrale	M_w
30-04-1279	Appennino Umbro-Marchigiano	6.3
01-12-1328	Norcia	6.4
14-01-1703	Aquilano	6.7
12-05-1730	Valnerina	5.9
22-08-1859	Norcia	5.6
19-09-1979	Valnerina	5.9
26-09-1997	Appennino Umbro-Marchigiano	6
3-04-1998	Appennino Umbro-Marchigiano	4.9
06-04-2009	Abruzzo	6.3

La protezione civile riporta un bilancio di 296 vittime. Tutti le scosse seguenti sono avvenuti in una fascia tra Norcia e Amatrice lunga 25 km e larga 12 km; ed è proprio a Norcia che è stata registrata la replica con magnitudo maggiore: 5.4.

La sismicità della faglia nella zona a nordovest, tra accumuli e Norcia, suggerisce l'attivazione di altri segmenti della faglia in particolare il segmento del Monte Vettore. I danni dopo la scossa sono stati ingenti, ma è il paese di Norcia a meritare particolare attenzione. Infatti nonostante proprio a Norcia si sia verificata la replica di magnitudo maggiore e nonostante si trovi a soli 17 km di distanza in linea d'aria da Amatrice non ha riportato gli stessi danni avvenuti nel Lazio e nelle Marche. In prima battuta il merito è stato attribuito alle ricostruzioni post-sismiche avvenute secondo le norme antisismiche.

Ma il 26 ottobre 2016 nuove scosse hanno colpito il centro Italia, ancora indebolito dagli avvenimenti del 24 agosto. La prima alle 19:11 di magnitudo 5.4 con epicentro a Visso (Macerata) ed ipocentro a 9 km di profondità. La seconda, fortissima, alle 21:18 di magnitudo 5.9 e la terza in tarda serata alle 23:42 di magnitudo 4.6.

Il terremoto ha continuato a spostarsi verso nord nell'area di Visso e Ussita e da qui ancora verso sud in direzione Norcia. Il 30 ottobre, infatti, una nuova scossa la più violenta in Italia dal 1980, dopo l'Irpinia, ha colpito ancora una volta il cuore della penisola già gravemente danneggiato. La violentissima scossa ha avuto magnitudo Richter 6.1 e magnitudo momento M_w 6.5. con epicentro a 4 km a nord di Norcia e ipocentro a 9 km di profondità. I risultati mostrano una deformazione che si estende per un'area di circa 130 chilometri quadrati e il cui massimo spostamento è di almeno 70 cm,

localizzato nei pressi dell'area di Castelluccio (sito INGV).

A Norcia i danni al patrimonio storico e artistico e alle abitazioni sono gravissimi ed estesi. La chiesa di S. Benedetto è crollata così come quella di S. Rita, la cui facciata era stata costruita con le pietre provenienti da edifici distrutti da antichi sismi.

Per questo centro storico è stata compilata la scheda CARTIS proposta dal consorzio Reluis.

2 CAMPI ALTO DI NORCIA

2.1 Localizzazione



Figura 1. Veduta del borgo di Campi Alto di Norcia prima del sisma del 2016

Il piccolo borgo di Campi (Figura 1) era la più popolata tra le frazioni di Norcia. Ubicato lungo la strada che da Norcia si dirige verso la Valnerina attraversando tutta la Valle Castoriana. Con i suoi 715 m. sul livello del mare è completamente immerso nel Parco Nazionale dei Monti Sibillini.

Quello che noi conosciamo come Campi "Alto" o "Vecchio" in realtà rappresenta il secondo centro abitato costruito solo dopo il nucleo più antico che si trova sul fondovalle. Quello di Campi è stato uno dei castelli più importanti, gode infatti di una posizione strategica eccezionale, dal loggiato della chiesa di S. Andrea si domina tutta la valle ed è posizionato al confine dell'abazia di Eutizio e del comune di Visso.

2.2 Brevi cenni storici

Il castello sorse alla fine del 1200 all'incrocio di due importanti strade: l'antica via Nursina che collegava Spoleto con Norcia e l'altra via che scendendo alla salaria raggiungeva la valle del Tronto e l'Adriatico.

L'entrata in Campi è sempre stata molto suggestiva attraverso un portale trecentesco che apre le porte alla città insieme al loggiato della chiesa di S. Andrea poco più in alto sulla destra.

Ubicato nella valle del Campiano che da sempre ne ha favorito l'economia agricola, l'insediamento è posto in posizione dominante su un pendio con notevole dislivello, di oltre cento metri, dalla base al culmine dell'aggregato urbano. Il suo impianto urbanistico è disposto su una serie di terrazzamenti a semianelli concentrici degradanti: il percorso stradale continuo si svolge da un estremo all'altro delle schiere con dei tratti pressoché pianeggianti e paralleli che si raccordano tra loro attraverso brevi rampe di scale. La denominazione di Campi deriva probabilmente dall'espressione latina "campivus" ovvero "ridotto a campo". Campi diventò uno dei maggiori castelli della valle del campiano, insieme a Preci, fortificato sull'altura sovrastante l'antico borgo che insieme al paese nel 1288 fu cinto da mura. In questo periodo gli abitanti di Campi divengono benestanti e ne sono testimonianza il gran numero di chiese che da questo momento verranno costruite e un monastero. Nei secoli seguenti alcune vicende indebolirono i castelli. Nel 1438 Francesco Sforza riuscì impossessarsi di Campi che restituì a Norcia solo dopo il pagamento di una taglia. E per tutta la prima metà del XV secolo vi fu un incessante passaggio di compagnie di ventura.

Il Castello di Campi ha oggi cambiato il suo nome in Campi Vecchio o Campi Alto. Ha perso ogni sua funzione originaria essendo stato sostituito dagli insediamenti della pianura sottostante. Nonostante siano passati moltissimi anni il paese conserva ancora l'aspetto di castello medievale, e la singolare impostazione urbanistica.

2.3 Tipologia delle abitazioni

La tipologia ricorrente delle abitazioni è molto semplice. Tutte le abitazioni non hanno piano interrato e si fondano direttamente sulla roccia. Il piano terra è sempre coperto da volta botte, la cui parte terminale è scavata direttamente nella roccia. I due o tre piani soprastanti hanno originariamente solai e copertura lignea e un affaccio sulla strada a monte. Una peculiarità mostra le facciate principali mai collegate alle pareti ortogonali, con la volta a botte che parte dalla roccia a monte e termina circa 1m prima della facciata, come a considerare tale parete un elemento di rischio e ribaltando fuori piano non possa trascinare il resto della struttura portante (Figura 2).



Figura 2. Schema tipologico di sezione trasversale delle case a schiera di Campi Alto (Bonfanti e Pisco 2001)

Dopo le scosse simiche dal 1979, tali edifici sono stati adeguati secondo le normative vigenti ricercando un modello ideale di struttura scatolare pluriconnessa, caratterizzata da piani infinitamente rigidi, molto lontano dalla reale configurazione degli edifici storici, pur ricercando l'obiettivo di un comportamento d'insieme, basato sull'efficacia delle connessioni verticali e orizzontali. Questa concezione della modellazione strutturale ha portato a molti effetti negativi, come la sostituzione sistematica degli originali solai in legno e delle coperture lignee, necessarie per rendere le strutture più rispondenti alle ipotesi di calcolo.

3 OSSERVAZIONI SULLO STATO DI DANNO DEGLI EDIFICI RESIDENZIALI

Il paese ha saputo riprendersi molto bene dopo il sisma del 97-98 e, attraverso molti interventi di ristrutturazione, consolidamento e miglioramento dei percorsi stradali era tornato ad un rinnovato splendore.

Desolante il panorama a pochi anni di distanza, dopo il terribile sisma del 2016. Il danno rilevati alle strade e a tutti gli edifici anche consolidati, ricostruiti o meno, è stato devastante (Figure 3 e 4).

Per uno studio accurato dello stato di danno degli edifici residenziali di Campi, il metodo conoscitivo adottato è quello già riportato nella attuale normativa NTC 2008 e prevede le fasi conoscitive, dal rilievo geometrico-strutturale e materico, alla ricostruzione storico-evolutiva del manufatto, all'individuazione delle carenze strutturali e in particolare all'analisi critica del danno, necessaria per comprendere le cause e le modalità per cui lo stesso si è manifestato.

Tuttavia manca ancora un dato fondamentale per una valutazione più accurata del danno: la ricerca degli ultimi interventi di miglioramento /adeguamento sismico effettuati dopo il sisma del

'97. Tale ricerca non è stata ancora effettuata, visto lo stato di emergenza che ancora vive il comune di Norcia, e le considerazioni qui di seguito riportate, per ora si basano soltanto sull'osservazione visiva (Figure 4a,b).



Figura 3. Vista della frana sotto via del Caprio a Campi Alto.



a)



b)

Figura 4. Vista di Campi Alto dove si osservano gli edifici crollati: a) prima del sisma del 2016 e b) dopo il sisma.

Il centro di Campi Alto nei secoli ha visto comunque perdere numerose costruzioni e un confronto tra le mappe catastali storiche fornisce un'idea dell'ammontare di tali perdite.

In figura 5a una ricostruzione del borgo a partire dal catasto Gregoriano (1920-1835) riporta tutte le curve di livello abitate agli inizi del XIX secolo. Nella successiva Figura 5b si osserva la situazione ai primi anni del XXI secolo. La Figura 6 infine mostra quali edifici sono crollati o

hanno avuto danni gravissimi col sisma dell'ottobre 2016.



a)



b)

Figura 5a,b. Panorama della perdita di costruzioni (in rosso) in due secoli: a) situazione basata sulle descrizioni del Catasto Gregoriano prima del 1820, b) situazione rilevata nel 2001 sul catasto attuale.



Figura 6. In rosso gli edifici interamente crollati o parzialmente crollati dal sisma dell'ottobre 2016. In verde l'unica costruzione nuova realizzata dopo il 2001.

Relativamente ai pochi esempi di edifici gravemente danneggiati o crollati che si intende mostrare in questa rassegna, si riportano tre casi: un caso di ricostruzione totale e uno di ricostruzione parziale di edifici isolati e un caso di edificio in aggregato.

In tempi recenti, alcune edifici storici sono stati riparati e consolidati, ricostruendo

interamente o parzialmente l'edificio, che preserva volumetria e immagine originale. L'aspetto che mostrano è ben diverso dalla reale struttura sottostante, totalmente moderna in muratura portante di blocchi in laterizio forati e solai in latero-cemento. con l'aggiunta di un paramento esterno realizzato con il riutilizzo delle pietre e cornici dello stesso edificio. Tuttavia anche questi ultimi hanno subito danni gravi, con lesioni orizzontali in corrispondenza dei cordoli di piano e di copertura e puntuale distacco del paramento esterno, compreso la parziale espulsione delle cornici delle finestre (Figura 7).



Figura 7. Edificio UMI 27, a) situazione attuale dell'edificio ricostruito e seriamente danneggiato con lesioni orizzontali e diagonali, b) edificio nel 1999 danneggiato dopo il sisma del '79 e del '97, successivamente riparato con ricostruzioni in muratura portante in forati e solai in latero-cemento.



Figura 8. Particolare dello spessore del paramento esterno in muratura di pietra realizzato con il riutilizzo delle pietre e cornici dello stesso edificio e ancorato alla nuova struttura portante.

Altri edifici hanno ricostruzioni parziali dei piani superiori al piano terra, che conserva ancora visibile la volta a botte originale.

Ignorando il sistema di ancoraggio adottato tra le due porzioni di muratura moderna ed antica, esse hanno avuto comportamenti differenti: il volume ricostruito in elevato, quando non si è lesionato, perdendo il paramento esterno in pietra, per il collasso della muratura sottostante (Figura 9), ha subito una traslazione e/o una rotazione rigida rispetto al volume voltato, con danni gravi osservati nel volume sottostante. (Figura 10).



Figure 9. In questo edificio il paramento esterno ricostruito in pietra si è staccato, denunciando il collasso della muratura nuova retrostante, appoggiata sopra una muratura più antica che ha ceduto (UMI 14).



a)



b)

Figura 10. L'edificio, in stato di abbandono prima del sisma del '97, è stato interamente consolidato dopo il 2003 con la ricostruzione dei piani sopra il piano terra voltato. (UMI 24). Il sisma del 2016 ha mostrato: a) rotazione del volume nuovo su quello antico, b) vista frontale dello stesso punto dove si osserva il danno ad una delle due angolate e l'espulsione della sola facciata del volume antico rimasto.

Ci si interroga ora su quale tipo di intervento è possibile attuare per riparare il piano terra e come connetterlo nuovamente alla sua ricostruzione superiore. Ci si interroga in che modo sono state consolidate le volte originali in muratura di pietra e se queste sono ancora in grado di collaborare strutturalmente in una nuova riparazione.

L'omogeneità costruttiva e strutturale resta fondamentale per il buon comportamento della costruzione agli eventi traumatici. Non appena tale omogeneità e il conseguente equilibrio tra elementi strutturali originariamente concepiti viene alterato, come il tempo ci hanno dimostrato, l'edificio diventa più vulnerabile e i danni mostrano situazioni ormai davvero difficili da riparare. Si riporta a titolo di esempio proprio lo stesso edificio danneggiato e riportato in figura 10. Esso è l'ultimo di una serie di edifici semplici disposti a schiera e via via danneggiati con il susseguirsi delle scosse sismiche (Figura 5). Nel 2000 si presentava in stato di abbandono e senza la copertura (Figura 11) con le tipiche lesioni da pareti sommitali non più collegate e soggette a dilavamento. Nonostante il suo precario stato di conservazione, tale edificio ha conservato la sua

omogeneità, grazie a riparazioni con materiali compatibili agli originali e anche alla presenza di presidi antisismici storici, come i contrafforti disposti in due direzioni e tiranti metallici. Questo gli ha consentito di reagire alle scosse del 1979 e del 1997 senza crollare e senza avere danni alla base dell'edificio. È stato così possibile ripararlo, consolidarlo e renderlo nuovamente abitabile, ma la scelta progettuale adottata pochi anni fa, ha eliminato la sua omogeneità. Gli effetti dopo il sisma del 2016 sono quelli descritti in figura 10.



a)



b)



c)



d)

Figura 11. L'edificio (UMI24) già riportato in figura 10: a) in uno scatto del 2000, dove l'edificio risulta in stato di abbandono dopo aver subito le scosse del sisma del '79 e del '97; b) in uno scatto del 2011, dove esso risulta interamente consolidato; c) in uno scatto del 2017, dove si osservano i crolli a piano terra dovuti al sisma del 2016; d) particolare del danno delle murature e di tutti i contrafforti a piano terra.

Un danno ben più grave è stato mostrato dagli edifici che sono stati adeguati sismicamente dopo il sisma del 1979 e seguendo gli allora metodi consueti (sostituzione di solai e coperture con strutture in latero cemento, iniezioni di malta cementizia nelle murature, intonaci armati, sopraelevazioni in muratura di tufo, ecc., con interventi avvenuti magari in tempi diversi). Aiutati forse da una scarsa manutenzione, molti di questi edifici, indeboliti anziché migliorati, con il susseguirsi di interventi, hanno perso la loro

omogeneità costruttiva e sono crollati interamente come un castello di carte, come l'esempio di Figura 12).



Figura 12. Edificio (UMI 8) a) riparato dopo il 1979 e il 1997 in uno scatto del 2001, e b) definitivamente crollato nel 2016

Infine l'ultimo esempio riguarda l'interazione tra volumi adiacenti disposti in aggregato, consolidati in tempi e modalità differenti. Il caso delle UMI 10 e 11 adiacenti è interessante perché, dopo il sisma del 1979 solo l'edificio che costituisce la UMI 11 era stato consolidato con le tecniche moderne sopra citate in uso negli anni 80, rispetto ai volumi adiacenti privi di manutenzione e abbandonati da tempo. Dopo il sisma del '97, mentre l'edificio consolidato ha avuto poche lesioni (Figura 13b), principalmente in sommità, i due edifici abbandonati si sono gravemente lesionati, pur senza crolli di muratura (Figura 13a). Qualche anno dopo l'evento del '97, questi ultimi sono stati riparati e consolidati. Durante il sisma del 2016, si è ribaltata la situazione precedentemente osservata: l'edificio consolidato dopo il '79 (UMI 11) è crollato

totalmente, mentre la UMI 10, recentemente consolidata e intonacata, mostra solo lesioni orizzontali in corrispondenza dei solai, che denunciano la tipologia di solaio inserito (Figura 13c). Si evince quindi ancora l'effetto della non omogeneità all'interno di un aggregato edilizio.



Figura 13. Aggregato costituito da due UMI 10 e 11: a) situazione al 2001 con UMI10 a sinistra e al centro, mentre parte della UMI11 è visibile sulla sinistra; b) vista di un lato differente della UMI11 sempre nel 2001 e c) situazione al 2016 dove in primo piano la UMI 11 è interamente crollata e sullo sfondo la UMI10 risulta consolidata e lesionata..

L'azione del sisma che ha colpito questo territorio nel 2016 è stata indubbiamente molto forte su questo territorio ed inoltre la sequenza ravvicinata delle scosse, senza che nel frattempo si abbia avuto la possibilità di intervenire con dei presidi provvisori di messa in sicurezza, è stata sicuramente la causa principale di tutti i danni osservati in questo paese. Lungo tutte le vie parallele alle curve di livello, vi sono lesioni molto ampie sulla pavimentazione di recente realizzazione e frane che arrivano a mostrare persino le canalizzazioni interrato sotto la pavimentazione stradale (Figura 3).

4 OSSERVAZIONI SULLO STATO DI DANNO DEGLI EDIFICI RELIGIOSI

Campi aveva la caratteristica di avere un numero di chiese pari a 22, di cui 15 nel castello di Campi Alto. Molte di queste si sono perse nei secoli a causa della elevata sismicità del luogo (Mons. Lascaris 1712).

Come avvenuto in molti centri storici durante il sisma del 2016, tutte le chiese di Campi Alto hanno avuto danni gravi o sono interamente crollate.

In particolare la bellissima chiesa di Sant'Andrea (Figura 14), di origine trecentesca e successivamente ampliata, è caratterizzata al suo interno da due navate voltate che terminano con due absidi differenti e separate da due pilastri a base quadrata. Posta a fianco del coevo portale di ingresso al borgo, è caratterizzata da un loggiato antistante la facciata che protegge i due preziosi portali di ingresso.



Figura 14. Vista della Chiesa di Sant'Andrea prima del sisma del 2016.

Il loggiato avrebbe dovuto svolgere anche funzione di contrafforte per la facciata, ed è stato oggetto di riparazione anche in tempi recenti. Tanto è vero che in tempi passati la sua

vulnerabilità maggiore era attribuita alla sua espansione in pianta. Purtroppo la doppia sequenza di scosse dell'ottobre 2016, non ha dato scampo, il loggiato ha tenuto dopo la prima scossa del 26 ottobre (Figura 15) ma poi, senza avere il tempo di aggiungere strutture di sostegno, il 30 ottobre ha ceduto trascinando con sé la facciata della chiesa e la porta d'ingresso al paese (Figura 16). È in corso di studio un approfondimento maggiore sui danni subiti dalla chiesa.



Figura 15. Vista della Chiesa di Sant'Andrea scattata tra la scossa del 26 e quella del 30 ottobre 2016. È chiaramente visibile il lavoro svolto dal portico antistante la facciata per reagire alla prima scossa (<http://umbrianotizieweb.it> del 28.10.16).



Figura 16. Vista della Chiesa di Sant'Andrea dopo l'ultima scossa del 30 ottobre 2016.

Tutte le macerie sono ancora a terra, come le pareti con l'affresco di Sant'Andrea, i portali, l'organo del '700 e le colonne del loggiato. Si segnala infine che dallo scorso ottobre non è stata fatta nulla per proteggere, almeno con una copertura provvisoria, gli importanti resti della chiesa dalle intemperie.

Sorte peggiore è toccata alla chiesa Madonna della piazza (Figura 17 a,c), chiesa fondata nel

1351 col nome Madonna della misericordia, che un tempo aveva annesso un ospedale. La chiesa si trova infatti inserita al centro di una schiera, affiancata da edifici che hanno subito interventi di adeguamento prima e dopo il sisma del '97.

Essa è interamente crollata (Figura 17b) sotto il peso di un ambiente sovrastante consolidato, con ricostruzioni in muratura nuova e sostituzione di solai e architravi dopo il sisma del '79, e che non aveva tenuto conto della vulnerabilità dell'ampio ambiente sottostante sorretto da un pilastro e da una esile colonnina in pietra. La chiesa sottostante l'ambiente consolidato e affiancata su entrambi i lati da edifici consolidati, ha mostrato lesioni e danni importanti, dopo il sisma del '97 (Cardani 2004). Ancora l'autore non è in grado di verificare se dopo l'anno 2001, la chiesa sia stata restaurata dai danni del sisma del '97. Tuttavia, essa nella sua condizione così vulnerabile, al pari di Sant'Andrea, è riuscita a superare la prima scossa di ottobre, ma non la seconda.

Infine ha subito seri crolli anche la chiesa S. Maria delle Grazie, detta anche "Madonna della Neve", l'unica costruzione superstite sulla parte più alta del Castello di Campi a testimonianza del fatto che un tempo la zona edificata si estendeva ben oltre quella attuale

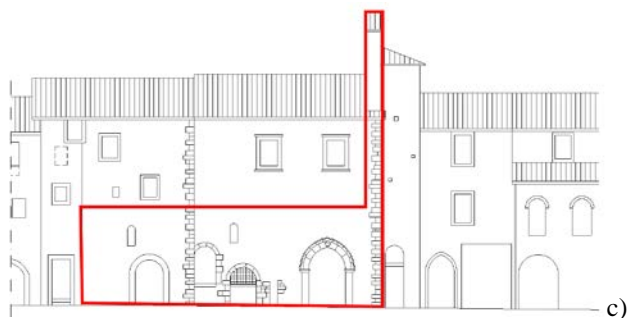


Figura 17. Vista della Chiesa della Madonna della piazza: a) prima del sisma del 2016 e b) dopo l'ultima scossa del 30 ottobre 2016; c) localizzazione della chiesa all'interno della schiera della UMI 21.

5 CONCLUSIONI

Si è riportata una prima rassegna dei danni osservati a Campi Alto di Norcia dopo il sisma che ha devastato questo piccolo centro nel 2016. Le prime osservazioni, che ancora non tengono conto dei danni all'interno e soprattutto della tipologia di interventi antisismici eseguiti dopo il 2000, hanno ribadito nuovamente la considerazione che l'omogeneità costruttiva e strutturale resta un elemento fondamentale per far fronte alle azioni sismiche. L'alterazione di tale omogeneità, dovuta a parziali ricostruzioni con tecniche e materiali diversi, causa un aumento della vulnerabilità dell'edificio.

Più omogenea e compatta è la scatola muraria e meglio la costruzione è in grado di resistere alle scosse sismiche; essa si può fessurare, anche gravemente, ma consente comunque la salvezza degli abitanti in primo luogo e la riparazione dello stesso in seconda battuta, come è avvenuto molte volte in passato, attraverso tecniche e materiali simili e compatibili con gli originali. Viceversa, maggiore è il numero delle discontinuità presenti nell'edificio, con porzioni di materiali, tecniche costruttive e masse differenti, e maggiore sarà la sua propensione al danno, che a Campi Alto si è manifestato con il crollo parziale o totale degli edifici e li ha resi il più delle volte non riparabili.

Le nuove norme tecniche appaiono più attente all'esigenza di salvaguardia di quei valori architettonici, costruttivi, artistici e ambientali dei centri storici. Tuttavia la sfiducia riposta nei materiali del passato e, per contro, la sicurezza fornita da materiali e tecniche costruttive moderne, ha portato alla tipologia di interventi ricorrenti che prevedono la ricostruzione totale di edifici o solo di piani superiori in muratura moderna antisismica, rivestiti da un paramento esterno in muratura di pietra, senza ruolo strutturale. In questo modo viene rispettata la volumetria e l'aspetto esteriore originale del centro storico.

Una prima conclusione attesa, dopo queste osservazioni sul campo, sarebbe una risposta alla domanda che chiede cosa fare ora. Non è semplice dare una risposta univoca che vada bene per tutte le case di Campi. Ricostruire una facsimile non è sicuramente la soluzione ottimale, ma non lo è nemmeno quella di perdere totalmente l'immagine di un borgo che dal medioevo è stato con regolarità colpito da numerose scosse sismiche importanti, come l'ultima del 2016. Il fatto che gli edifici siano

giunti fino ad oggi, simili nei materiali e nella forma a quelli originali, ma sicuramente riparati e adeguati alle esigenze via via richieste nei secoli dagli abitanti, dovrebbe suggerirci che la soluzione è quella di riparare con le stesse tecniche tradizionali, leggere e con i materiali compatibili agli originali, come quelle già collaudate nei secoli anche da numerosi eventi sismici. Tutto questo dovrebbe poi essere coadiuvato da una regolare manutenzione di tipo sia ordinario che straordinario.

La vulnerabilità maggiore purtroppo è stata indotta dall'uso di materiali moderni con la convinzione di garantire una maggiore sicurezza e prestazione anche quando i materiali impiegati avevano prestazioni molto maggiori di quelle richieste. Questo modo di operare ha contribuito ad aumentare il numero degli edifici di Campi che sono andati completamente distrutti. Quei pochi edifici che presentano ancora le strutture originali dovrebbero quindi avere un'attenzione particolare ed essere riparati al meglio, ma conoscendo bene la tipologia costruttiva presente sul territorio basata sull'esperienza della storia sismica del luogo, senza ripensarla o standardizzarla come si fa con gli edifici moderni.

Ovviamente tra le cause di crollo vi è anche la totale mancanza di manutenzione dell'edificio storico protratta nel tempo, anche se omogeneo nelle sue strutture. Edifici danneggiati dai sismi precedenti, che mostravano lesioni di media gravità e che non apparivano alla osservazione visiva dall'esterno consolidati, sono crollati anch'essi interamente.

Molti edifici storici, con presidi collaudati nei secoli, quali robusti speroni e tiranti, sono stati in grado di sopportare le forti e ravvicinate scosse senza crollare completamente, consentendo quindi di salvare le vite umane e mantenendo una resistenza residua capace di consentire la loro riparazione. Come avvenuto in passato, nonostante le tecnologie differenti, anche oggi è necessario riparare i danni avendo cura di conservare le originali caratteristiche costruttive, senza sostituirle. Ha un ruolo chiave quindi la conoscenza del manufatto, delle modifiche avute nei secoli, dei presidi antisismici presenti sin dall'origine che aggiunti e, come già ribadito, la sua costante manutenzione.

RINGRAZIAMENTI

Il lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto AQ DPC/ReLUI5 2014-2018 che si intende

ringraziare, così come allora il gruppo GNDT per aver finanziato il contratto CNR-GNDT "Vulnerabilità dei centri storici e dei beni culturali" del Programma di ricerca triennale 2000/2002, e che aveva permesso il lavoro di ricerca iniziale. Infine si ringrazia il dott. L. Sbrogiò per l'assistenza fornita.

BIBLIOGRAFIA

- Binda, L., Modena, C., Marchetti, L., Cardani, G., Valluzzi, M.R., 2004. Indagine sulla consistenza dell'edilizia storica, sul danno pregresso e sull'efficacia degli interventi svolta su quattro centri campione in Umbria, *XI Convegno. ANIDIS "L'Ingegneria Sismica in Italia"*, Genova.
- Bonfanti F., Pisco F., 2001. *Campi Alto di Norcia: metodologia per un'indagine conoscitiva del centro storico e per la valutazione critica delle tecniche d'intervento con individuazione delle principali cause di vulnerabilità ai fini della prevenzione*. Tesi di laurea, rel. L. Binda e G. Cardani, Facoltà di Architettura, Politecnico di Milano
- Boschi, E., Guidoboni, E., Ferrari, G., Valensiese, G., 1998. *I terremoti dell'Appennino Umbro-Marchigiano, area sud-orientale dal 99 a.C. al 1984*, ING-SGA Bologna.
- Cardani, G., 2004. *La vulnerabilità sismica dei centri storici: il caso di Campi Alto di Norcia. Linee guida per la diagnosi finalizzata alla scelta delle tecniche di intervento per la prevenzione dei danni*, Tesi di Dottorato, rel. L. Binda, Politecnico di Milano.
- Catasto Gregoriano, 1820-35. Mappa del Catasto Gregoriano di Campi Alto di Norcia (PG), fol.66-67, Archivio di Stato di Perugia.
- Cordella, R., 1981. *Visita ai centri del Nursino colpiti dal terremoto*, Edizioni dell'Accademia spoletina, Spoleto.
- Mons. Lascaris G., 1712. *Visita Pastorale*, Tomo I, Archivio Arcivescovile di Spoleto.
- Valluzzi, M. R., Munari, M., Cardani, G., Saisi, A., Binda, L., & Modena, C., 2009. Aggiornamento della vulnerabilità sismica del centro storico di Campi Alto di Norcia (PG). *XIII Convegno ANIDIS "L'Ingegneria Sismica in Italia"*, Bologna.
- <http://www.ingv.it/it/>
<http://umbrianotizieweb.it>