

I terremoti a Sulmona: indagini
di sismologia storica per la
microzonazione sismica

Quaderni di Geofisica

118



Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia

Quaderni di Geofisica

Editorial Board

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (INGV - RM1)
Luigi Cucci (INGV - RM1)
Nicola Pagliuca (INGV - RM1)
Umberto Sciacca (INGV - RM1)
Alessandro Settimi (INGV - RM2)
Aldo Winkler (INGV - RM2)
Salvatore Stramondo (INGV - CNT)
Gaetano Zonno (INGV - MI)
Viviana Castelli (INGV - BO)
Marcello Vichi (INGV - BO)
Sara Barsotti (INGV - PI)
Mario Castellano (INGV - NA)
Mauro Di Vito (INGV - NA)
Raffaele Azzaro (INGV - CT)
Rosa Anna Corsaro (INGV - CT)
Mario Mattia (INGV - CT)
Marcello Liotta (Seconda Università di Napoli, INGV - PA)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano
Tel. +39 06 51860068
Fax +39 06 36915617
Rossella Celi
Tel. +39 095 7165844
redazionecen@ingv.it

I terremoti a Sulmona: indagini di sismologia storica per la microzonazione sismica

The earthquakes at Sulmona: investigations of historical seismology for the seismic microzonation of the town

Fabrizio Galadini¹, Roberto Carrozzo²

¹INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Sismologia e Tettonofisica)

²Archivio di Stato dell'Aquila - Sezione di Sulmona

I terremoti a Sulmona: indagini di sismologia storica per la microzonazione sismica

La ricca storia sismica di Sulmona include undici terremoti con $Is \geq 6$ MCS. Il confronto tra le intensità attribuite agli abitati dell'area peligna in riferimento ai vari terremoti che li hanno colpiti evidenzia che in alcuni casi Sulmona ha subito danni più ingenti. Ciò potrebbe suggerire che, per questa città, le conseguenze di un terremoto siano anche condizionate da effetti di sito, motivo che rende ancora più necessaria l'elaborazione di una moderna microzonazione sismica. Al fine di proporre informazioni da affiancare ai dati sismometrici e geologici necessari per la definizione di Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) per il centro storico di Sulmona e nel quadro delle indagini su eventuali evidenze di effetti di sito, si è tentato di ricostruire le distribuzioni del danno dovute a più eventi sismici. L'ipotesi di lavoro è che la significativa storia sismica della città consenta di individuare delle tendenze costanti nella ripetizione degli effetti in specifici settori dell'abitato, per ragioni da approfondire con successive indagini geologiche e sismometriche. A questo proposito, sono stati valutati i danni dovuti ai terremoti del 1706 (Is 9-10 MCS a Sulmona), 1915 (Is 8 MCS), 1933 (Is 8 MCS), 1984 (Is 6-7 MCS) e 2009 (Is 5 MCS). Per la carenza delle informazioni storiche, le conoscenze sugli effetti del più antico dei terremoti citati non possono essere rappresentate mediante una distribuzione puntuale. È tuttavia probabile che l'intera città abbia sofferto il danno, senza che oggi sia possibile ipotizzare la presenza di settori più e meno colpiti. Per quanto riguarda gli altri terremoti, sono stati individuati punti di danneggiamento relativi al 1915 (181), 1933 (564), 1984 (141), 2009 (91). In generale, le mappe delle distribuzioni non evidenziano particolari tendenze, tali da suggerire chiaramente la definizione di MOPS. Tuttavia, è stato osservato un addensamento dei punti a ridosso delle scarpate – digradanti verso i corsi d'acqua del Vella e del Gizio – che delimitano il terrazzo su cui è fondato il centro storico di Sulmona. Queste indicazioni suggeriscono di indirizzare le future indagini sismometriche e geologiche alla caratterizzazione dei settori marginali dell'area occupata dal centro storico. Gli stessi dati relativi alla “stratigrafia” del danno evidenziano il ruolo centrale della vulnerabilità nella storia sismica recente. In effetti, sono stati individuati 153 edifici per cui è testimoniata dalle fonti la ripetizione del danno nel quadro della successione di eventi 1915, 1933, 1984, 2009. La maggior parte dei fabbricati è stata danneggiata in occasione di due terremoti; in più di venti casi, in occasione di tre terremoti; tre casi identificano edifici che hanno subito danni a causa di tutti i terremoti citati. Le informazioni acquisite suggeriscono una certa cronica inerzia e mancanza di attenzione verso il restauro post-sisma e per la manutenzione di fabbricati di età in qualche caso plurisecolare.

The rich seismic history of Sulmona includes eleven earthquakes with Intensity $Is \geq 6$ MCS. Considering the different earthquakes with effects beyond the damage threshold, the comparison between the intensities attributed to Sulmona with those of the closer localities indicates that in many cases the town has suffered more severe damage. This suggests that the seismic history of Sulmona may have been conditioned by site effects, thus making more urgent the processing of a modern seismic microzonation. Within this light, an attempt has been made to reconstruct the damage distribution due to historical earthquakes in the old town centre. This practice was aimed at defining damage patterns to be compared with the results of the traditional geological and seismological investigations necessary to draw the “homogeneous microzones in the seismic perspective” and to define the possible site effects. In practical terms, we explored the possibility to identify trends in the repetition of the damage across the significant seismic history of the town. The trends may in turn suggest the occurrence of site effects at the scale of the town to be investigated with subsequent geological and seismological surveys. For this purpose, we have estimated the damage distribution due to the earthquakes occurred in 1706 (I 9-10 MCS at Sulmona), 1915 (I 8 MCS), 1933 (I 8 MCS), 1984 (I 6-7 MCS) and 2009 (I 5 MCS). The damage related to the oldest event cannot be defined in detail. However, historical information suggests that the entire town probably suffered strong effects. Therefore, in this case the presence of sectors in the old town centre more and less damaged cannot be hypothesised. As for the other mentioned earthquakes, the

points of damage related to 1915 (181 points), 1933 (564), 1984 (141) and 2009 (91) have been defined. The obtained maps of the damage distribution do not indicate evident trends which may support the drawing of "homogeneous microzones in the seismic perspective". However, sort of clusters of damage points have been observed close to the slopes bordering the terrace of the old town centre. This indication suggests that future geological and seismological surveys should be addressed to the characterisation of the site effects at the border of the old town. Moreover, this damage stratigraphy indicates that the vulnerability of the buildings has played a key role in the recent seismic history. In fact, 153 buildings, characterised by the repetition of the damage across the 1915, 1933, 1984 and 2009 earthquakes, have been identified. Most of the buildings have suffered damage due to two earthquakes among those mentioned above; more than twenty buildings have experienced damage due to three earthquakes; three buildings have suffered damage due to all mentioned earthquakes. This picture suggests a certain inaction

and lack of care with respect to the post-
earthquake restorations and for the
maintenance of the historical
buildings which are
widespread throughout the
entire old town centre
of Sulmona.

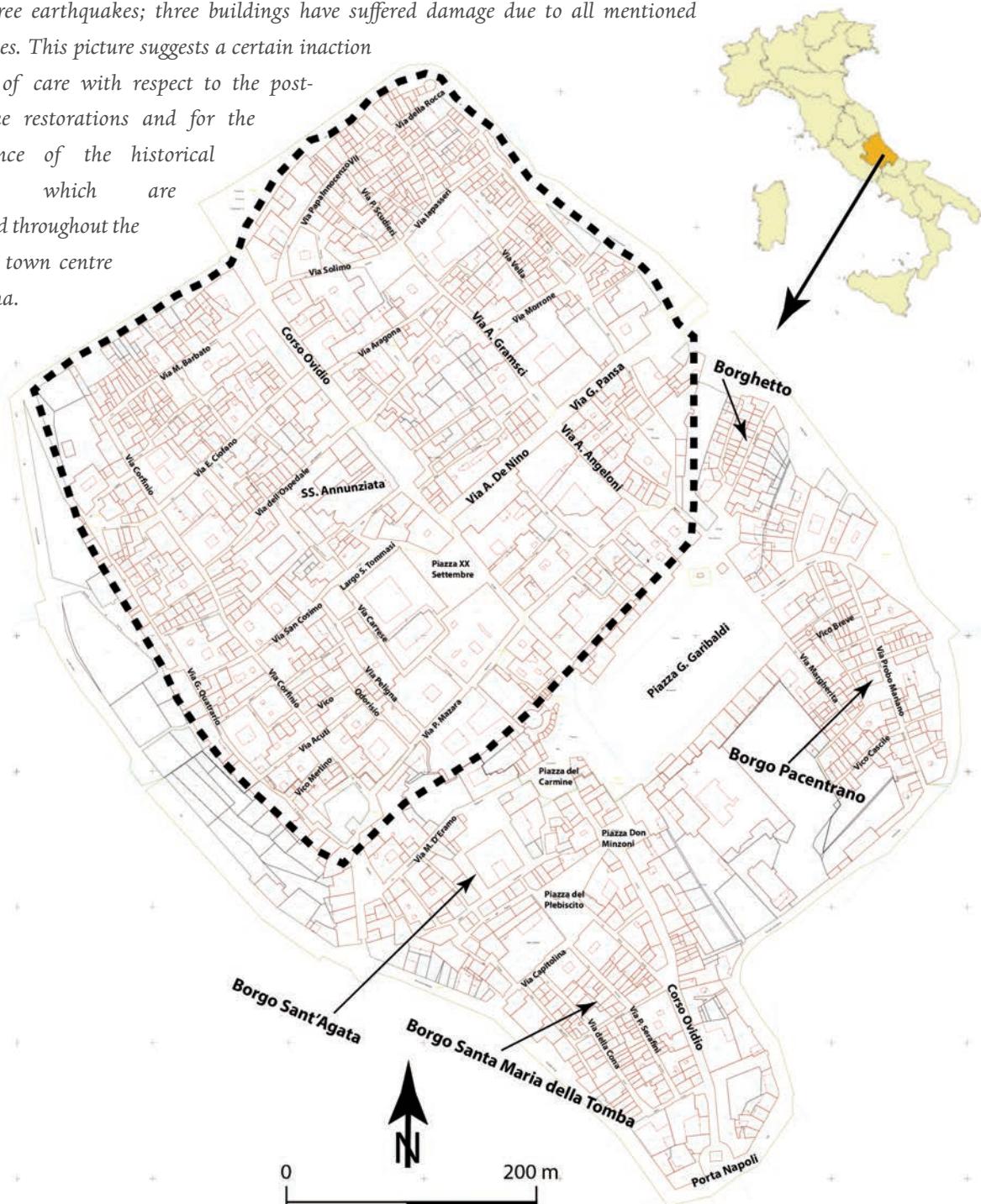


Figura 1 Pianta del centro storico di Sulmona con i toponimi citati nel testo. In tratteggio, il limite approssimativo della Sulmo di età romana.

Figure 1 Map of the old town centre of Sulmona with the place names mentioned in the text. The broken line defines the rough border of the Roman Sulmo.

Introduzione

Il centro di Sulmona riassume una storia urbanistica e architettonica plurimillenaria, evidente nelle emergenze di epoca romana e medievale, nelle numerose chiese e nei palazzi che costituiscono riferimenti insostituibili per il residente e richiami per il visitatore. Inoltre, come in ogni tessuto cittadino storico, è l'insieme del costruito a creare quell'ambiente urbano qualificante, la cui tutela si deve tradurre anche in azioni volte alla mitigazione del rischio sismico.

In questo quadro, nell'ambito della microzonazione sismica dell'intero abitato, coordinata dall'Università di Chieti, si è ritenuto opportuno condurre indagini finalizzate a chiarire se all'interno del centro storico di Sulmona siano identificabili settori caratterizzati da diversa risposta sismica, ovvero se ad alcune zone sia legato un diverso comportamento in caso di sollecitazione sismica.

Generalmente, questa prospettiva è affrontata – e così è stato anche nel caso delle indagini condotte per la microzonazione di Sulmona – mediante analisi sismometriche *ad hoc*. Tuttavia, considerando la rilevanza storica dell'abitato e la ricchezza delle informazioni sulla sismicità, si è ritenuto opportuno affiancare alle moderne tecniche sismometriche uno studio finalizzato a dettagliare la distribuzione del danno in occasione di alcuni terremoti che in epoca contemporanea hanno interessato la città (1915, 1933, 1984, 2009) e a considerare, altresì, la distribuzione degli effetti in occasione del più forte terremoto del 1706. In pratica, con questo approccio si è ricostruita una “stratigrafia” del danno a Sulmona, cercando in essa ricorrenze in specifiche aree del centro storico. Ciò costituirebbe un motivo a supporto dell'eventuale identificazione di più microzoni omogenee in

prospettiva sismica (MOPS). L'approccio non rappresenta certamente una novità, poiché distribuzioni del danno sismico sono già state utilizzate, a esempio nel caso di Roma, proprio al fine di individuare settori con diverso danneggiamento in funzione delle differenti caratteristiche geologiche locali [Ambrosini et al., 1986; Donati et al., 1999; Cifelli et al., 2000; Bozzano et al., 2011]. In ambito ingegneristico, inoltre, il trattamento della distribuzione del danno in funzione della vulnerabilità degli edifici danneggiati ha fornito spunti per valutazioni quantitative sulla risposta sismica locale [Goretti, 2004; Goretti e Dolce, 2004; Speranza et al., 2006]. Peraltra, l'approccio è discusso nell'ambito degli *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica* [Gruppo di Lavoro MS, 2008].

Di seguito, dopo una sintesi sull'evoluzione urbanistica e sulla storia sismica di Sulmona, verranno presentate le indagini storiche finalizzate all'identificazione della stratigrafia del danno attraverso i terremoti del 1706, 1915, 1933, 1984 e 2009. Del quadro ottenuto saranno discusse le implicazioni.

1. Storia urbanistica di Sulmona: possibili implicazioni per l'identificazione delle MOPS

La città romana e il successivo impianto altomedievale, con un'impostazione persistente fino al secolo XII, avevano una forma in pianta all'incirca quadrangolare, compresa tra l'attuale inizio di Corso Ovidio a nord, il margine settentrionale di Piazza Garibaldi a sud e i corsi d'acqua del Vella e del Gizio rispettivamente a est e a ovest [Mattiocco, 1978] (Fig. 1). In pratica, la città medievale insisteva sui resti di età romana – come poi insisterà la città moderna – da essi separata da uno spessore variabile di terreni di riporto (Fig. 2). In ciò si



Figura 2 Caratteristiche del sottosuolo prossimo alla superficie nel centro storico di Sulmona (si veda la figura 1 per l'ubicazione): a) terreni di riporto soprastanti a un piano pavimentale di età romana (Largo Salvatore Tommasi); b) fondazioni del palazzo dell'Annunziata al di sopra di un piano pavimentale di età romana; c) resti archeologici al di sotto della chiesa di San Gaetano, in via M. Barbato (foto G. Lattanzio, www.inabruzzo.it).

Figure 2 Subsurface characteristics of the old town centre of Sulmona (see figure 1 for location): a) reworked material overlying an ancient floor of Roman age (Largo Salvatore Tommasi); b) foundations of the Annunziata palace over an ancient floor of Roman age; c) archaeological remains underlying the church of San Gaetano, in Via M. Barbato (foto G. Lattanzio, www.inabruzzo.it).

identifica la stratigrafia tipica di tanti altri contesti urbani plurimillenari caratterizzati da crescita verticale, con limitata espansione laterale nel corso di molti secoli e senza delocalizzazioni. Quindi, questo settore dell'attuale centro storico rappresenta certamente la parte la cui storia ricopre il più ampio ambito cronologico. Inoltre è chiaro che gli attuali edifici insistono su spessori assai variabili di sedimenti "culturali" che in altri settori cittadini sono assenti o ridotti. Ciò è

chiaramente visibile nelle stratigrafie desumibili dai sondaggi geognostici a carotaggio continuo, da cui si evince la presenza di riporti contenenti resti archeologici, a profondità variabili tra 3 e 10 m, e l'assenza dei medesimi depositi nel sottosuolo di altre zone urbane [es. Scarascia Mugnozza, 2007]. L'attuale centro storico, comunque più ampio della parte inurbata in epoca romana e altomedievale, è il risultato di un'espansione edilizia avvenuta tra i secoli XIII e XIV

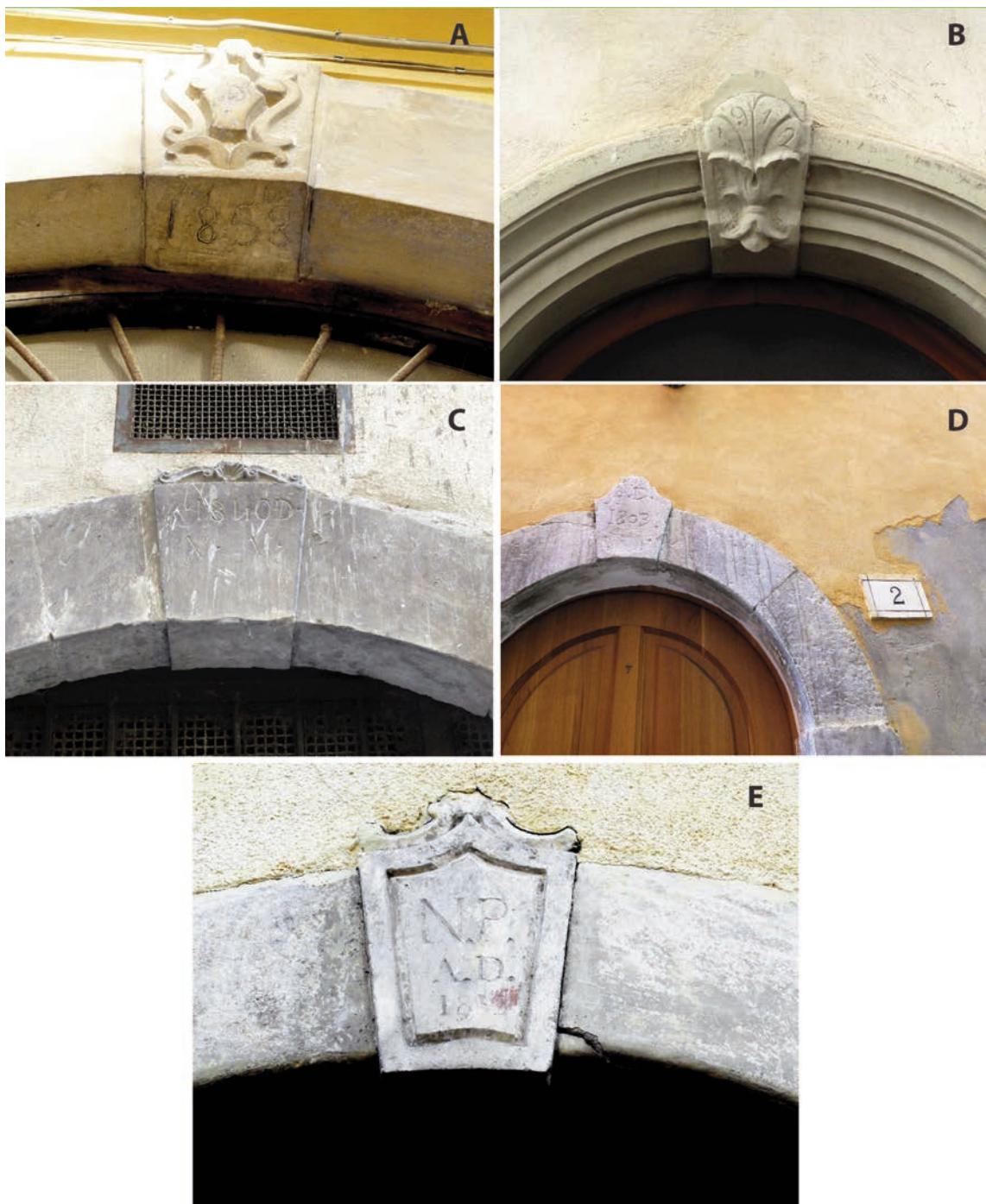


Figura 3 Tracce di strutturazione edilizia dei secoli XIX e XX nel centro storico di Sulmona (si veda la figura 1 per l'ubicazione): a) via Corfinio; b) via G. Quatrario; c) via della Cona; d) vico Breve; e) via della Rocca (si noti, in questo caso, la lesione che interessa la chiave di volta dell'arco, presumibilmente riferibile al terremoto del 2009).

Figure 3 Evidence of building related to the 19th and 20th century in the old town centre of Sulmona (see figure 1 for location): a) via Corfinio; b) via G. Quatrario; c) via della Cona; d) vico Breve; e) via della Rocca (please note the damage affecting the keystone, presumably due to the 2009 earthquake).

[Mattiocco, 1978, 1981, 1994; Giannantonio, 1988, 1994]. In sostanza, al settore più antico, si aggiunsero verso sud i cosiddetti Borgo S. Agata, Borgo S. Maria della Tomba, Borgo Magnaporci (cioè il nucleo oggi corrispondente al quartiere su cui insistono le vie Borghetto I e II, di seguito definito Borghetto) e Borgo Pacentrano [Mattiocco, 1978, 1981, 1994; Giannantonio, 1988, 1994] (Fig. 1).

La diacronicità di realizzazione dell'attuale centro storico, non è comunque ravvisabile negli odierni edifici, mediamente riconducibili ad epoca assai successiva alle fasi di edificazione medievale. Ciò vale anche per il settore centro-settentrionale, cioè quello che insiste sulla *Sulmo* romana, ove non sono evidenti tracce – nemmeno inglobate nei più moderni muri – che denuncino un'origine più antica di quella dei quartieri meridionali. Infatti, nell'intero centro storico, le più importanti emergenze monumentali – sia a carattere civile che religioso – sono riferibili al periodo compreso tra i secoli XV e XVII o presentano evidenze di sostanziali interventi nel medesimo intervallo [Giannantonio, 1988]. Inoltre, per quanto riguarda l'edilizia privata, si può osservare che gran parte dell'edificazione nell'intero centro storico è successiva al secolo XVIII (Fig. 3). È presumibile che nella maggioranza dei casi essa rap-

presenti la ricostruzione post-sisma del 1706, ma è evidente che, al di là delle cause, l'attuale tessuto edilizio si presenta – dal punto di vista della cronologia degli impianti – piuttosto omogeneo. Anche la tipologia muraria – muri di grande spessore, in pietra, con elementi di varie forme e dimensioni e talora innesti di mattoni (Fig. 4) – è praticamente la stessa all'interno dell'intero centro storico [Giannantonio, 1988].

Si potrà notare comunque, nel settore centro-settentrionale (Fig. 1), la persistenza di elementi architettonici (in genere portali e finestre) precedenti al 1706 – in parte inglobati nei rifacimenti successivi – con una frequenza non riscontrabile nei borghi meridionali (Fig. 5). Ciò significa che, mediamente, emergenze di lacerti murari più antichi del secolo XVIII caratterizzano il settore centro-settentrionale più che quelli meridionali. Si potrà vedere, nel prosieguo, che la maggiore presenza di emergenze pre-settecentesche nella citata porzione del centro storico non sembra avere avuto effetti particolari sulla distribuzione del danno.

In questa sede, valutando la storia urbana nella prospettiva di identificare settori del centro storico con diverse caratteristiche del sottosuolo più prossimo – onde fornire dati d'ingresso per la definizione delle MOPS – è opportuno ribadire che la



Figura 4 Caratteristiche murarie degli edifici del centro storico di Sulmona (si veda la figura 1 per l'ubicazione): a) via Peligna; b) vico Odorisio; c) via G. Quatrario; d) vico Merlino.

Figure 4 Wall characteristics of the buildings in the old town centre (see figure 1 for location): a) via Peligna; b) vico Odorisio; c) via G. Quatrario; d) vico Merlino.

porzione centro-settentrionale è caratterizzata da una stratigrafia geologica assai più articolata, per la presenza di riporti e resti sepolti della città romana, rispetto a quella che dovrebbe riguardare l'area meridionale, disabitata fino all'espansione edilizia di età medievale. La distinzione non sembra banale, in

considerazione dei problemi di risposta sismica che possono derivare dalla presenza di spessori non trascurabili di riporti. A esempio, nel caso delle amplificazioni del moto del suolo recentemente evidenziate per l'area centrale di Roma, sembrerebbe chiarito che tra i fattori che influenzano la risposta



Figura 5 Elementi architettonici preesistenti al terremoto del 1706 (si veda la figura 1 per l'ubicazione): a) Settore superiore della facciata del Palazzo Tabassi in via E. Ciofano; b) via Acuti; c) via G. Quatrario; d) Palazzo Capograssi in via Papa Innocenzo VII; e) Palazzo Liberati in via Peligna; f) Palazzo Sanità in corso Ovidio (tratto settentrionale); g) Largo Mazara.

Figure 5 Architectural features pre-existing to the 1706 earthquake (see figure 1 for location): a) Upper portion of the facade of Palazzo Tabassi in Via E. Ciofano; b) Via Acuti; c) Via G. Quatrario; d) Palazzo Capograssi in Via Papa Innocenzo VII; e) Palazzo Liberati in Via Peligna; f) Palazzo Sanità in Corso Ovidio (northern sector); g) Largo Mazara.

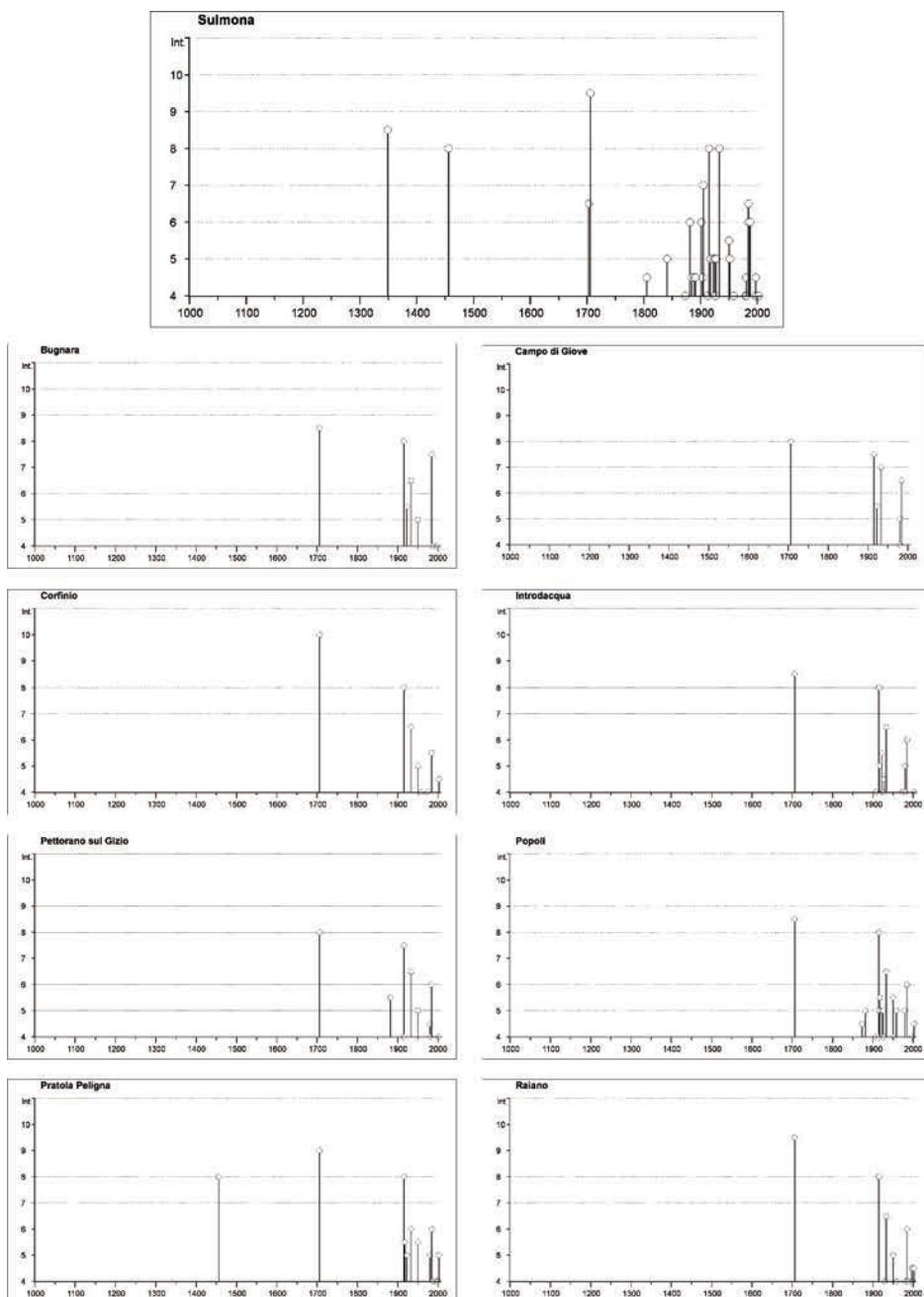
sismica sono da considerare anche i fenomeni di risonanza monodimensionali cui contribuiscono gli spessori plurimetrici dei depositi culturali [Pagliaroli et al., 2013a; 2013b].

2. Storia sismica di Sulmona

La storia sismica di Sulmona è particolarmente ricca di eventi con effetti al di sopra della soglia del danno (Fig. 6). Il catalogo DBMI11 [Locati et al., 2011] riporta 12 terremoti con Intensità (I) al sito valutata con i gradi da 6 a 9-10 della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS). A ciò si devono aggiungere il terremoto del Gran Sasso del 1950, responsabile di lievi effetti sulle costruzioni valutati con il grado 5-6 MCS [Tertulliani et al., 2006] e il recente terremoto del 2009 che ha comportato danni soprattutto al centro storico ma che

complessivamente incidono sul costruito dell'intero abitato in misura da non consentire una valutazione superiore al grado 5 della scala MCS [Galli e Camassi, 2009].

A questa lista di eventi sismici va aggiunto il terremoto del II secolo d.C., riportato in vari cataloghi sismici a partire da Guidoboni [1989a]. In Boschi et al. [1995] e nelle successive compilazioni, fino al catalogo parametrico del Gruppo di Lavoro CPTI [2004] e al catalogo CFTI4Med [Guidoboni et al., 2007], il terremoto è attribuito alla zona di San Valentino in Abruzzo Citeriore. Inoltre, nelle pubblicazioni più recenti tra quelle citate, ad esso viene riferita l'età convenzionale 101 d.C. Il terremoto è noto per via epigrafica [CIL IX, 3046], grazie all'iscrizione conservata in San Clemente a Casauria che tratta delle riparazioni a una pesa pubblica del *Pagus Interpromium*, attribuita al II secolo d.C. [Burnand, 1984; Guidoboni, 1989b].



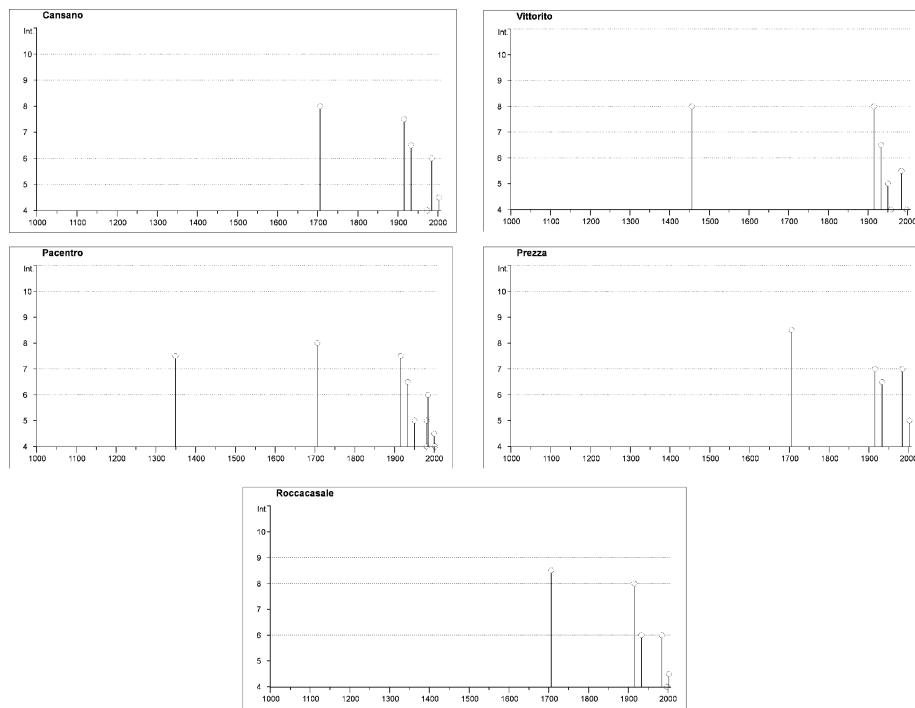


Figura 6 Storie sismiche degli abitati della conca di Sulmona [da Locati et al., 2011].
Figure 6 Seismic histories of the towns in the Sulmona region [from Locati et al., 2011].

Tuttavia, l'attribuzione dell'area epicentrale a San Valentino in Abruzzo Citeriore è il risultato di erronea individuazione del sito del *Pagus*, che la letteratura tende invece ad identificare con la stessa zona di San Clemente a Casauria [De Petri e Calore 1900–1901; Coarelli e La Regina 1984; Staffa 2004; Bucci 2006 e bibliografia].

Per meglio caratterizzare questo evento sismico, si è tentato in passato di individuare possibili effetti del terremoto nelle fonti archeologiche [Galadini e Galli, 2001; Ceccaroni et al., 2009]. In generale, le diffuse tracce di distruzione e ricostruzione compatibili con gli effetti dell'evento sismico farebbero ipotizzare che l'area epicentrale sia individuabile nella Valle Peligna e che la sua origine sia riconducibile all'attivazione della faglia del M. Morrone. Inoltre, varie indicazioni archeologiche, ma soprattutto una moneta di Antonino Pio rinvenuta in un'unità di crollo a Corfinio e attribuita al 147–148 d.C., fanno ipotizzare che il terremoto sia da riferirsi alla metà del II secolo d.C.

Considerato che questo forte evento di età romana, responsabile di ingenti crolli diffusi nell'area peligna, fu presumibilmente originato dall'attivazione della faglia del Morrone [Galadini e Galli, 2001; Ceccaroni et al., 2009], è altrettanto verosimile – data la prossimità della sorgente sismogenetica e le chiare evidenze archeologiche di diffusa distruzione – che esso rappresenti il più forte terremoto della storia sismica locale.

Per quanto concerne Sulmona, sarebbero compatibili con questo evento sismico: i) l'abbandono e la spoliazione della

domus dell'Annunziata dopo il crollo delle strutture [Tuteri, 1995; Ceccaroni et al., 2009]; ii) le tracce di abbandono (che includono una moneta di Antonino Pio) rinvenute in un muro in opera reticolata che costituisce l'attuale fondazione del convento di San Francesco della Scarpa [ASBAA, 1997–1998; Ceccaroni et al., 2009]; iii) la nuova attività edilizia a partire dalla metà del II secolo d.C., mediante restauro delle preesistenze (via Mazara e viale Roosevelt: mosaici del II secolo d.C. in strutture di età più antica [Tuteri, 1996; Ceccaroni, 2001]), rasatura dei muri precedenti al II secolo (via Barbato [ASBAA 1997–1998]), ampliamento delle strutture (via Barbato e chiesa di San Gaetano [ASBAA 1997–1998; Tuteri, 1995]), nuova edificazione con muri e mosaici attribuiti al II secolo d.C. (via Acuti, via Corfinio, via San Cosimo, viale Matteotti [van Wonterghem 1984; Tuteri, 1997]) senza tracce di preesistenze, indizio dell'espansione urbana in settori prima disabitati [Ceccaroni, 2001].

A parte l'evento sismico del II secolo d.C., tra quelli degli ultimi secoli, assai meglio definiti per quanto concerne la distribuzione del danno, è certo che gli effetti maggiori debbano essere attribuiti al terremoto del 3 novembre 1706, con epicentro nell'area della Maiella, valutati con I 9–10 MCS [Locati et al., 2011]. Secondo il database DBMI11, danni consistenti (I 8–9 MCS) ha subito la città anche con il terremoto del 1349 [Locati et al., 2011], presumibilmente originato nella zona di Venafro [Galli e Naso, 2009], e con i terremoti del 1456 (Molise, I 8 MCS), 1915 (Marsica, I 8 MCS) e 1933 (Maiella, I 8 MCS).

Danni meno significativi (I 7 MCS) sono stati attribuiti a un evento sismico con origine locale avvenuto il 25 agosto 1905 e ancor meno importanti (I 6-7 MCS) al grande terremoto che il 14 gennaio 1703 interessò l'Appennino umbro-reatino e a quello del Parco Nazionale del 7 maggio 1984. Lieve danni (I 6 MCS) sono infine da attribuirsi all'altro terremoto del Parco (11 maggio 1984) e a eventi sismici con aree epicentrali distanti dalla città, vale a dire quello che il 31 luglio 1901 ha interessato prevalentemente la zona di Sora e quello avvenuto il 3 luglio 1987 nelle Marche meridionali [Locati et al., 2011]. Tuttavia, è da segnalare che in quest'ultimo caso gli effetti sono certamente sovrastimati. La fonte per la distribuzione dell'intensità relativa a questo terremoto è il Bollettino Macrosismico dell'Istituto Nazionale di Geofisica, ma nel rapporto redatto da Gasparini et al. [1987], in via speditiva

rispetto alla normale stesura del citato Bollettino, l'intensità 6 MCS attribuita a Sulmona è riportata in forma dubitativa (Fig. 7a). All'origine del dubbio è il discutibile contenuto del "questionario macrosismico" relativo agli effetti di quel terremoto e redatto dal Comune di Sulmona. In esso (Fig. 7b,c) sono segnalati danni non trascurabili a costruzioni di varia qualità. Per contro, l'analogo questionario redatto dai Carabinieri di Sulmona reca la dicitura "nessun effetto sulle costruzioni e sulle strutture" (Fig. 7d). Ciò considerato, si ritiene che al terremoto del 1987 non siano riferibili effetti quantificabili con il grado 6 MCS.

Il già citato database DBMI11 riporta altresì il grado 6 MCS per il terremoto che interessò la provincia di Chieti il 10 settembre 1881. Tuttavia, recentemente, questa valutazione è stata ridimensionata al grado 5-6 [Savarese et al., 2011].

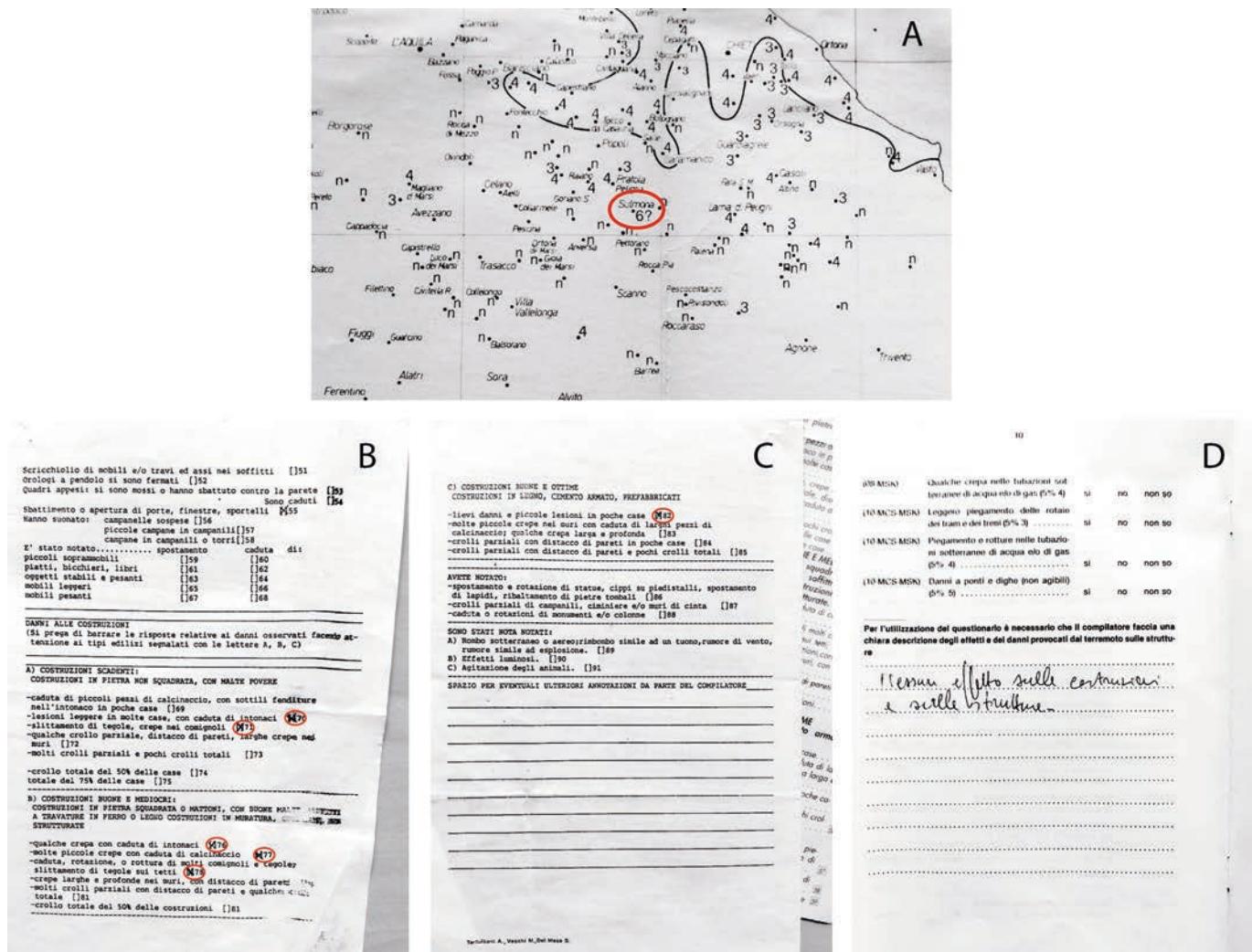


Figura 7 Effetti del terremoto del 3 luglio 1987 a Sulmona: a) stralcio della mappa della distribuzione delle intensità redatta da Gasparini et al. (1987); si noti l'attribuzione del grado 6 MCS a Sulmona col punto interrogativo; b, c) stralci dal questionario macrosismico compilato dal Comune di Sulmona; in rosso sono evidenziati i riferimenti a danni di vario tipo agli edifici; d) stralcio dal questionario macrosismico compilato dai Carabinieri di Sulmona, con la nota "Nessun effetto sulle costruzioni e sulle strutture".

Figure 7 Effects of the July 3, 1987 earthquake at Sulmona: a) extract from the map of the intensity distribution compiled by Gasparini et al. (1987); please note the attribution of the intensity 6 MCS at Sulmona with a question mark; b, c) extracts from the "macroseismic questionnaire" compiled by the municipality of Sulmona; the description of the damage to the buildings has been pointed out with red ellipses; d) extract from the "macroseismic questionnaire" compiled by the Carabinieri of Sulmona, with the note "No effects to buildings and structures".

Si può notare che, dopo L'Aquila, Sulmona presenta la storia sismica più ricca della regione abruzzese. In questo quadro, è da osservare che alcuni terremoti hanno causato alla città danni più ingenti di quelli generati agli abitati limitrofi. Ciò sembrerebbe provato per il già citato terremoto del 1706, caso per il quale all'intensità 8 MCS attribuita ad abitati come Cansano, Pacentro e Pettorano sul Gizio, ai gradi 8-9 e 9 rispettivamente di Introdacqua e Pratola Peligna, si contrappone il più elevato danno, valutato con I 9-10 MCS, di Sulmona. Analoga conclusione si può trarre per il forte terremoto del 1933, con origine nel settore meridionale della Maiella, magnitudo (Mw) 5.9 [Rovida et al., 2011], che come detto comportò danni valutati con il grado 8 MCS a Sulmona. Questo elevato livello di danneggiamento si contrappone ai limitati effetti sugli abitati limitrofi, tra i quali al solo Campo di Giove (peraltro più prossimo all'area epicentrale) furono attribuiti danni oggi valutati con il grado 7 MCS. Nella zona peligna, per il resto, furono osservati danni meno significativi, stimati con il grado 6-7 MCS (Pacentro, Cansano, Pettorano sul Gizio, Introdacqua, Bugnara, Prezza, Raiano, Vittorito e Corfinio) o con il grado 6 MCS (Pratola Peligna, Roccacasale, Roccacasale) (Fig. 6).

Meno chiaro è il quadro relativo al più lontano terremoto del 1950 (Gran Sasso, M 5.7), che ha comportato danni a Sulmona valutati con il grado 5-6 MCS, in un contesto di abitati che – a parte Pratola Peligna, cui pure è attribuito il grado 5-6 MCS – presentano intensità MCS pari al grado 5 (Pettorano, Bugnara, Raiano, Vittorito e Corfinio) [Tertulliani et al., 2006] (Fig. 6). Si tratta, evidentemente, di meno nette differenze di intensità tra gli abitati, che non consentono di riferire a Sulmona, con certezza, un livello di danno più ingente rispetto a quello attribuito alle altre località.

Altrettanto poco chiara risulta al proposito la distribuzione del danno relativa al terremoto che il 10 settembre 1881 (M 5.6) ha interessato la provincia di Chieti. In effetti, in area peligna sono disponibili solo due punti d'intensità [Savarese et al., 2011]: Sulmona (5-6 MCS) e Popoli (5 MCS). Ciò vale a dire che almeno lievi danni interessarono Sulmona, mentre nel caso di Popoli si sarebbe trattato di un forte risentimento.

In un altro caso, il citato terremoto della zona di Sora del 31 luglio 1901 (M 5.2), Sulmona compare nella distribuzione delle intensità come l'unico abitato danneggiato nella Valle Peligna (Is 6 MCS) [Locati et al., 2011]. Non si può escludere, tuttavia, che altri centri della zona abbiano risentito di questo evento sismico ma che le fonti consultate fino ad oggi non rechino traccia degli effetti. Ovviamente, medesima considerazione può essere fatta per il forte terremoto che il 14 gennaio 1703 interessò l'Appennino umbro-reatino (M 6.7). Anche in questo caso, l'unico punto che reca evidenza di danneggiamento nella zona peligna è Sulmona (grado 6-7 MCS) [Locati et al., 2011] e ovviamente non è da escludere che altri abitati limitrofi abbiano subito danni dei quali non

sia finora stata rinvenuta traccia nelle fonti.

A parte queste considerazioni sull'utilizzo del dato storico, sembra comunque probabile che almeno in occasione di alcuni terremoti (1706, 1933; meno chiaramente 1950; forse 1881, 1703 e 1901) Sulmona abbia subito effetti più consistenti rispetto agli altri abitati dell'area.

Ciò, invece, non sembrerebbe essere avvenuto col terremoto del 1915 (Marsica, M 7), con quelli del 1984 (M 5.9 e 5.5) e con quello del 2009 (M 6.3). Nel primo caso, il grado 8 MCS oltre che a Sulmona è attribuito a Introdacqua, Bugnara, Raiano, Vittorito, Corfinio, Pratola Peligna, Roccacasale e Popoli [Molin et al., 1999]. Nel caso dei terremoti del 1984, se per la prima scossa è stato riferito a Sulmona il grado 6-7 MCS, è pur vero che la medesima valutazione è stata fatta per Campo di Giove, mentre a Prezza è stato attribuito il grado 7 e a Bugnara addirittura il grado 7-8 MCS [Locati et al., 2011]. Per contro, danni minori sono stati riferiti a Cansano, Pacentro, Introdacqua, Raiano, Pratola Peligna, Roccacasale, Popoli (6 MCS), Corfinio e Vittorito (5-6 MCS) [Locati et al., 2011]. Per quanto riguarda la scossa dell'11 maggio, come a Sulmona, il grado 6 MCS è stato riferito a Pacentro, Pettorano e Popoli [Locati et al., 2011]. Infine, nel caso del terremoto del 2009, è piuttosto evidente che a parte i casi di Bugnara e Popoli (6 MCS), Sulmona presenta il grado 5 MCS come tutti gli altri abitati della zona, a parte Pratola Peligna e Corfinio (5-6 MCS) [Galli e Camassi, 2009]. Complessivamente, i dati macrosismici non sembrano evidenziare in modo conclusivo un comportamento sismico proprio della città di Sulmona, sistematicamente diverso da quello degli altri abitati della zona. Si osserva tale comportamento nel caso dei terremoti del 1706 e 1933; si può forse ipotizzare per altri eventi; certamente si esclude nei casi del 1915 e del 2009. Meno chiaro è il significato della distribuzione del danno legata ai terremoti del 1984. Infatti, se intensità maggiori furono attribuite a Prezza e a Bugnara, è pur vero che l'intensità a Sulmona è superiore a quella di tutti gli altri abitati della conca peligna.

In sostanza, se ci si limitasse alla valutazione dei dati relativi ai terremoti del 1706 e 1933, si potrebbe ipotizzare che Sulmona abbia risentito dello scuotimento sismico più degli abitati limitrofi. Ciò in genere viene interpretato come il risultato di effetti di sito condizionati dalle locali caratteristiche geologiche. Tuttavia, soprattutto l'omogenea distribuzione dei danni dei terremoti del 1915 e del 2009 nella zona peligna renderebbe – al contrario – meno evidenti le conseguenze di questi effetti.

3. Stratigrafia del danno a Sulmona

Avendo a disposizione una ricca storia sismica, ai fini della microzonazione, si è ritenuto opportuno valutare se le informazioni sulle distribuzioni del danno nel centro storico di

Sulmona potessero definire o meno settori con una costanza del danneggiamento dovuto a vari terremoti. L'identificazione di tali settori avrebbe come conseguenza l'ipotesi che ad essi possano corrispondere zone caratterizzate da diversa risposta sismica.

Per condurre questo tipo d'indagine sono stati selezionati i terremoti per i quali maggiori informazioni sono disponibili sugli effetti nel centro storico di Sulmona, vale a dire gli eventi del 1706, 1915, 1933, 1984 e 2009.

3.1 Gli effetti del terremoto del 1706

Come già osservato, guardando alla storia più recente dell'abitato, cioè quella successiva all'espansione medievale, il danno maggiore è attribuibile al terremoto del 1706 (I 9-10 MCS).

Questo evento sismico colpì una città che doveva presentare edifici cronologicamente riferibili ad un intervallo plurisecolare, dai secoli XIII-XIV in poi.

Per quanto riguarda la distribuzione del danno all'interno del centro storico, non è possibile rendere un dettaglio paragonabile a quello che verrà fornito per i più recenti terremoti, a partire dal 1915. Vari indizi, tuttavia, suggeriscono che l'intero abitato all'interno delle mura, senza distinzioni di zone più o meno colpite, ebbe a soffrire ingenti danni.

Ciò è testimoniato, a esempio, dalla ricostruzione post-sisma, da cui emerge che gran parte del centro storico attuale è costituito da edifici dei secoli XVIII e, soprattutto, XIX. In effetti, nell'ipotesi di distribuzione del danno proposta da Giannantonio [1988], anche basata sull'analisi delle emergenze architettoniche, sono individuati edifici danneggiati dal terremoto un po' ovunque all'interno della cerchia muraria. Per esempio, si ipotizza che danni abbiano interessato l'intero Borgo di Santa Maria della Tomba, vari edifici nel Borgo Pacentrano, una parte consistente del Borghetto e numerosi fabbricati omogeneamente distribuiti nell'area centro-settentrionale, ma soprattutto nel settore via Corfinio-via Quatrario e in una parte dell'attuale via Papa Innocenzo VII (si veda la figura 1 per l'ubicazione).

In linea con questa ipotesi di omogenea distribuzione del danno è anche l'azione governativa post-sisma che si materializzò nella suddivisione della città in sei quartieri, con le attività proprie dell'emergenza coordinate da quattro persone per ogni settore [Carrozzo, 2004]. La parte più antica dell'abitato venne suddivisa in quattro parti; il borgo della Tomba e il borgo Pacentrano costituirono gli ulteriori due settori [Carrozzo, 2004]. In sostanza, nessuna area dell'attuale centro storico rimase al di fuori della zona interessata dalle attività emergenziali relative allo sgombero delle macerie e all'estrazione dei cadaveri.

Sebbene non si disponga di precise indicazioni sulla distribuzione del danno *intra moenia*, le informazioni

generalmente suggeriscono che gli effetti non risparmiarono specifici settori cittadini. In base alle attuali conoscenze si può quindi osservare che non sussistono elementi per poter distinguere, all'interno del centro storico, zone con entità del danno diversa dalle altre.

3.2 Gli effetti dei terremoti del 1915, 1933, 1984, 2009

Per definire la distribuzione degli effetti dei terremoti del 1915, 1933, 1984 e 2009, si è provveduto a consultare documenti disponibili presso i) la Sezione di Archivio di Stato di Sulmona (SASS), ii) l'Archivio di Stato dell'Aquila (ASA) e iii) il Comune di Sulmona. In particolare dalle prime due sedi archivistiche derivano le informazioni sugli effetti dei terremoti del 1915 e del 1933; mentre nell'Ufficio tecnico e nell'Ufficio sisma (IV Settore) del Comune di Sulmona è stato possibile reperire le informazioni sui danni legati rispettivamente ai terremoti del 1984 e del 2009. Per il primo si è fatto riferimento alle schede di monitoraggio per gli interventi di riparazione/ricostruzione; per il più recente agli elenchi degli esiti di agibilità, peraltro disponibili in rete

generale	DATA E NUMERO della voltura o variazione di carico e causa ed atto per cui vi si fa luogo	Osserv
del 190		
ire	C.	
8/5/	11/1915. Per via hi- abilità a seguito del ter- remoto 10/1915 qui non esiste più luogo per chi vuol vivere qui.	
	30.3.1929 III	
"	Verificata atto	
	dim. elenc. Sel. 1/1	

Figura 8 Indicazione di inabitabilità, desunta dal registro catastale, per un edificio del centro storico danneggiato dal terremoto del 1915 (SASS, Catasto Fabbricati).

Figure 8 Evidence of uninhabitability, derived from the cadastral register, related to a building of the old town centre damaged by the 1915 earthquake (SASS, Catasto Fabbricati).

all'indirizzo <http://www.comune.sulmona.aq.it/elenchi-esiti-di-agibilita.html>.

Per quanto concerne il terremoto del 1915, le informazioni sono state reperite presso la SASS, dai fondi dell'Archivio Civico Sulmonese e dell'Archivio della Casa Santa dell'Annunziata (vedi riferimenti archivistici alla fine dell'articolo). Presso il medesimo archivio, tuttavia, la maggior parte delle indicazioni sui danni sono state reperite nel

Catasto Fabbricati. Questi registri sono stati utili sia per l'esatta ubicazione di edifici il cui danneggiamento era definito da altre fonti documentarie, sia per l'individuazione di fabbricati danneggiati non segnalati altrove. In effetti, sui registri, in caso di danneggiamento viene citata "l'inabitabilità" o "l'inabilità parziale a seguito terremoto 13-1-1915 giusta elenco verifiche Ufficio Tecnico Finanza" (Fig. 8); a ciò spesso si accompagna la dicitura "terremotato".



Figura 9 Variazione dei numeri civici nel corso del XX secolo (si veda la figura 1 per l'ubicazione): a) via San Cosimo; b) via Acuti; c) Corso Ovidio; d) via G. Quatrario; e) via Probo Mariano; f) via Vella.

Figure 9 Modification of the street numbers during the 20th century (see figure 1 for location): a) via San Cosimo; b) via Acuti; c) Corso Ovidio; d) via G. Quatrario; e) via Probo Mariano; f) via Vella.

Nel caso dell'Archivio di Stato dell'Aquila (ASA), informazioni sono state reperite nel fondo Prefettura, nonché dai Fogli degli Annunzi Legali, ove venivano certificate le proprietà degli edifici nel quadro delle pratiche relative alla ricostruzione.

La definizione della distribuzione del danno dovuto al terremoto del 1933 ha beneficiato di documenti reperiti in quattro buste presso la SASS, di cui tre relative all'Archivio Civico Sulmonese e una all'Archivio della Casa Santa dell'Annunziata. Tuttavia, anche in questo caso, la maggior parte delle informazioni è stata reperita nel Catasto Fabbricati, ove venivano utilizzati riferimenti come "danni terremoto 26-9-1933 Elenco Ufficio Tecnico di Finanza del 27-2-934". Indicazioni sono state altresì reperite anche presso l'Archivio di Stato dell'Aquila, nel fondo Prefettura. Infine, una notevole quantità di informazioni sugli edifici danneggiati è stata acquistata dai già citati Fogli degli Annunzi Legali (1934-1937).

Per l'identificazione dei punti di danno dovuti sia al terremoto del 1915 che a quello del 1933, sono state reperite anche limitate informazioni da alcune pubblicazioni e dattiloscritti inediti [Marinucci, 1927; Martella, 1991; Giannantonio, 1997;

Pezzi, 2005; Presutti 2010].

I dati disponibili hanno quindi consentito di individuare l'indirizzo di edifici che certamente subirono il danno in occasione di uno o più eventi sismici tra quelli sopra citati. Da notare, in riferimento ai terremoti del 1915 e del 1933, che i numeri civici degli stabili danneggiati sono, nelle varie vie del centro, diversi da quelli attuali (Fig. 9). Sono altresì variate le denominazioni di alcune vie del centro [Maiorano, 2012]. Infine, nel corso del XX secolo, la città ha anche subito moderate trasformazioni urbanistiche ed edilizie all'interno del nucleo storico [Giannantonio, 2000] (Fig. 10). Pertanto, l'ubicazione degli edifici, qualora non si sia trattato di casi ben definiti perché appartenenti al patrimonio monumentale pubblico e privato sulmonese, ha potuto essere effettuata soltanto mediante l'identificazione della particella nei registri del Catasto Fabbricati (e in misura assai minore sui verbali della Commissione Edilizia) disponibili presso la SASS. In pochissimi casi, si è proceduto mediante il conteggio dei numeri civici a partire da punti a numerazione e ubicazione definite.

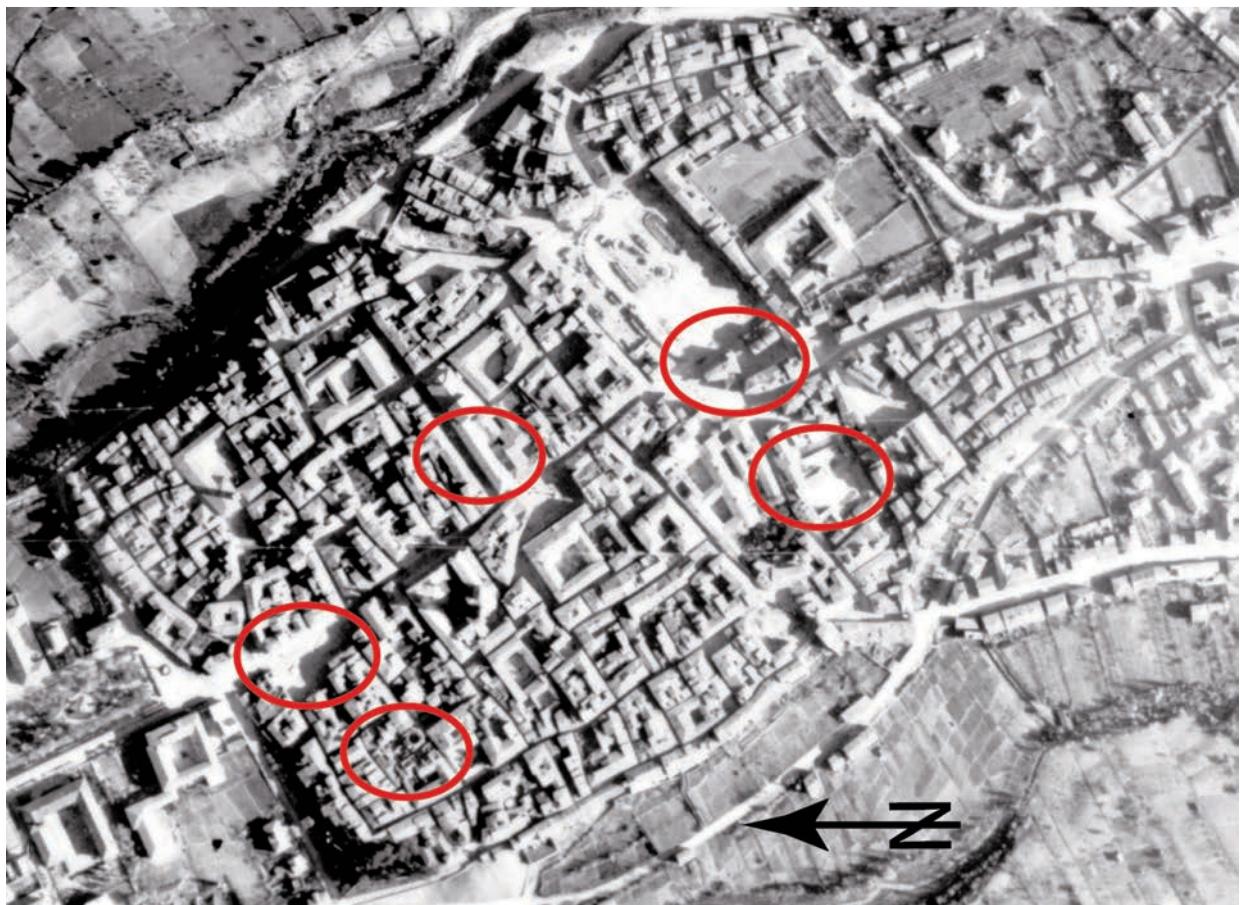


Figura 10 Il centro storico di Sulmona in una ripresa aerea del 1943 (Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, Aeroerototeca Nazionale). Sono evidenziate le aree con fabbricati oggi non più presenti. Si noti che nel settore più settentrionale tra quelli evidenziati, lungo il Corso Ovidio, gli abbattimenti di edifici erano già stati effettuati alla data della ripresa aerea.

Figure 10 The old town centre of Sulmona in an aerial photograph of 1943 (Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, Aeroerototeca Nazionale). The red ellipses indicate areas with buildings which are no more present in the modern fabric of the city. Please note that in the northernmost sector, along Corso Ovidio, the demolition of buildings was already made at the time of the aerial shot. In the whole, the picture illustrates the moderate changes occurred after the first decades of the 20th century, i.e. after the 1915 and 1933 earthquakes.

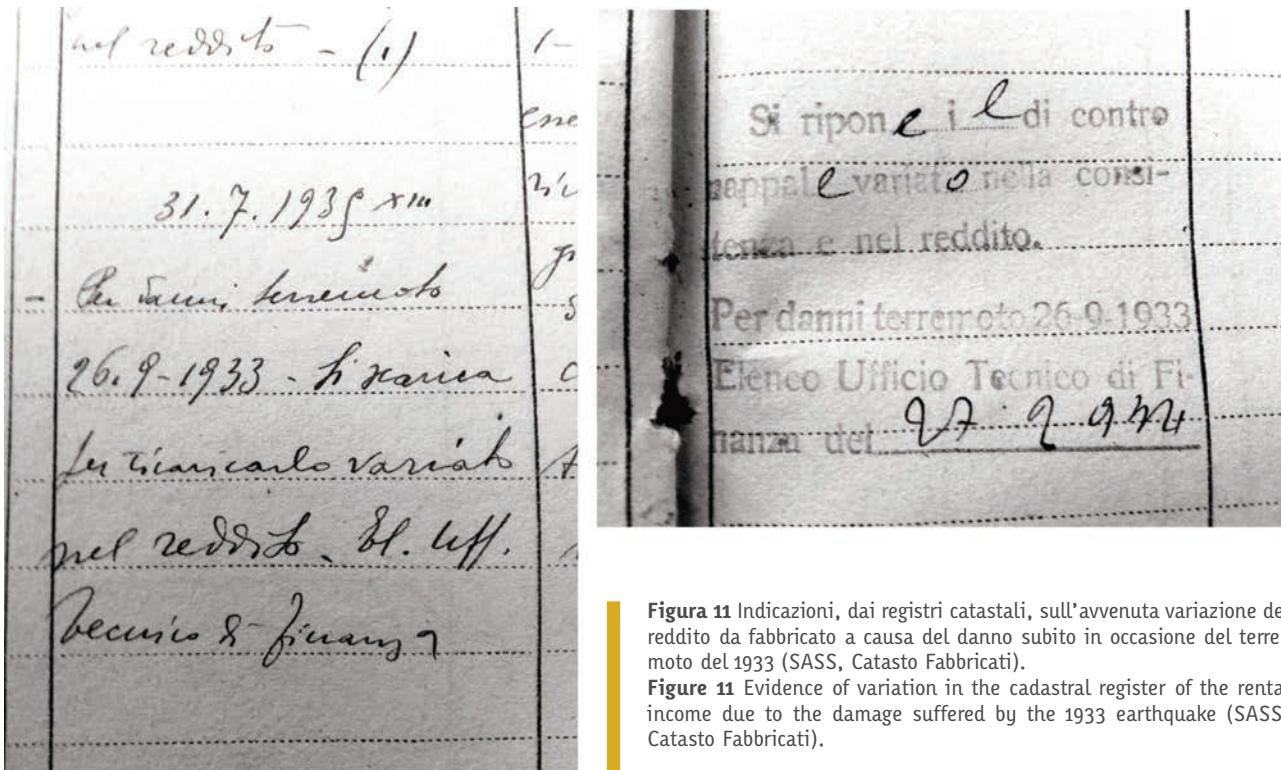


Figura 11 Indicazioni, dai registri catastali, sull'avvenuta variazione del reddito da fabbricato a causa del danno subito in occasione del terremoto del 1933 (SASS, Catastro Fabbricati).

Figure 11 Evidence of variation in the cadastral register of the rental income due to the damage suffered by the 1933 earthquake (SASS, Catastro Fabbricati).

In generale, le caratteristiche del danno non sono ben specificate per quanto attiene i terremoti del 1915 e del 1933. Tuttavia, in entrambi i casi si deve essere trattato di danni non trascurabili, poiché per il 1915 gli effetti del terremoto si sono risolti nella “inabilità” o nella “inabilità parziale” (Fig. 8) e nel caso del 1933 si può constatare dai registri catastali la riduzione della rendita dell’immobile rispetto a quella pre-sisma (Fig. 11).

Il problema dell’individuazione dei fabbricati non si pone nel caso dei terremoti del 1984 e del 2009, essendo le coordinate espresse dai numeri civici analoghe a quelle odierne.

Le caratteristiche del danno per i più recenti eventi sismici del 1984 e del 2009 sono invece chiaramente descritte. In entrambi i casi sono stati identificati gli edifici che dai vari documenti disponibili risultano essere i più danneggiati, cioè quelli riportati con priorità “A” e “B” equiparata ad “A”, vale a dire con ordinanza di sgombero, per il terremoto del 1984 e quelli definiti come “B” (temporaneamente inagibile, tutto o in parte), “C” (parzialmente inagibile) ed “E” (inagibile) per il terremoto del 2009.

Nel complesso, sono stati mappati 181 punti di danneggiamento relativi al terremoto del 1915 (Fig. 12), 564 relativi al 1933 (Fig. 13), 80 relativi al 1984 (Fig. 14) e 91 relativi al 2009 (Fig. 15). Si tenga presente che, nel caso del terremoto del 1984, se si considerano anche gli edifici senza ordinanza di sgombero, ma certamente danneggiati – poiché sono stati prodotti ed approvati dal Comune in passato i progetti di riparazione/ricostruzione – i punti mappati diventano 141. Per tutti i terremoti analizzati non si evidenziano netti

addensamenti di danni in specifiche aree cittadine. Tuttavia, nel caso del terremoto del 1933 si nota un certo addensamento nel settore orientale, a ridosso della scarpata che delimita il terrazzo del centro storico dal fiume Vella. Nei casi del 1915 e del 1984, si può altresì notare una rarefazione di punti di danneggiamento nel settore centrale, a favore di maggiori addensamenti a ridosso delle scarpate di Vella e Gizio. Ciò suggerisce di indirizzare l’attenzione delle future indagini alla valutazione del ruolo dei suddetti pendii negli effetti di sito che potrebbero interessare il centro storico. A questo proposito si può notare che studi macroseismici hanno in passato già evidenziato la concentrazione del danno sismico a ridosso e in corrispondenza di pendii. Si possono citare l’analisi condotta a Roma per due terremoti della sequenza umbro-marchigiana del 1997-1998 (14 ottobre 1997 e 26 marzo 1998) [Cifelli et al., 2000] e il più recente caso della distribuzione del danno all’Aquila in occasione del terremoto del 2009 [Tertulliani et al., 2012].

Da notare che gli “addensamenti” e le “rarefazioni” dei punti di danneggiamento non sono effetto delle dimensioni dei fabbricati. Del settore centrale del nucleo storico, ove i punti di danneggiamento sembrano meno addensati che in altre parti, fanno parte gli isolati compresi tra via Aragona e via De Nino e buona parte del settore (quello più prossimo al corso Ovidio) compreso tra via Ciofano e via dell’Ospedale (Fig. 1), con edifici dimensionalmente comparabili a quelli del Borgo Pacentrano, dove invece la densità del danno è particolarmente evidente per i terremoti del 1933, 1984 e 2009. A questo proposito va anche osservato che il supporto carto-

grafico utilizzato per le figure 12, 13, 14 e 15 è l'odierna mappa catastale (Fogli 60 e 61). Essa, rispetto alla precedente mappa cui ci si è riferiti per l'ubicazione dei fabbricati e cui fanno rife-

rimento gli effetti dei terremoti del 1915 e del 1933, mostra in molti casi l'avvenuta fusione di più particelle che, nella prima metà del Novecento, erano ancora frazionate (Fig. 16).



Figura 12 Distribuzione del danno nel centro storico di Sulmona: terremoto del 1915.
Figure 12 Damage distribution in the old town centre of Sulmona, due to the 1915 earthquake.



Figura 13 Distribuzione del danno nel centro storico di Sulmona; terremoto del 1933.
Figure 13 Damage distribution in the old town centre of Sulmona, due to the 1933 earthquake.



Figura 14 Distribuzione del danno nel centro storico di Sulmona: terremoti del 1984. In nero i punti di danno relativi a edifici con ordinanza di sgombero; in rosso i punti di danno relativi a edifici senza ordinanza di sgombero.

Figure 14 Damage distribution in the old town centre of Sulmona, due to the 1984 earthquakes. The black circles are related to buildings with the injunction of evacuation; the red circles define the damage to buildings not having the injunction of evacuation.



Figura 15 Distribuzione del danno nel centro storico di Sulmona: terremoto del 2009.

Figure 15 Damage distribution in the old town centre of Sulmona, due to the 2009 earthquake.

In sostanza, nel tempo si è avuto un aumento di volume per particella, con l'assunzione di un assetto, quello attuale, che potrebbe portare erroneamente a considerare fittizio il minore danneggiamento osservato del settore centrale.

Analogamente, se si escludono gli effetti del terremoto del 1933, sembrano meno addensati i punti di danno *i)* nel set-

tore est del tratto meridionale del Corso, tra Piazza Don Minzoni e Porta Napoli, *ii)* nel settore nord, di forma triangolare, delimitato dalle mura, via Panfilo Scudieri e via Solimo, *iii)* nell'area di forma rettangolare delimitata da via S. Cosimo, via Peligna, via Corfinio e via Mazara (Figg. 1, 12, 14, 15).

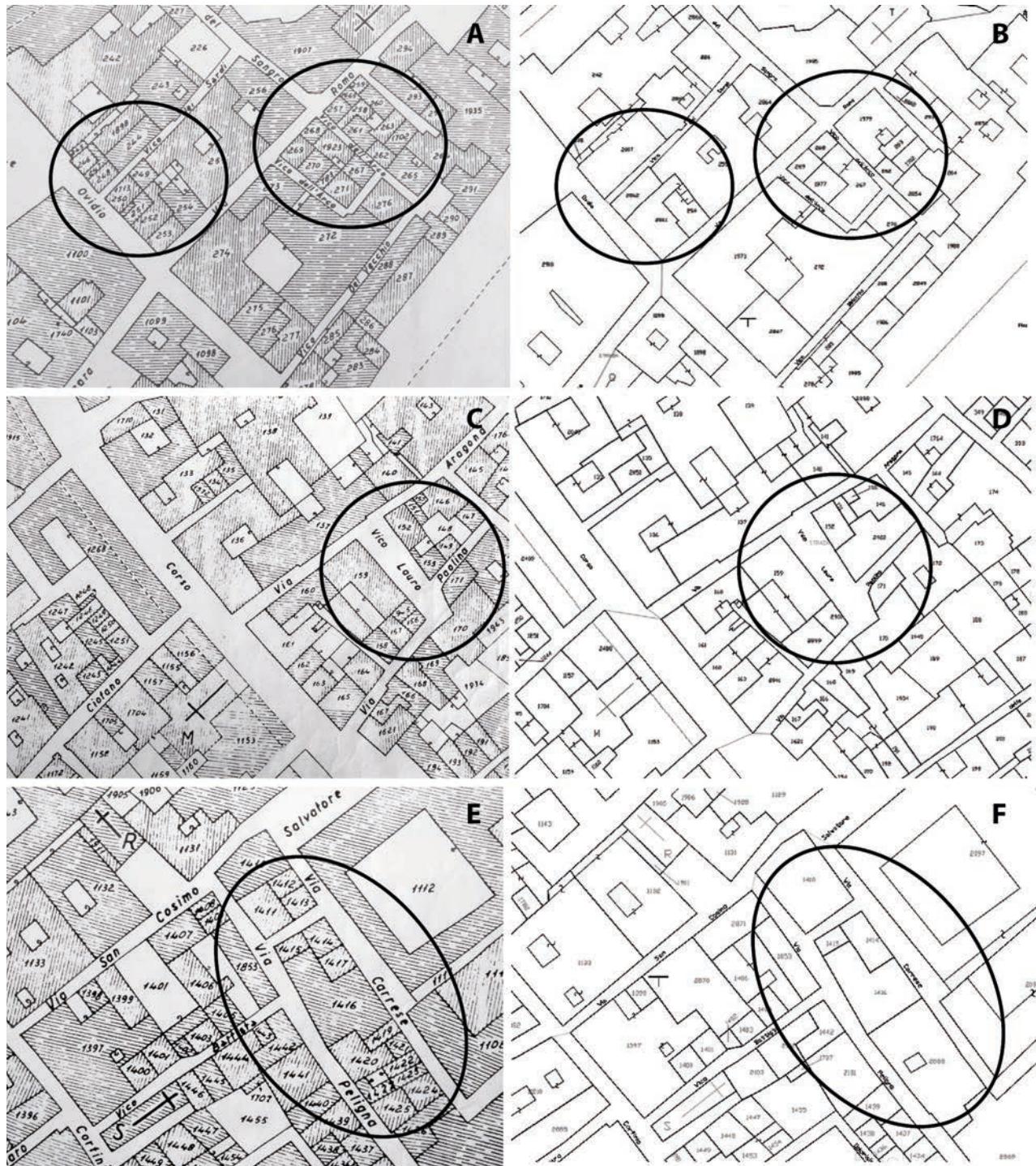


Figura 16 Confronto tra una mappa catastale del Nuovo Catasto Edilizio Urbano di alcuni decenni fa e la sua odierna versione (utilizzata per mappare i punti di danno nelle figure 12, 13, 14, 15), per alcuni settori dell'area centrale del nucleo storico. Sono evidenziate le zone per cui nel tempo si è verificata la fusione di particelle catastali, frazionate al tempo dei terremoti del 1915 e del 1933.

Figure 16 Comparison between a cadastral map of some decades ago (to which the damage due to the 1915 and 1933 earthquakes is related) and the present updated version (used to plot the points of damage in figures 12, 13, 14, 15), for some sectors of the central part of the old town centre. The buildings which experienced the merger of cadastral parcels are pointed out.



Figura 17 Edifici del centro storico che hanno subito danni a causa di più terremoti della serie 1915, 1933, 1984, 2009 (in giallo i punti di danno riferibili a due terremoti; in nero i punti riferibili a tre terremoti; in arancio i punti riferibili a quattro terremoti).

Figure 17 Buildings of the old town centre which experienced damages due to more earthquakes of the succession 1915, 1933, 1984, 2009. The yellow circles are related to buildings which suffered damage due to two earthquakes; the black circles define the buildings damaged by three earthquakes; the orange circles are related to buildings damaged by four earthquakes.

Tuttavia, nel complesso, se si dovesse utilizzare questo tipo di informazione – insieme a quella già discussa, ma meno precisa, sul terremoto del 1706 – si dovrebbe concludere che i dati acquisiti non forniscono conclusive indicazioni sulla presenza nel centro storico di settori sistematicamente caratterizzati da una diversa entità del danneggiamento. Pertanto, allo stato attuale delle conoscenze, non sembra possibile fornire spunti definitivi per l'identificazione di MOPS.

Altro aspetto di particolare interesse che emerge dal confronto tra la mappa dei punti relativi al 1915 e quelle dei terremoti successivi è l'incremento del danno nel settore nordorientale, all'incirca compreso tra il Corso Ovidio, via Pantaleo, via Morrone e le mura, nonché nel Borgo Pacentrano (Fig. 1, per l'ubicazione). È possibile che per questo aspetto un ruolo predisponente sia stato giocato dal terremoto del 1915 che, senza avere comportato conspicui effetti, potrebbe essere stato responsabile di un aumento della vulnerabilità degli edifici nei citati settori cittadini, determinando un probabile incremento di danno nel 1933.

Il dato acquisito con questa ricerca fornisce anche indicazioni sul ruolo che la vulnerabilità può aver avuto nel danneggiamento sismico. Ciò risulta piuttosto evidente dal fatto che 153 edifici del centro storico (includendo nella valutazione i fabbricati danneggiati nel 1984 ma per i quali non è stata prodotta l'ordinanza di sgombero) risultano pluriterremotati, avendo generalmente subito danni ingenti in almeno due dei terremoti sopra citati; ventuno edifici del totale sono stati danneggiati nel corso di tre terremoti e tre edifici a causa di tutti gli eventi analizzati (Fig. 17). Da notare che nel caso del

Liceo Ovidio, in Piazza XX Settembre, ai danni dei terremoti del 1915 (Fig. 18), 1933 e 2009, va aggiunto quello dovuto al piccolo terremoto del 1905, come desumibile da una delibera della Giunta Comunale in data 6 settembre 1905, reperita presso la SASS, e quello causato dal terremoto del 1706 al più antico edificio, il collegio dei gesuiti, fondato nel medesimo luogo [Ghisetti Giavarina, 2000; Carrozzo, 2004]. Anche queste ricorrenze di danni sono equamente distribuite nel centro storico, essendo presenti sia nel settore centrosettentrionale che in quello meridionale. Si può notare, tuttavia, una maggiore frequenza di ricorrenze nel settore orientale e occidentale, cioè nelle fasce a ridosso delle scarpate del Vella e del Gizio. È particolarmente evidente che il fenomeno della ripetizione del danno ha colpito un numero non trascurabile di edifici nel Borgo Pacentrano, nel settore compreso tra Largo Palizze e via Pansa, nella zona di via Morrone e in quella compresa tra via D'Eramo e via Capitolina (Figg. 1 e 17).

Per chiarire le implicazioni di quanto esposto, si ricorda che ai terremoti citati sono state attribuite intensità a Sulmona variabili tra il grado 8 MCS (1915 e 1933), il grado 6-7 (1984) e il grado 5 (2009) [Locati et al., 2011]. È pertanto presumibile che – dati gli effetti non catastrofici dello scuotimento – edifici che in maniera ricorrente hanno subito il danno avrebbero probabilmente potuto evitarlo se si fosse proceduto, tra un evento e l'altro, a restauri realmente mirati al miglioramento sismico. È evidente che restauri di questo tipo, in alcuni casi, non sono stati attuati o sono stati mal realizzati. Del resto, l'inerzia nei confronti del recupero degli



Figura 18 Puntellamenti sulla facciata del Collegio Ovidio, in Piazza XX Settembre [da Mattiocco, 1972]. Si tratta di interventi probabilmente dovuti agli effetti del terremoto del 1915.

Figure 18 Propping structures on the facade of Collegio Ovidio, Piazza XX Settembre [from Mattiocco, 1972], probably related to the 1915 earthquake.

edifici a seguito di un terremoto emerge nei Registri Catastali, ove per abitazioni danneggiate nel 1915 e/o nel 1933 il termine “terremotato” viene riportato ancora nei riferimenti datati agli anni Cinquanta e addirittura agli anni Sessanta (Fig. 19). Si tratta di una prassi che si vorrebbe superata nei nostri tempi. Tuttavia, la persistenza dei puntellamenti post-2009 (Fig. 20), il fatto che essi sembrino quasi parte integrante del tessuto urbano (Fig. 21) di una città che è stata limitatamente colpita dall'ultimo evento sismico, non fa ben sperare.

In altri casi, si osserva che le distribuzioni dei danni ai singoli edifici nei vari terremoti definiscono delle figure complementari: molti edifici danneggiati nel 1915 non hanno subito il danno nel 1933, molti edifici danneggiati nel 1984 non sono stati danneggiati nel 2009. Ciò suggerisce che spesso i necessari lavori ai fabbricati siano stati condotti correttamente, come confermato dalla visibilità degli interventi realizzati nel Novecento e precedentemente, grazie all'emergenza dei tiranti su facciate e angolate (Fig. 22).

A questo proposito, possono essere citati i casi del Borghetto e del Borgo di Santa Maria della Tomba nel passaggio 1984-2009 (Figg. 14 e 15). Nel 2009 entrambe le zone presentano un'evidente rarefazione dei danni rispetto alla situazione del 1984; ciò suggerisce che interventi siano stati correttamente effettuati a molti degli edifici danneggiati dalla sequenza del 1984. Analogamente, si potrà notare che l'intero settore nordoccidentale – compreso tra l'Annunziata

e il margine del centro storico (Fig. 1) – cui è rapportabile un danneggiamento diffuso nel 1915, nel 1933 e nel 1984, si presenta nel 2009 come uno dei settori meno colpiti (Figg. 12, 13, 14, 15). Di nuovo a proposito del “Borghetto”, nella medesima prospettiva di chiarire il ruolo della vulnerabilità, si potrà notare l'evidente complementarità del danno nel confronto tra il 1915 e il 1933 (Figg. 12 e 13).

Figura 19 Persistenza della condizione di “edificio terremotato” negli anni Cinquanta e Sessanta dello scorso secolo (SASS, Catasto Fabbricati).

Figure 19 Persistence of the condition “damaged building” during the 50s and 60s of the past century (SASS, Catasto Fabbricati).



Figura 20 Puntellamenti in via Probo Mariano (A) e in vico Cascile (B) (si veda la figura 1 per l'ubicazione).
Figure 20 Propping structures in Via Probo Mariano (A) and in Vico Cascile (B) (see figure 1 for location).



Figura 21 Puntellamenti in via Morrone (A); B) particolare (si veda la figura 1 per l'ubicazione).

Figure 21 Propping structures in Via Morrone (A); B) detail (see figure 1 for location).

E ancora, rapportando il danno del 1915 a quello del 1933, analoghi suggerimenti vengono dal fianco meridionale di Piazza Garibaldi – danneggiato nel 1915 – ove il più recente dei due eventi non sembra aver generato danni consistenti (Figg. 12 e 13).

Anche queste considerazioni, come quelle sul danno ripetuto sui medesimi edifici, evidenziano il ruolo centrale della vulnerabilità negli effetti legati a terremoti che non hanno origine nella Valle Peligna. È infatti evidente che gli interventi di restauro e manutenzione effettuati dopo il terremoto responsabile del danno sono il probabile motivo della mancanza di danni nei terremoti successivi.

4. Conclusioni

La distribuzione del danno nel centro storico dovuto ai terremoti del 1706, 1915, 1933, 1984 e 2009 non consente la netta individuazione di zone caratterizzate da un sistematico e tipico risentimento. Il danneggiamento causato dai citati terremoti con origine esterna alla conca peligna sembra interessare l'intero centro storico, nonostante la diversa storia urbanistica ed edilizia, nonché una certa diversità geologica dell'immediato sottosuolo nei settori centro-settentrionale e meridionale. Al più sembra possibile individuare un certo addensamento di punti di danno nelle fasce a ridosso delle scarpate di Vella e Gizio. Ciò suggerisce di indirizzare pro-

prio in quei settori le future indagini geologiche e sismometriche. Questa prospettiva sembra auspicabile anche in considerazione del fatto che le indagini degli anni passati suggerirono che le zone a ridosso del margine del terrazzo sulmonese fossero quelle caratterizzate da fenomeni meno significativi di amplificazione, pur con frequenze di vibrazione nell'ordine di 1,7-1,9 Hz, superiori a quelle ipotizzate per la zona interna del centro storico [Totani, 2007].

In attesa di questi approfondimenti, al fine dell'identificazione di Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), le informazioni storiche sembrerebbero compatibili con la definizione di un'unica microzona inglobante l'intero centro di Sulmona.

Le medesime informazioni sulla distribuzione del danno legato ai terremoti del XX secolo e del 2009 sembrerebbero porre l'accento sul ruolo della qualità del costruito. Ciò è indicato sia dal notevole numero di edifici che hanno più volte subito danni sismici (153), sia dall'evidenza contraria, vale a dire la presenza di alcuni settori in cui i danni presentano distribuzioni complementari nel confronto tra terremoti consecutivi, oppure assenza di effetti col terremoto successivo a quello che ha generato il danno.

Questo ruolo centrale della qualità dell'edificato che emerge dalle informazioni storiche rappresenta un richiamo per l'Amministrazione comunale e per i cittadini a far meglio di quanto fatto in passato in tema di interventi per la riduzione della vulnerabilità degli edifici.



Figura 22 Interventi strutturali di epoche diverse negli edifici del centro storico (vedi figura 1 per l'ubicazione): A) emergenze di tiranti applicati nel corso del Novecento in largo Mazara; B) emergenza di tiranti, novecentesco (sinistra) e pre-novecentesco (destra) in via Corfinio; C) emergenze di un tirante novecentesco (sinistra) e di due tiranti pre-novecenteschi (destra) in via Manlio D'Eramo; D) emergenza di tiranti in edifici di via Papa Innocenzo VII: sulla destra, in alto, intervento strutturale novecentesco; in basso, intervento strutturale forse pre-novecentesco; sulla sinistra, si può notare l'emergenza di un tirante applicato dopo il terremoto del 2009; E) evidenze di interventi strutturali novecenteschi (in alto e in basso) e di un intervento pre-novecentesco in largo Palizze; F) interventi strutturali novecenteschi in vico dell'Ospedale, sul fianco settentrionale del complesso della S.S. Annunziata.

Figure 22 Structural interventions of different ages in the buildings of the old town centre (see figure 1 for location): A) emergence of tie beams fit up during the 20th century in Largo Mazara; B) emergence of tie beams of the 20th century (left) and preceding to the 20th century (right) in Via Corfinio; C) emergence of a 20th century tie beam (left) and of two pre-20th century tie beams (right) in Via Manlio D'Eramo; D) emergence of tie beams on buildings of Via Papa Innocenzo VII: on the right (upper side), structural intervention of the 20th century; on the right (lower side), structural interventions perhaps preceding the 20th century; on the left, the emergence of a tie beam fit up after the 2009 earthquake; E) evidence of structural interventions of the 20th century (in the upper and lower parts) and of a pre-20th century intervention in Largo Palizze; F) 20th century structural interventions in Vico dell'Ospedale, on the northern wall of the Annunziata building.

Ringraziamenti

Un doveroso ringraziamento va a R. Rucci, dell'amministrazione del Comune di Sulmona, per il sostanziale aiuto nella ricerca delle informazioni sui terremoti del 1984 e 2009. Ringraziamenti anche a E. Falcucci (Ingv) per il reperimento dell'immagine aerea del 1943 e a S. Conte (Ingv) per la disponibilità a rintracciare e a mettere a disposizione degli autori le fonti del terremoto del 1987.

Riferimenti archivistici

ASA, Archivio di Stato dell'Aquila, Prefettura, *Serie II, Affari speciali dei comuni*, VII versamento, b. 560, Sulmona (1905-1917).

ASA, Prefettura, *Serie II, Affari speciali dei comuni*, IX versamento, b. 855, Sulmona.

ASBAA, Archivio della Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Abruzzo, (1997-1998), *Sulmona (AQ). Centro storico: via Acuti, via Mazara, via Barbato, via Corfinio. Lavori per la nuova rete fognante. Giornale di scavo (Campagna di scavo 1997-98)*. Dattiloscritto inedito, 120 pp.

SASS, Sezione di Archivio di Stato, Sulmona, Archivio Civico Sulmonese, *categoria 10, classe 9 (n. provv. 2058), Danni Terremoto 1915, a) privati, b) edifici comunali*.

SASS, Archivio Civico Sulmonese, *categoria 10, classe 9 (n. provv. 2059), Contributi terremoto 13-1-1915, dalla lettera D alla lettera I*.

SASS, Archivio Civico Sulmonese, *categoria 10, Lavori Pubblici, Pratiche varie relative al terremoto del 1915*.

SASS, Archivio Civico Sulmonese, *Delibere della Giunta Comunale, a. 1905*.

SASS, Casa Santa dell'Annunziata di Sulmona, *Miscellanea, parte I, b. 143*.

SASS, Casa Santa dell'Annunziata di Sulmona, *Miscellanea, parte I, b. 162*.

SASS, Casa Santa dell'Annunziata di Sulmona, *Miscellanea, parte I, b. 163*.

SASS, Archivio Civico Sulmonese, *V deposito, categoria 10, classe 9 (n. provv. 2118), Terremoto 1933*.

SASS, Archivio Civico Sulmonese, *V deposito, categoria 10, classe 9 (n. provv. 2122), Terremoto 1933*.

SASS, Archivio Civico Sulmonese, *V deposito, categoria 10, classe 9 (n. provv. 2034), Edilizia Ufficio Tecnico (1933-1950)*.

SASS, Archivio della Casa Santa dell'Annunziata, *II deposito, Lavori di riparazione ai fabbricati danneggiati dal terremoto del 1933*.

Bibliografia

Ambrosini S., Castenetto S., Cevolani F., Di Loreto E.,

Funiciello R., Liperi L., Molin D., (1986). *Risposta sismica dell'area urbana di Roma in occasione del terremoto del Fucino del 13-1-1915*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 445-452.

Bozzano F., Giacomi A. C., Martino S., Comando Prov. Vigili del Fuoco Roma, (2011). *Damage scenario induced in the city of Rome by the L'Aquila seismic sequence of April 2009 (Italy)*. Italian J. Eng. Geol. Environ., 2, 5-22.

Boschi E., Ferrari G., Gasperini P., Guidoboni E., Smriglio G., Valensise G., (1995). *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980*. Istituto Nazionale di Geofisica, SGA storia geofisica ambiente, Bologna, 973 pp.

Bucci I., (2006). *Studio topografico del territorio compreso tra la Valle del Pescara e la Valle dell'Orta*. Accademia Historico-Iuridico-Theologica Petrus Tocanel, Istituti Teologici Francescani Roman, Studia et Documenta, 12, 238 pp.

Burnand Y., (1984). *Terrae Motus. La documentation épigraphique sur le tremblement de terre dans l'Occident romain*. In: B. Helly, A. Pollino (a cura di): *Tremblements de terre histoire et archéologie*. IVème Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes (2-4 Nov 1983), Valbonne, pp 173-182.

Carrozzo R., (2004). *Il terremoto del 1706 nel Sulmonese. Effetti, primi interventi, la ricostruzione*. In: R. Colapietra, G. Marinangeli, P. Muzi (a cura di), Settecento abruzzese. Eventi sismici, mutamenti economico-sociali e ricerca storiografica. Atti del Convegno, L'Aquila 29-30-31 ottobre 2004, L'Aquila, pp. 133-230.

Ceccaroni E., (2001). *Nuovi dati per l'archeologia di Sulmona e del territorio*. In: Tra memoria e futuro. Sulmona e il territorio dall'archeologia ad Internet, Corfinio, pp 25-54.

Ceccaroni E., Ameri G., Gomez Capera A.A., Galadini F., (2009). *The 2nd century AD earthquake in central Italy: archaeoseismological data and seismotectonic implications*. Natural Hazards, 50, 335-359.

Cifelli F., Donati S., Funiciello F., Tertulliani A., (2000). *High-Density Macroseismic Survey in Urban Areas. Part 2: Results for the City of Rome, Italy*. Bull. Seism. Soc. Am., 90 (2), 298-311.

Coarelli F., La Regina A., (1984). *Abruzzo e Molise, Guida archeologica*. Bari, 346 pp.

De Petra G., Calore P.L., (1900-1901). *Interpromium et Cei*. In: Atti della Regia Accademia di Napoli, 21, 155-192.

Donati S., Funiciello R., Rovelli A., (1999). *Seismic response in archaeological areas: the case histories of Rome*. J. Appl. Geophys. 41, 229-239.

Galadini F., Galli P., (2001). *Archaeoseismology in Italy: case studies and implications on long-term seismicity*. J Earthq. Eng., 5, 35-68.

Galli P., Camassi R. (a cura di), (2009). *Rapporto sugli effetti del terremoto aquilano del 6 aprile 2009. Rapporto congiunto DPC-INGV, 12pp. <http://www.earth-prints.org/handle/2122/5416>*

Galli P., Naso G., (2009). *Unmasking the 1349 earthquake source (southern Italy). Paleoseismological and archaeoseismological indications from the Aquae Iuliae fault*. *J. Struct. Geol.*, 31, 128-149.

Gasparini C., Tertulliani A., Vecchi M., (1987). *Il terremoto di Porto San Giorgio del 3 luglio 1987*. Istituto Nazionale di Geofisica, Reparto Geodinamica, Rapporto Macroscismico 1-87, 12 pp.

Ghisetti Giavarina A., (2000). *L'architettura della Compagnia di Gesù in Abruzzo: chiese e collegi di Chieti, Atri, Sulmona*. In: F. Iappelli, U. Parente (a cura di), "Alle origini dell'Università dell'Aquila. Cultura, Università, Collegi gesuitici all'inizio dell'Età Moderna in Italia meridionale. Atti del Convegno (L'Aquila, 8-11 novembre 1995), Roma, 725-753.

Giannantonio R., (1988). *Il terremoto del 1706 a Sulmona: la ricostruzione degli edifici sacri*. Opus 1-1988, 119-144.

Giannantonio R., (1994). *Sulmona. Storia urbana, documenti, disegni*. San Salvo (CH), 145 pp.

Giannantonio R., (1997). *Il Palazzo della SS. Annunziata in Sulmona*. I saggi di OPUS, 6, Pescara, 159 pp.

Giannantonio R., (2000). *Il volto del regime. Società, architettura ed urbanistica nella Sulmona del ventennio fascista (1922-1943)*. Chieti, 199 pp.

Goretti A., (2004). *Effetti di Sito a San Giuliano a Partire dai Dati Tipologici e di Danno Rilevati in Emergenza Sismica*. Atti 11th Italian National Conference on Earthquake Engineering, Genova 25-29 gennaio 2004, 12 pp.

Goretti A., Dolce M., (2004). *Post-earthquake site effect evaluation from damage and building type data: an overview of Italian recent applications*. Atti 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, B.C., Canada August 1-6, 2004, Paper No. 2637, 15 pp.

Gruppo di lavoro CPTI, (2004). *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04)*, INGV, Bologna. DOI: 10.6092/INGV.IT-CPTI04.

Gruppo di Lavoro MS, (2008). *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 voll. e Cd-rom.

Guidoboni E., (1989a). *Catalogo*. In: E. Guidoboni (a cura di), *I terremoti prima del Mille in Italia e nell'area mediterranea*, Bologna, 574-717.

Guidoboni E., (1989b) *Catalogo delle epigrafi latine riguardanti terremoti*. In: E. Guidoboni (a cura di), *I terremoti prima del Mille in Italia e nell'area mediterranea*, Bologna, 135-168.

Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Valensise G., (2007). *CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500)*. INGV-SGA. Available from <http://storing.ingv.it/cfti4med/>.

Locati M., Camassi R., Stucchi M. (a cura di), (2011). *Database macrosismico italiano, versione DBMI11*, Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/dbmi11/>.

Maiorano F. V., (2012). *Strademecum. Toponomastica storica e contemporanea della Città di Sulmona*. Sulmona, 238 pp.

Marinucci V., (1927). *La chiesa di San Domenico. Restaurazione*. Sulmona, 14 pp.

Martella L., (1991). *L'organismo ecclesiale*. In: Soprintendenza per i B.A.A.A.S. per l'Abruzzo, "San Francesco della Scarpa in Sulmona. Restauro 1986-1991", [L'Aquila] (Tip. Edigrafital, S. Atto di Teramo), 13-84.

Mattiocco E., (1972). *Sulmona ieri*. Sulmona, 110 pp., 45 tavv.

Mattiocco E., (1978). *Struttura urbana e società della Sulmona medievale*. Sulmona, 254 pp.

Mattiocco E., (1981). *Sulmona: oppidum, civitas, città*. Storia Urbana, 14, Milano, 27-49.

Mattiocco E., (1994). *Sulmona. Città e contado nel catasto del 1376*. Pescara, 334 pp.

Molin D., Galadini F., Galli P., Mucci L., Rossi A., (1999). *Terremoto del Fucino del 13 gennaio 1915. Studio macrosismico*. In: S. Castenetto, F. Galadini (a cura di): "13 gennaio 1915, il terremoto nella Marsica". Servizio Sismico Nazionale e C.N.R. Istituto di Ricerca sulla Tettonica Recente, Roma, 321-340.

Pagliaroli A., Moscatelli M., Raspa G., Naso G., (2013a). *Seismic microzonation of the central archaeological area of Rome: results and uncertainties*. Bull. Earthq. Eng. DOI 10.1007/s10518-013-9480-1.

Pagliaroli A., Quadrio B., Lanzo G., Sanò T., (2013b). *Numerical modelling of site effects in the Palatine Hill, Roman Forum, and Coliseum Archaeological Area*. Bull. Earthq. Eng. DOI 10.1007/s10518-013-9436-5.

Pezzi A.G., (2005). *Tutela e restauro in Abruzzo, dall'unità alla seconda guerra mondiale (1860-1940)*. Roma, 207 pp.

Presutti V., (2010). *Il sisma abruzzese del 1933 ed i suoi effetti*. Tesi di laurea, Corso di laurea specialistica in scienze economiche ed aziendali, Università degli studi dell'Aquila, 84 pp.

Rovida A., Camassi R., Gasperini P., Stucchi M., (2011). *CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*, Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/cpti>.

Savarese F., Tertulliani A., Galadini F., (2011). *Le fonti sul terremoto del 10 settembre 1881 in provincia di Chieti: revisione critica e nuove conoscenze*. *Bullettino della Deputazione di Storia Patria negli Abruzzi*, 102, pp. 155-177.

Scarascia Mugnozza G., (2007). *Microzonazione sismica di 2° livello. Indagini e risultati ai fini della progettazione esecutiva della microzonazione sismica del centro abitato di Sulmona. Allegato 1. Indagini geologico-tecniche, ricostruzioni stratigrafiche e cartografia*. Dattiloscritto inedito, 28 pp.

Speranza E., Goretti A., Dolce M., (2006). *Historical damage*

data and microzonation: an application to 1930 Senigallia earthquake. Atti 1st European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneva, Switzerland, 3-8 September 2006, Paper no. 1267, 10 pp.

Staffa A. R., (2004). *Carta archeologica della provincia di Pescara*. Mosciano S. Angelo, 174 pp.

Tertulliani A., Galadini F., Mastino F., Rossi A., Vecchi M., (2006). *Studio macroseismico del terremoto del Gran Sasso del 5 settembre 1950: implicazioni sismotettoniche*. Il Quaternario, 19, 195-214.

Tertulliani A., Leschiutta I., Bordoni P., Milana G., (2012). *Damage Distribution in L'Aquila City (Central Italy) during the 6 April 2009 Earthquake*. Bull. Seism. Soc. Am., 102 (4), 1543-1553, doi: 10.1785/0120110205

Totani G., (2007). *Microzonazione sismica di 2° livello del centro abitato di Sulmona (AQ). Indagini e risultati ai fini della progettazione esecutiva della microzonazione sismica. Rapporto finale*. Dattiloscritto inedito, 57 pp.

Tuteri R., (1995). *Pavimenti antichi a Sulmona. Relazione preliminare sulle nuove acquisizioni*. In: Atti del II Colloquio AISCOM (Associazione Italiana per lo Studio e la conservazione del Mosaico), Roma, 5-7 Dec 1994. Bordighera, 71-84.

Tuteri R., (1996). *Il contesto urbano: le porte malchiuse dell'antica Sulmo*. In: Sulmona città d'arte e poeti. Pescara, pp 30-40.

Tuteri R., (1997). *La strada che non c'era*. ABC (Abruzzo Beni Culturali), ottobre-dicembre 1997, p 27.

Van Wonterghem F., (1984). *Superaequum, Corfinium, Sulmo*. Forma Italiae, regio IV, Firenze, 340 pp.

Indice

Introduzione	6
1. Storia urbanistica di Sulmona; possibili implicazioni per l'identificazione delle MOPS	6
2. Storia sismica di Sulmona	10
3. “Stratigrafia” del danno a Sulmona	13
3.1 Gli effetti del terremoto del 1706	14
3.2 Gli effetti dei terremoti del 1915, 1933, 1984, 2009	14
4. Conclusioni	26
Ringraziamenti	28
Riferimenti archivistici	28
Bibliografia	28

Coordinamento editoriale e impaginazione
Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale
Laboratorio Grafica e Immagini | INGV Roma

© 2014 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Via di Vigna Murata, 605
00143 Roma
Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

<http://www.ingv.it>



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia