

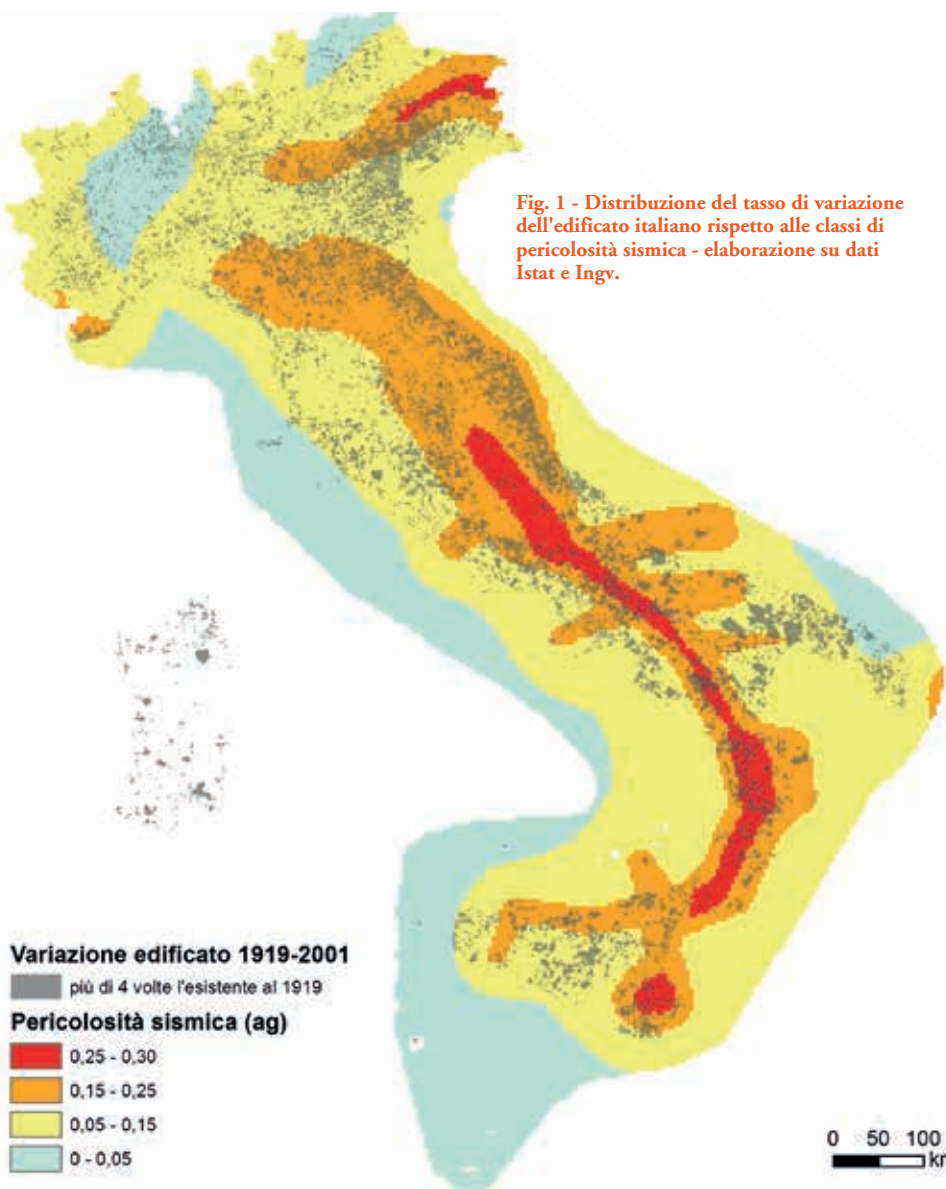
Evoluzione dell'edificato residenziale in rapporto alla pericolosità sismica

di Juri Corradi,
Gianluigi Salvucci
e Valerio Vitale

Un'analisi storica, da fonti censuarie, quantitativa e qualitativa dello sviluppo urbano in relazione alle caratteristiche sismiche del territorio italiano.

Il rischio sismico e il ruolo delle indagini statistiche

In un lavoro precedente (Corradi, Salvucci, Vitale; 2014a) è stata analizzata la vulnerabilità dell'edificato urbano, desumibile dalle variabili (epoca di costruzione, tipologia strutturale, numero di piani fuori terra e stato di conservazione di ciascun fabbricato) ricavati dall'indagine Istat sulla Rilevazione dei Numeri Civici (Rnc), associando tali informazioni alla pericolosità sismica di base del suolo, desunte dai dati dell'Ingv. Lo studio ha permesso l'individuazione di edifici a maggior criticità, ossia quelli del raggruppamento più vulnerabile (rappresentato dal fabbricato in muratura costruito nell'immediato dopoguerra), situati nelle aree con un'accelerazione sismica di base del terreno (Pga) superiore al 25% dell'accelerazione gravitazionale.



Ulteriori approfondimenti (Corradi, Salvucci, Vitale; 2014b), possibili grazie alla diffusione dei primi dati censuari della Popolazione del 2011, ci hanno consentito anche una valutazione sull'esposizione della popolazione all'evento sismico qualora questo si manifestasse, tenendo conto della distribuzione della componente dipendente (bambini 0-14 e anziani over

64) nelle aree di maggior vulnerabilità e ad elevata pericolosità. Al momento della stesura del presente lavoro non sono ancora disponibili i dati sul censimento degli edifici al 2011; tuttavia, sfruttando le informazioni provenienti dal Censimento degli edifici del 2001, è possibile individuare gli stessi indicatori di vulnerabilità della Rnc con lo svantaggio che

| Epoca di costruzione | Muratura portante | Calcestruzzo armato a piano terra chiuso | Calcestruzzo armato a piano terra aperto | Altro | Totale |
|----------------------|-------------------|--|--|--------|---------|
| Prima del 1919 | 18,05% | 0,00% | 0,00% | 1,10% | 19,15% |
| Dal 1919 al 1945 | 10,55% | 0,71% | 0,04% | 1,04% | 12,33% |
| Dal 1946 al 1961 | 10,39% | 2,46% | 0,11% | 1,83% | 14,78% |
| Dal 1962 al 1971 | 9,41% | 5,03% | 0,24% | 2,85% | 17,53% |
| Dal 1972 al 1981 | 7,34% | 6,67% | 0,36% | 3,30% | 17,67% |
| Dal 1982 al 1991 | 3,73% | 5,24% | 0,29% | 2,23% | 11,50% |
| Dopo il 1991 | 2,04% | 3,34% | 0,18% | 1,50% | 7,05% |
| Totale | 61,50% | 23,45% | 1,21% | 13,85% | 100,00% |

Tab. 1 - Distribuzione bivariata degli edifici al 2001 tra epoca di costruzione e materiale della struttura portante - Elaborazione su dati Istat 2001.

| Numero piani | Prima del 1919 | Dal 1919 al 1945 | Dal 1946 al 1961 | Dal 1962 al 1971 | Dal 1972 al 1981 | Dal 1982 al 1991 | Dopo il 1991 | Totale |
|--------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|--------|
| 1 | 3,01% | 2,75% | 3,62% | 4,03% | 4,48% | 3,09% | 1,60% | 22,57% |
| 2 | 10,73% | 6,83% | 7,69% | 9,15% | 9,13% | 5,79% | 3,63% | 52,95% |
| 3 | 4,41% | 2,11% | 2,20% | 2,63% | 2,74% | 1,86% | 1,32% | 17,28% |
| 4 | 0,75% | 0,39% | 0,63% | 0,82% | 0,79% | 0,47% | 0,32% | 4,18% |
| 5 | 0,17% | 0,13% | 0,29% | 0,37% | 0,26% | 0,15% | 0,10% | 1,46% |
| 6 | 0,06% | 0,07% | 0,16% | 0,23% | 0,13% | 0,07% | 0,04% | 0,77% |
| 7 | 0,02% | 0,03% | 0,08% | 0,14% | 0,07% | 0,03% | 0,02% | 0,39% |
| 8 | 0,00% | 0,01% | 0,05% | 0,08% | 0,03% | 0,02% | 0,01% | 0,21% |
| 9 | 0,00% | 0,00% | 0,03% | 0,04% | 0,02% | 0,01% | 0,00% | 0,10% |
| 10 | 0,00% | 0,00% | 0,01% | 0,02% | 0,01% | 0,00% | 0,00% | 0,05% |
| 11 | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,01% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,02% |
| Oltre | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,01% |

Tab. 2 - Distribuzione bivariata degli edifici al 2001 tra epoca di costruzione e numero dei piani - Elaborazione su dati Istat 2001.

non possono essere georeferiti al singolo edificio, ma possono essere sintetizzati per l'intera sezione di censimento.

Ciò consente comunque una valutazione nazionale sulle caratteristiche degli edifici e sulla loro evoluzione temporale, che aiuta a comprendere l'entità del miglioramento nel tempo della vulnerabilità dell'edificato; inoltre si rende possibile, all'interno di sezioni censuarie a maggiore pericolosità sismica, un'analisi sulle dinamiche edificatorie tra una classe e l'altra di epoca di costruzione, interessante per comprendere come sia variata

nel tempo la percezione del rischio sismico nel territorio italiano e quale è stata la reazione in termini di quantità e qualità insediativa.

L'edificato italiano: caratteristiche e vulnerabilità

Passando in rassegna i dati rilevati dal precedente censimento del 2001 emerge un quadro critico, costituito da un edificio piuttosto vetusto, costruito prevalentemente a cavallo degli anni '60 e '70; tuttavia, come avremo modo di affrontare in seguito, quello dell'epoca di costruzione non sarebbe l'unico

aspetto da considerare ai fini della valutazione della vulnerabilità dell'edificio.

Alcune considerazioni devono essere inevitabilmente effettuate circa lo stile edificatorio, evoluto nel tempo, grazie al miglioramento delle tecniche costruttive (come ad esempio la simmetria ed ortogonalità in pianta o la messa in posa contemporanea degli elementi strutturali oppure, più recentemente, l'isolamento sismico tra le fondazioni e la parte superiore dell'edificio), alle innovazioni sui materiali utilizzati per la costruzione (si pensi al calcestruzzo precompresso oppure ai laterizi rettificati) e alle normative succedutesi dalla legge 2 febbraio 1974 n. 64 in poi; è normale infatti che il progresso tecnologico, con il relativo abbattimento di tempi e costi di edificazione, incida sulla scelta di una modalità realizzativa (cemento armato) rispetto all'altra (muratura), sebbene quest'ultima continui ad essere predominante. Incrociando i dati relativi all'epoca di costruzione con la tipologia strutturale (Tabella 1) si ottiene immediatamente una prima sintesi dell'edificato italiano: il dato relativo al 2001, evidenzia

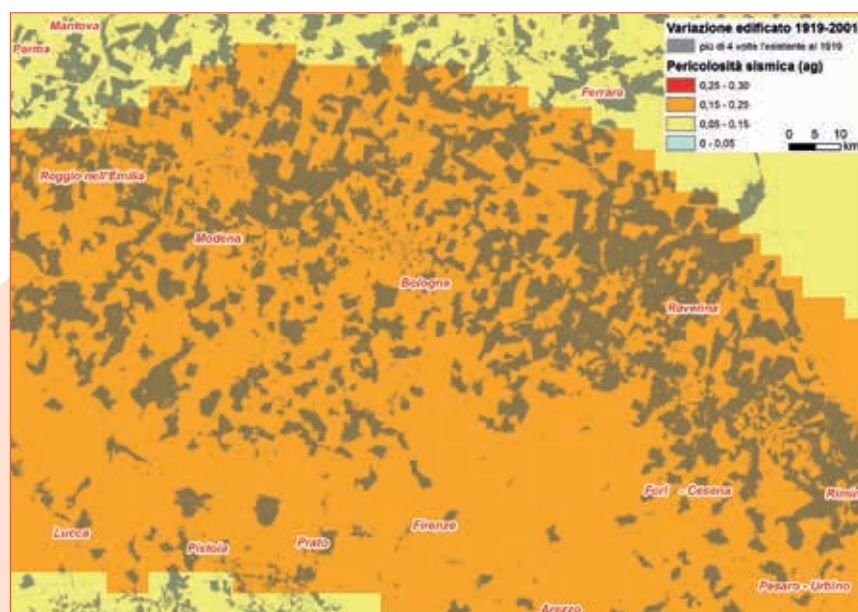


Fig. 2 – Immagini di alcuni sistemi MMS commerciali.

una predominanza di edifici costruiti in muratura portante piuttosto datati, dal momento che l'epoca di costruzione mediana dell'edificato si attesta intorno al 1963. In un'analisi retrospettiva, nell'ipotesi che gli edifici demoliti e ricostruiti siano infinitesimali rispetto a quelli esistenti nel 2001, dei 5.193.903 edifici costruiti prima del 1961 ben l'84% è stato costruito in muratura portante. Lo stato di conservazione dell'edificato è sostanzialmente buono, giacché oltre il 70% dei fabbricati manifesta tale modalità od ottima. La situazione è particolarmente critica per i manufatti più antichi, considerato che delle 2.150.259 unità costruite prima del 1919, ben il 15% ha manifestato al 2001 una condizione ottima e il 47% buona, trattandosi evidentemente di edifici architettonicamente pregiati, che vanno a comporre i centri storici delle nostre città e che, dato il loro valore commerciale, si prestano ad una frequente manutenzione. Per questo motivo, lo stato di conservazione rilevato dai censimenti non garantisce di per sé una garanzia di invulnerabilità, né di adeguatezza delle strutture alla normativa vigente.

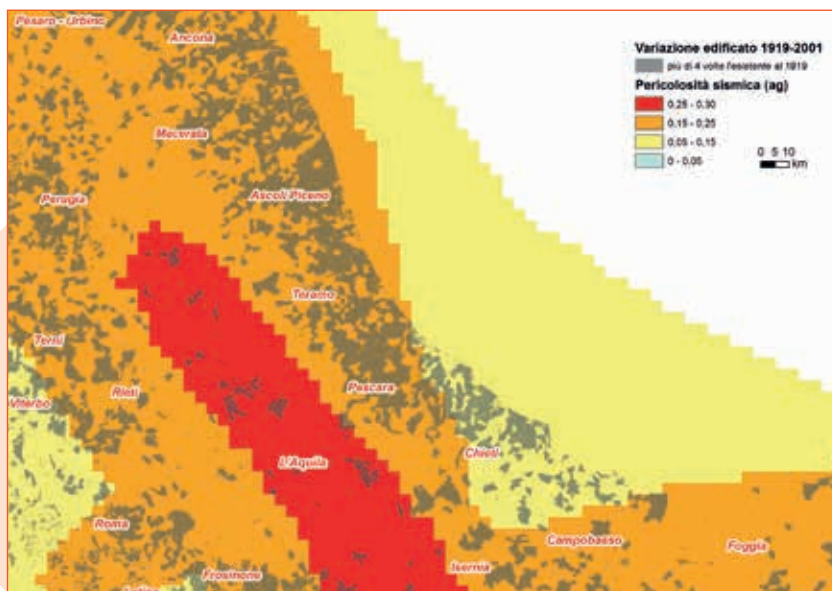


Fig. 3 - Abruzzo, particolare della Figura 1. Distribuzione del tasso di variazione dell'edificato italiano rispetto alle classi di pericolosità sismica - elaborazione su dati Istat e Ingv.

Evoluzione dell'edificato urbano rispetto alle zone di pericolosità sismica

I dati censuari a livello di sezione, come mostrato nel precedente paragrafo, consentono di comprendere alcune caratteristiche essenziali dell'edificato residenziale; in particolare l'epoca di costruzione, se si trascura l'esiguità di edifici demoliti e ricostruiti, fornisce una dimensione dell'espansione urbana nel tempo, la cui sostenibilità rispetto ai fenomeni naturali, quali gli eventi sismici, può essere valutata attraverso il confronto con altre fonti informative (dati sulla pericolosità

sismica di base del terreno, elaborati dall'Ingv). A partire dall'esame dei microdati, è stato individuato, per ogni sezione, il tasso di incremento dell'edificato rispetto a quello esistente nel 1919, rappresentato in Figura 1, limitandoci a visualizzare i soli valori superiori a quattro volte quelli iniziali. Dall'esame comparato emerge in maniera abbastanza netta un proliferare di fabbricati sul versante adriatico molto più intenso di quanto avvenga nel resto del paese, soprattutto per l'Emilia Romagna e l'Abruzzo. Utilizzando i numeri indici a base fissa 1919 per individuare

| Epoca di costruzione | Ottimo stato di conservazione | Buono stato di conservazione | Mediocre stato di conservazione | Pessimo stato di conservazione | Totale |
|----------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------|
| Prima del 1919 | 2,86% | 8,98% | 6,20% | 1,11% | 19,15% |
| Dal 1919 al 1945 | 1,60% | 6,06% | 4,10% | 0,56% | 12,33% |
| Dal 1946 al 1961 | 2,34% | 8,19% | 3,93% | 0,34% | 14,78% |
| Dal 1962 al 1971 | 3,75% | 10,59% | 3,03% | 0,16% | 17,53% |
| Dal 1972 al 1981 | 5,18% | 10,38% | 2,01% | 0,09% | 17,67% |
| Dal 1982 al 1991 | 4,83% | 5,82% | 0,80% | 0,04% | 11,50% |
| Dopo il 1991 | 5,05% | 1,78% | 0,21% | 0,01% | 7,05% |
| Totale | 25,61% | 51,81% | 20,29% | 2,30% | 100,00% |

Tab. 3 - Distribuzione bivariata degli edifici al 2001 tra epoca di costruzione e numero dei piani - Elaborazione su dati Istat 2001.

| Epoca di costruzione | Classi di pericolosità sismica | | | | Numero indice nazionale |
|----------------------|--------------------------------|------|------|------|-------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1919 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1945 | 2,05 | 2,28 | 2,49 | 2,66 | 2,39 |
| 1961 | 2,82 | 3,16 | 3,38 | 3,59 | 3,27 |
| 1971 | 3,54 | 4,18 | 4,5 | 4,69 | 4,32 |
| 1981 | 4,35 | 5,39 | 5,86 | 5,95 | 5,57 |
| 1991 | 5,22 | 6,64 | 7,22 | 7,01 | 6,82 |
| 2001 | 5,99 | 7,45 | 8,05 | 7,62 | 7,62 |

Tab. 4 - Comparazione del numero indice dell'edificato per classe di pericolosità sismica - Elaborazione su dati Istat 2001 e Ingv

le dinamiche edificatorie nel territorio italiano, si evidenzia come, a fronte di un incremento superiore a sette volte rispetto alla base iniziale, esso si sia concentrato nelle zone a bassa pericolosità sismica. Sebbene questo dato appaia confortante, non nasconde una realtà in cui, nella classe di pericolosità più elevata (classe 1), nel 2001 si sia arrivati ad un edificato pari a sei volte quello iniziale, dato inferiore a quello nazionale, comunque notevole e degno di attenzione. Si è lungi dal ritenere che si possano dislocare intere popolazioni in zone più sicure del paese, tuttavia occorre riflettere sull'adeguatezza delle scelte costruttive effettuate in passato, compensabili nel presente e nel futuro prossimo, solo con una diminuzione della vulnerabilità dei fabbricati, aumentando la sicurezza della popolazione residente.

La distribuzione dell'indicatore di vulnerabilità nel 2001

Con le dovute modifiche relative al numero delle modalità delle epoche di costruzione, rappresentate da sette classi nel 2001 contro le nove del 2011, si è proceduto a calcolare l'indice sintetico di vulnerabilità

sismica degli edifici, adottando il microdato per singola unità rilevata durante il Censimento del 2001 e rappresentandolo cartograficamente a livello di sezione censuaria. Nella fattispecie, per sintetizzare a livello nazionale l'indicatore di vulnerabilità sismica dell'edificato è stata utilizzata la mediana

Fig. 4 - Distribuzione della mediana dell'indice di vulnerabilità sismica per sezione di censimento - Elaborazione su dati Istat 2001.

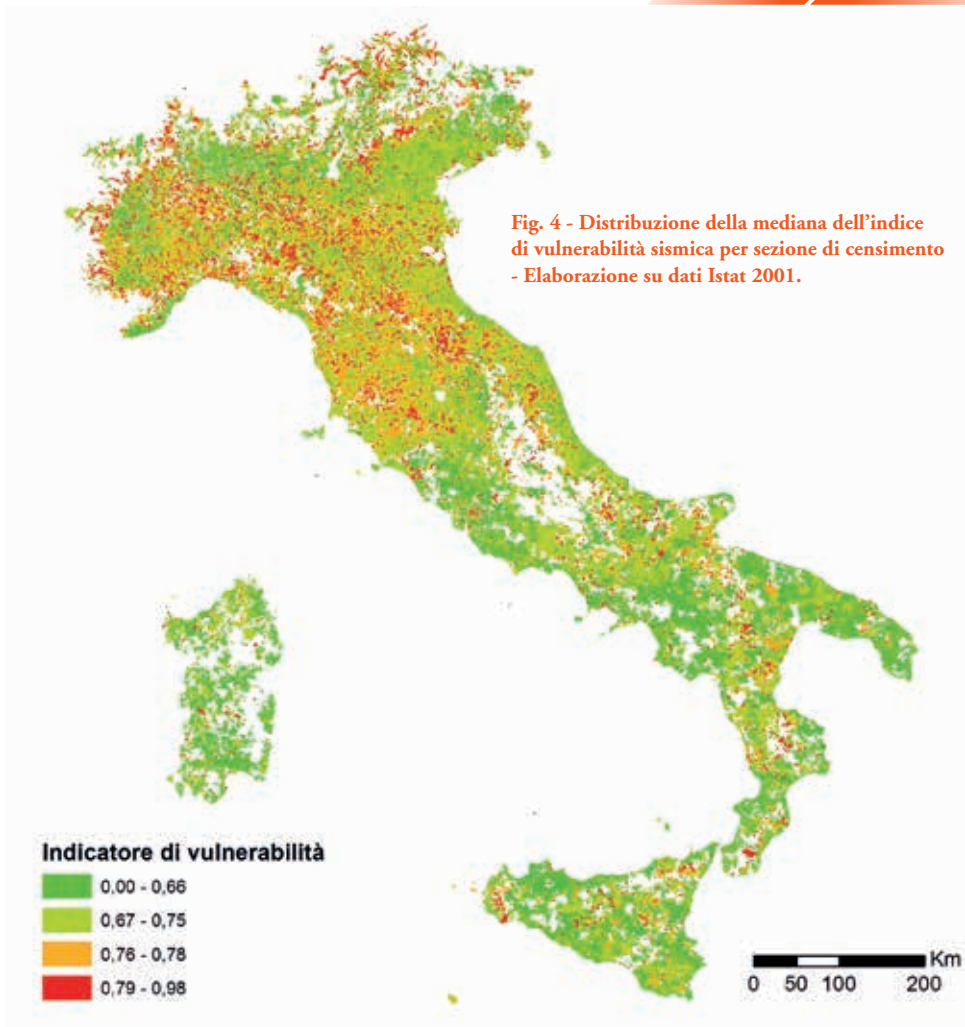


Fig. 5 - Comune de L'Aquila, sovrapposizione della sezioni ricadenti in zona di interdizione con la mediana per sezione dell'indicatore di vulnerabilità - Elaborazione su dati Istat - Comune de L'Aquila.

dei valori calcolati per i singoli fabbricati; essa risulta, infatti, più robusta della media, trascurando l'effetto dei valori estremi della distribuzione. Inoltre la scelta dell'indicatore di sintesi deve comunque tener conto della funzione associativa con la quale viene sintetizzato il carattere a livello locale che, nel caso in ispecie, non ha alcun senso, se effettuato attraverso la somma, perché esso non è trasferibile. Come noto in questi casi si preferisce utilizzare la mediana. Al momento non si è in grado di stabilire, sulla base dell'indicatore proposto, le classi di vulnerabilità che individuino eventuali situazioni a rischio; pertanto si è preferito rappresentarlo in classi di quantili, all'interno delle quali si ripartiscono le sezioni di censimento del 2001. Questa classificazione risente naturalmente della distribuzione dell'indicatore, e

non potrà essere utilizzata come limite teorico per le distribuzioni successive. Se si guarda contemporaneamente la diffusione delle sezioni con maggiore vulnerabilità rispetto alla classificazione della pericolosità sismica, si può verificare che le aree a pericolosità più elevata (Italia meridionale) rilevano la mediana dell'indicatore per sezione, nella parte bassa della distribuzione ovvero hanno edifici "più sicuri". Si tratta di un fenomeno positivo in quanto

avere una bassa vulnerabilità nelle aree più pericolose è sintomo di una particolare cautela nel costruire e nel mantenere gli edifici residenziali. Pur considerando l'impossibilità pratica di realizzare compiutamente una tavola di mortalità degli edifici attraverso la quale poter verificare quali siano effettivamente le cause di danneggiamento degli stessi in relazione agli eventi sismici, a causa della mancanza di informazioni puntuali in merito, si propone

una verifica empirica sovrapponendo le aree danneggiate del comune de L'Aquila, successive al terremoto del 2009, con le risultanze dell'indicatore di vulnerabilità.

Utilizzando la perimetrazione della zona di interdizione del Comune, denominata "zona rossa" (Ordinanze del Comune de L'Aquila n.6 del 09/04/2009 e n.73 del 29/04/2009 e ss.mm.ii.), sono state considerate tutte le sezioni la cui superficie ricade in tale tracciato per almeno il 70% dell'area totale.

La zona delimitata dal retinato blu in Figura 5 evidenzia valori dell'indicatore di vulnerabilità abbastanza elevati. Ricadono nella classe più bassa solo 2 sezioni delle 178 coinvolte, mentre un valore "critico" dell'indice superiore a 0.7 individua le aree che possono destare una particolare attenzione.

Come si evince dalla Figura 6, la concentrazione di edifici storici ha contribuito ad innalzare notevolmente la vulnerabilità delle aree che qualche anno più tardi sono state seriamente danneggiate.

Altra conferma viene dagli eventi sismici che hanno colpito di recente l'Emilia Romagna: nel comune di Camposanto, ad esempio, i danni maggiori si sono rilevati nelle aree storiche del paese.

Per comprendere meglio il fenomeno si osservi la distribuzione percentuale degli edifici storici nel comune, notando come ci sia un'evidente correlazione tra i risultati dell'indicatore e l'epoca di costruzione.

Ciò non significa che l'età del fabbricato sia la dimensione prevalente dell'indicatore e che si possano trascurare le altre caratteristiche.

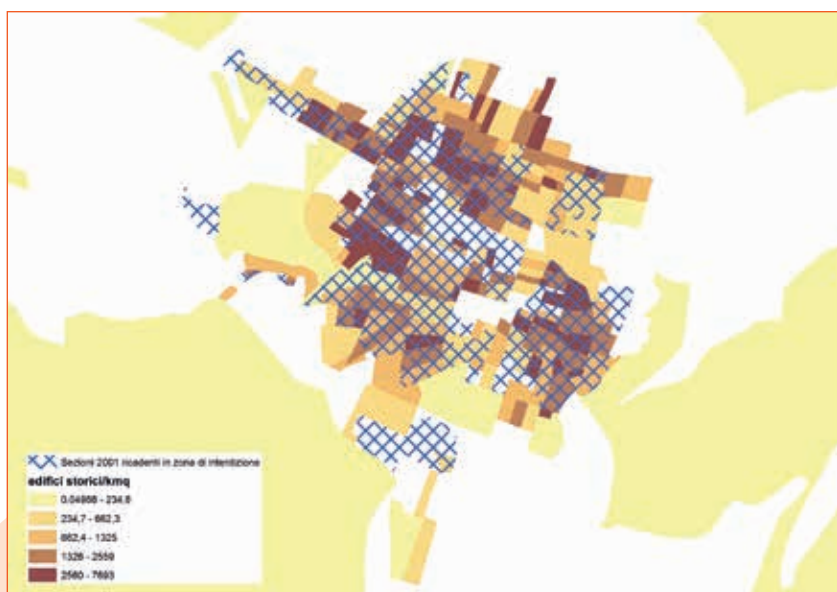


Fig. 6 - Comune de L'Aquila, densità degli edifici storici in zona di interdizione - Elaborazione su dati Istat 2001.

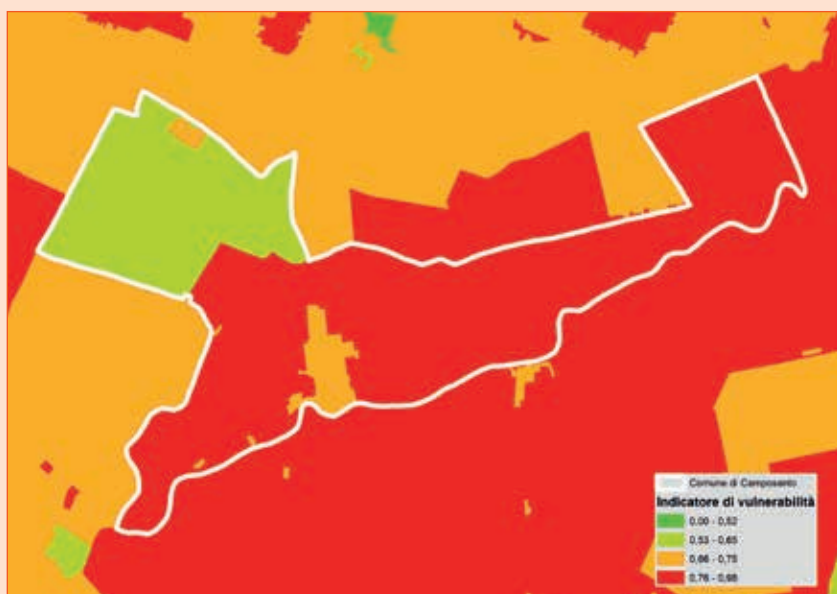


Fig. 7 - Comune di Camposanto, distribuzione della mediana dell'indicatore di vulnerabilità per sezione - Elaborazione su dati Istat 2001.

Il fatto che negli anni ci sia stata un'evoluzione tecnica, dei materiali e legislativa, contribuisce a diminuire ulteriormente la vulnerabilità rispetto alla minore azione dell'usura temporale.

Popolazione e rischio nei comuni italiani

Lo studio vuole stimolare la consapevolezza di una situazione particolarmente gravosa per il paese. Considerare la diffusione della popolazione in questo contesto può agevolare le strategie urbanistiche. Difficilmente si può pensare di stabilire a priori delle soglie di indicatori che possano in qualche modo garantire l'efficacia degli interventi. Da questa riflessione deriva l'esigenza di un indicatore di vulnerabilità dell'edificato da confrontare con le caratteristiche demografiche della popolazione residente. In queste situazioni i risultati possono essere aleatori a seconda di come cambi sia la costruzione dell'indicatore, sia la risoluzione dei dati geografici considerati. Ai fini conoscitivi della consapevolezza del rischio, la miglior risoluzione geografica sarebbe quella comunale, in quanto proprio il Comune è l'ente territoriale che materialmente può intervenire con provvedimenti di gestione delle emergenze. Sono stati, quindi, analizzati i comuni in base alle superfici ricadenti nelle classi di pericolosità sismica, considerando "pericolosi" quelli che hanno una superficie superiore al 70% con valori di Pga maggiori del 15% dell'accelerazione gravitazionale. Successivamente è stata valutata la distribuzione dell'indicatore di vulnerabilità dell'edificato, ricalcolato sui microdati del censimento edifici del 2001. Infine è stata calcolata la popolazione residente nelle sezioni con un edificato particolarmente vulne-



Fig. 8 - Comune di Camposanto, distribuzione percentuale degli edifici storici (epoca di costruzione ante 1919) - Elaborazione su dati Istat 2001.

| Procom | Comune | Popolazione residente (A) | Popolazione in sezioni ad alta vulnerabilità dell'edificato (B) | % (B/A)x100 |
|--------|--------------------------|---------------------------|---|-------------|
| 63049 | Napoli | 1.003.495 | 755.780 | 75.31% |
| 82053 | Palermo | 685.704 | 427.089 | 62.28% |
| 37006 | Bologna | 370.684 | 305.536 | 82.42% |
| 87015 | Catania | 312.887 | 199.344 | 63.71% |
| 23091 | Verona | 252.590 | 159.245 | 63.04% |
| 83048 | Messina | 251.852 | 129.550 | 51.44% |
| 36023 | Modena | 175.236 | 113.417 | 64.72% |
| 39014 | Ravenna | 134.602 | 77.409 | 57.51% |
| 54039 | Perugia | 149.060 | 71.883 | 48.22% |
| 80063 | Reggio di Calabria | 180.246 | 66.917 | 37.13% |
| 99014 | Rimini | 128.629 | 66.465 | 51.67% |
| 35033 | Reggio nell'Emilia | 141.743 | 64.770 | 45.70% |
| 40012 | Forli' | 108.139 | 63.616 | 58.83% |
| 47014 | Pistoia | 84.254 | 59.529 | 70.65% |
| 55032 | Terni | 105.006 | 58.940 | 56.13% |
| 63084 | Torre del Greco | 90.570 | 58.353 | 64.43% |
| 40007 | Cesena | 90.916 | 55.993 | 61.59% |
| 63059 | Portici | 60.203 | 53.412 | 88.72% |
| 51002 | Arezzo | 91.553 | 48.555 | 53.03% |
| 78045 | Cosenza | 72.771 | 48.333 | 66.42% |
| 89017 | Siracusa | 123.599 | 47.554 | 38.47% |
| 30129 | Udine | 94.949 | 47.189 | 49.70% |
| 42002 | Ancona | 100.279 | 45.742 | 45.61% |
| 41044 | Pesaro | 90.859 | 43.237 | 47.59% |
| 79023 | Catanzaro | 95.251 | 38.760 | 40.69% |
| 62008 | Benevento | 61.756 | 38.199 | 61.85% |
| 63067 | San Giorgio a Cremano | 50.730 | 37.483 | 73.89% |
| 63002 | Afragola | 62.303 | 35.809 | 57.48% |
| 37032 | Imola | 64.055 | 35.136 | 54.85% |
| 63023 | Casoria | 81.888 | 32.976 | 40.27% |
| 39010 | Faenza | 53.597 | 32.368 | 60.39% |
| 66049 | L'Aquila | 68.198 | 31.197 | 45.74% |
| 8055 | San Remo | 50.266 | 29.996 | 59.67% |
| 63064 | Ercolano | 56.738 | 29.733 | 52.40% |
| 72005 | Andria | 95.636 | 29.431 | 30.77% |
| 67041 | Teramo | 51.023 | 28.330 | 55.52% |
| 101010 | Crotone | 60.003 | 28.239 | 47.06% |
| 71051 | San Severo | 55.861 | 27.542 | 49.30% |
| 44007 | Ascoli Piceno | 51.258 | 25.999 | 50.72% |
| 54051 | Spoletto | 37.752 | 25.882 | 68.56% |
| 69022 | Chieti | 52.256 | 25.772 | 49.32% |
| 54018 | Foligno | 51.030 | 25.510 | 49.99% |
| 39012 | Lugo | 31.603 | 25.400 | 80.37% |
| 76063 | Potenza | 68.321 | 25.050 | 36.67% |
| 79160 | Lamezia Terme | 70.501 | 24.327 | 34.51% |
| 31007 | Gorizia | 35.667 | 24.139 | 67.68% |
| 63001 | Acerra | 45.686 | 23.496 | 51.43% |
| 36040 | Sassuolo | 39.785 | 23.061 | 57.96% |
| 38004 | Cento | 29.266 | 22.881 | 78.18% |
| 88006 | Modica | 52.639 | 22.276 | 42.32% |
| 44066 | San Benedetto del Tronto | 45.041 | 22.229 | 49.35% |
| 93033 | Pordenone | 49.085 | 21.984 | 44.79% |
| 26092 | Vittorio Veneto | 29.170 | 21.906 | 75.10% |
| 63041 | Marano di Napoli | 57.448 | 21.710 | 37.79% |
| 89002 | Avola | 31.288 | 21.585 | 68.99% |
| 57059 | Rieti | 43.767 | 21.104 | 48.22% |
| 58111 | Velletri | 48.220 | 20.927 | 43.40% |
| 42021 | Jesi | 39.224 | 20.782 | 52.98% |
| 64008 | Avellino | 52.698 | 20.760 | 39.39% |
| 70006 | Campobasso | 50.659 | 20.628 | 40.72% |
| 63060 | Pozzuoli | 78.347 | 20.608 | 26.30% |
| 43023 | Macerata | 40.872 | 20.513 | 50.19% |

Tab. 5 - Comuni a maggior densità di rischio sismico - Elaborazione su dati Istat 2001.

rabile, individuate dalla mediana della distribuzione dell'indice di vulnerabilità, con valori superiori alla soglia di 0,7 su una scala 0-1. Nella Tabella 5 sono elencati i comuni con almeno 20.000 residenti in zone a pericolosità e vulnerabilità appena individuate, che rappresentano territori ad alto rischio sismico, nei quali porre particolare attenzione in un'ottica di uno sviluppo sostenibile urbano.

La tabella non deve assolutamente portare ad una visione apocalittica del territorio. Il lavoro proposto vuole essere un momento di incontro tra diverse discipline, al fine di favorire l'utilizzo di dati censuari sempre più particolareggiati ed in grado di descrivere al meglio le realtà territoriali. È auspicabile che questi vengano sempre più utilizzati e condivisi al fine di aumentare il livello di sorveglianza e protezione.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Dott. Andrea Mancini per i preziosi suggerimenti che hanno portato allo sviluppo del presente lavoro allargando la metodologia precedentemente proposta all'intero territorio nazionale.

Si ringrazia il Dott. Francesco Di Pede per la messa a disposizione dei dati e l'attenta lettura critica del contributo.

BIBLIOGRAFIA

- Abbatini Damiano, Francesco Di Pede, and Edoardo Patruno. 2009. *Rilevazione Numeri Civici. Manuale per Le Rilevazioni Sul Campo*. https://mnc.istat.it/DOCUMENTI/Manuale_per_le_operazioni_sul_campo.pdf.
- Bernardini A. 2000. *La Vulnerabilità Degli Edifici : Valutazione a Scala Nazionale Della Vulnerabilità Sismica Degli Edifici Ordinari*. Rome: CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti.
- Brunini Claudia, and Francesca Paradisi. 2009. "Costruzione Di Un Indice Sintattico Della Dotazione Infrastrutturale Delle Province Italiane." In *Indicatori E Modelli Statistici per La Valutazione Degli Squilibri Territoriali*, edited by F. Angeli, 343-373. Milano.
- Camero Pompeo. 2004. *Manuale Tecnico-Giuridico Di Protezione Civile E Di Difesa Civile : Con Supporti Operativi per La Pianificazione Comunale Di Emergenza E La Pianificazione Strategica*. Santarcangelo di Romagna (RN): Maggioli.
- Corradi Juri, Gianluigi Salvucci, and Valerio Vitale. 2013. "Applicazioni Dei Dati Censuari Della Rnc Nella Vulnerabilità Dell'edificato per Lo Studio Della Resilienza Urbana." In *III Giornata Di Studio in Geografia Economica "Oltre La Globalizzazione" - Resilienza/Resilience*. Memorie Geografiche, n.12/2014. Società di Studi Geografici. Firenze.
- Corradi Juri, Gianluigi Salvucci, and Valerio Vitale. 2014a. "Valutazione Puntuale della Vulnerabilità Sismica dell'edificato urbano." Atti della 15° Conferenza italiana utenti Esri, 9-10 Aprile 2014 - In *GEOMedia*, n.2. MediaGEO soc. coop.
- Corradi Juri, Gianluigi Salvucci, and Valerio Vitale. 2014b. "Popolazione e vulnerabilità sismica." In *Giornate della ricerca in Istat, 10-11 novembre 2014*. Roma: in press.
- Dolce M., and A. Martinelli. 2005. *Inventario E Vulnerabilità Degli Edifici Pubblici E Strategici dell'Italia Centro-Meridionale - Vol. II - Analisi Di Vulnerabilità E Rischio Sismico*. L'Aquila: Ingv/GNDT.
- Grünthal G. 1998. *CONSEIL DE L'EUROPE Cahiers Du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie European Macroseismic Scale 1998*. Edited by Council of Europe. Vol. 15. Luxembourg.
- Meletti C., and V. Montaldo. 2007. "Stime Di Pericolosità Sismica per Diverse Probabilità Di Superamento in 50 Anni: Valori Di

Ag. Progetto DPC-Ingv S1, Deliverable D2." Milano. <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>.

Pedefferri Pietro. 2000. *La Durabilità Del Calcestruzzo Armato*. Milano: McGraw-Hill Libri Italia.

Terzi Silvia, and Luca Moroni. 2005. "Graduatorie Della Qualità Della Vita E Loro Sensibilità Al Pre-Trattamento Delle Variabili Che La Definiscono: Alcune Critiche Al Dossier de Il Sole 24 Ore." *Quaderni Di Statistica* 6: 105-127.

Leti Giuseppe. 1983. *Statistica descrittiva*. Il Mulino.

ABSTRACT

Census data at the enumeration area level can help us to understand some essential aspects about residential building, in particular, in a Country where the portion of buildings demolished and rebuilt is almost nothing, the variable time of construction provides the dimension of the urban sprawl. This information was compared with national seismic hazard map, developed by National Institute of Geophysics and Volcanology (INGV), to assess the evolution of the residential building compared to natural phenomena such as seismic events.

The comparison between various types of information was carry out using GIS software, in particular "overlay" functions allows us to assign to each enumeration area the level of seismic hazard. Moreover, the use of microdata at the enumeration area level, it allows the calculation of the vulnerability indicators, grouped by time of construction and by population density, in seismic hazard classes at the municipal level.

NOTE

Contributo presentato in occasione della 15a Conferenza Italiana Utenti Esri (9 e 10 Aprile 2015).

PAROLE CHIAVE

VULNERABILITÀ; EDIFICIO; CENSIMENTO

AUTORE

JURI CORRADI
JUCORRADI@ISTAT.IT

VALERIO VITALE
VITALE@ISTAT.IT

GIANLUIGI SALVUCCI
SALVUCCI@ISTAT.IT

Natanti robotizzati

- Rilievi batimetrici automatizzati
- Fotogrammetria delle sponde
- Acquisizione dati e immagini
- Mappatura parametri ambientali
- Attività di ricerca

aerRobotix

Studi e servizi di ingegneria - Robotica di servizio

Vendita - Noleggio - Servizi chiavi in mano, anche con strumentazione cliente

Strada Salga 38C - 10072 Caselle (TO) - Tel. 3389258046 - info@aerrobotix.com - www.aerrobotix.com





Desktop

Online

Portal

Content

Apps

Server

ArcGIS

il WebGIS accessibile ovunque
in ogni momento
da ogni dispositivo

www.esriitalia.it



esri Italia

Intelligenza del Territorio