

IVAN FRIGERIO, SILVIA MUGNANO, MATTEO MATTAVELLI, MATTIA DE AMICIS¹

INTERAZIONE SPAZIALE TRA VULNERABILITÀ SOCIALE E PERICOLOSITÀ SISMICA PER LA VALUTAZIONE DI SCENARI DI RISCHIO INTEGRATO

1. Introduzione

A causa del peculiare contesto geodinamico in cui si trova, l'Italia è uno dei paesi Europei più frequentemente soggetto a terremoti. Consultando la banca dati dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV, 2017), si evince che dal terremoto catastrofico di Messina del 1908 ad oggi, si sono verificati 30 eventi sismici di magnitudo superiore a 5.8. Alcuni di questi, come in Irpinia nel 1980, in Umbria-Marche nel 1997, all'Aquila nel 2009, in Emilia nel 2012 e nel 2016 in centro Italia, hanno avuto effetti disastrosi sulla popolazione colpita, causando numerose vittime e ingenti danni a strutture e infrastrutture. Gli effetti negativi di un sisma dipendono essenzialmente da tre variabili: pericolosità, vulnerabilità e distribuzione degli elementi esposti. La loro combinazione determina il rischio sismico ossia la misura dei danni attesi in un dato intervallo di tempo. Il governo italiano, per ridurre gli effetti negativi di un terremoto, ha concentrato le sue azioni nella sfera degli interventi che rientrano nelle attività di previsione e prevenzione. Attualmente, gli strumenti per la riduzione del rischio sismico sono essenzialmente due e lavorano in sinergia: la mappa di pericolosità sismica che identifica per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, le zone dove ci si aspettano scuotimenti forti e meno forti del suolo e le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008) entrate in vigore dopo il terremoto dell'Aquila nel 2009. Le mappe di pericolosità dunque vengono utilizzate per definire le priorità di adeguamento sismico degli edifici e guidare gli interventi di preparazione al terremoto.

In realtà, gli aspetti di pericolosità e vulnerabilità fisica degli edifici non bastano da soli a fronteggiare un evento disastroso. Questi devono necessariamente essere integrati con aspetti sociali e culturali legati alla popolazione esposta; solo in questo modo si può avere una visione complessiva e multidisciplinare efficace a ridurre il rischio sismico. Se da un lato esiste una corposa bibliografia a riguardo, soprattutto statunitense, in Italia l'approccio sociale ai disastri fatica a crescere. Solamente negli ultimi anni, ricercatori di diverse discipline hanno esplorato e integrato aspetti antropologici, sociali e fisici utili a fronteggiare un disastro in tutte le sue fasi temporali, dal pre-evento fino alla fase di ricostruzione (Fois, Forino, 2014; Carnelli, Ventura, 2015; Benadusi, 2015; Carnelli, Frigerio, 2016; Frigerio, De Amicis, 2016; Pitzalis, 2016)

A fronte di quanto detto, l'idea di questo contributo è quella di mostrare come sia possibile integrare gli aspetti sociali con aspetti prettamente fisici legati a un terremoto per incrementare le strategie di riduzione del rischio. Si è partiti dai lavori sulla vulnerabilità sociale proposti da Susan Cutter (Cutter *et al.*, 2003) per mappare a livello nazionale la componente sociale di vulnerabilità. A questo proposito, è stato sviluppato un indice in grado di fornire informazioni sulle caratteristiche socio-economiche della popolazione italiana e di come queste variano nello spazio.

In questo lavoro utilizziamo la definizione di vulnerabilità proposta nel volume *At Risk, Natural hazard, people's vulnerability and disasters* in cui gli autori la definiscono come «le caratteristiche di una persona o un gruppo che influenzano la loro capacità di anticipare, fronteggiare e recuperare dall'impatto di una pericolosità naturale (un evento naturale estremo)» (Wisner *et al.*, 2004). Sulla base di

¹ Università degli Studi di Milano-Bicocca.



questa definizione è quindi sensato pensare che alcuni gruppi possano subire, più di altri, alcune delle conseguenze negative prodotte dall'impatto e dalla gestione di un disastro. Esistono delle variabili chiave in grado di spiegare, per lo meno in parte, il perché i disastri sortiscano diversi effetti sulla popolazione. Tra queste vi sono la classe sociale (che evidenzia le differenze nel benessere), occupazione, etnia, genere, disabilità e condizioni di salute, età, immigrazione e la rete sociale. Sebbene esistano dei limiti a questo approccio – è impensabile ridurre il concetto di vulnerabilità sociale ad un indice – esso fornisce uno strumento efficace per sintetizzare e quantificare alcune dimensioni che concorrono nel determinare le componenti sociali di vulnerabilità presenti su un territorio.

In Italia, il rischio sismico è sempre stato analizzato incrociando dati di pericolosità sismica con quelli di vulnerabilità fisica, escludendo la componente sociale. L'idea proposta è quindi quella di invertire questa tendenza, integrando la pericolosità sismica con la vulnerabilità sociale al fine di ottenere scenari di rischio in grado di evidenziare le aree territoriali potenzialmente più deboli da un punto di vista sociale e contemporaneamente ad elevata pericolosità sismica. In queste aree, si presuppone che gli effetti di un evento disastroso e della sua gestione possano avere conseguenze drammatiche, inficiando la possibilità di reazione e di recupero post-evento della popolazione. Per questo motivo, l'integrazione di questi studi nelle politiche di previsione e prevenzione in ambito di riduzione del rischio da disastri, diventa estremamente importante e utile per una migliore gestione del rischio sismico in Italia.

2. Metodologia

Un'attenta revisione della letteratura ha permesso di identificare sei indicatori di vulnerabilità sociale per il contesto italiano: età, occupazione, istruzione, antropizzazione, proprietà residenziali e stranieri residenti (Cutter *et al.*, 2003; Birkmann, 2006; Wisner *et al.*, 2004). I dati forniti dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT) relativi al censimento della popolazione del 2001, sono stati elaborati per costruire quindici variabili proxy per la valutazione dell'indice di vulnerabilità sociale (tab. 1). Le variabili descrivono quindi le condizioni socio-economiche della popolazione italiana che possono influenzare in maniera positiva o negativa la capacità di prepararsi, rispondere e affrontare eventi disastrosi come i terremoti.

Variabili	Indicatori	Influenza sulla vulnerabilità sociale
Tasso di bambini < 14 anni	Età	Aumenta (+)
Tasso di anziani > 65 anni		
Indice di dipendenza		
Indice di invecchiamento		
Forza lavoro femminile occupati	Occupazione	Diminuisce (-)
Forza lavoro occupati		Aumenta (+)
Tasso di disoccupazione		
Tasso di pendolarismo		
Indice di alta istruzione	Istruzione	Diminuisce (-)
Indice di bassa istruzione		Aumenta (+)
Densità di popolazione	Antropizzazione	Aumenta (+)
Indice di urbanizzazione		
Indice di affollamento		
Qualità residenziale (costruzioni dopo il 1972)	Proprietà residenziali	Diminuisce (-)
Stranieri residenti	Etnia	Aumenta (+)

Tabella 1. Variabili, indicatori e loro impatto sulla vulnerabilità sociale.

2.1. Creazione e mappatura dell'indice di vulnerabilità sociale

Le variabili sono state elaborate per ciascun comune italiano in quanto, a fronte della scala di analisi nazionale, si è scelto di utilizzare l'unità amministrativa comunale come unità territoriale minima di riferimento. Le variabili sono state dapprima standardizzate tramite Z-score (media 0 e deviazione standard 1) in modo da renderle confrontabili tra loro e successivamente sottoposte a un'analisi fattoriale. I fattori con autovalore maggiore di 1 sono stati estratti e ruotati per meglio interpretare la matrice delle componenti. Da questa sono stati estratti quattro fattori che spiegano il 74.6% della varianza dell'intero dataset: Età (29.5%), Occupazione (22.4%), Istruzione (12.9%) e Antropizzazione (9.5%). Considerando l'influenza (positiva o negativa) che i fattori interpretati hanno nel determinare la vulnerabilità sociale, gli scores sono stati aggiunti (+) o sottratti (-) tra di loro in un'unica misura in modo da ottenere l'indice di vulnerabilità sociale. Infine, i valori dell'indice sono stati mappati classificandoli in 4 classi: Molto bassa, Bassa, Media, Alta. In questo modo a ogni comune italiano è stato possibile assegnare un valore di vulnerabilità sociale.

2.2. Combinazione tra vulnerabilità sociale e pericolosità sismica

Il passo successivo di questa metodologia è stato quello di combinare i valori di vulnerabilità sociale con quelli di pericolosità sismica. Questo passaggio è stato possibile in quanto fino al 2009 la mappa di pericolosità sismica classificava ciascun comune italiano in una delle seguenti 4 classi: Zona 1 (la zona più pericolosa dove si possono verificarsi fortissimi terremoti), Zona 2 (dove si possono verificarsi forti terremoti), Zona 3 (dove si possono verificarsi forti terremoti ma rari) e infine la Zona 4 (la meno pericolosa dove i terremoti sono rari) (fig.1).

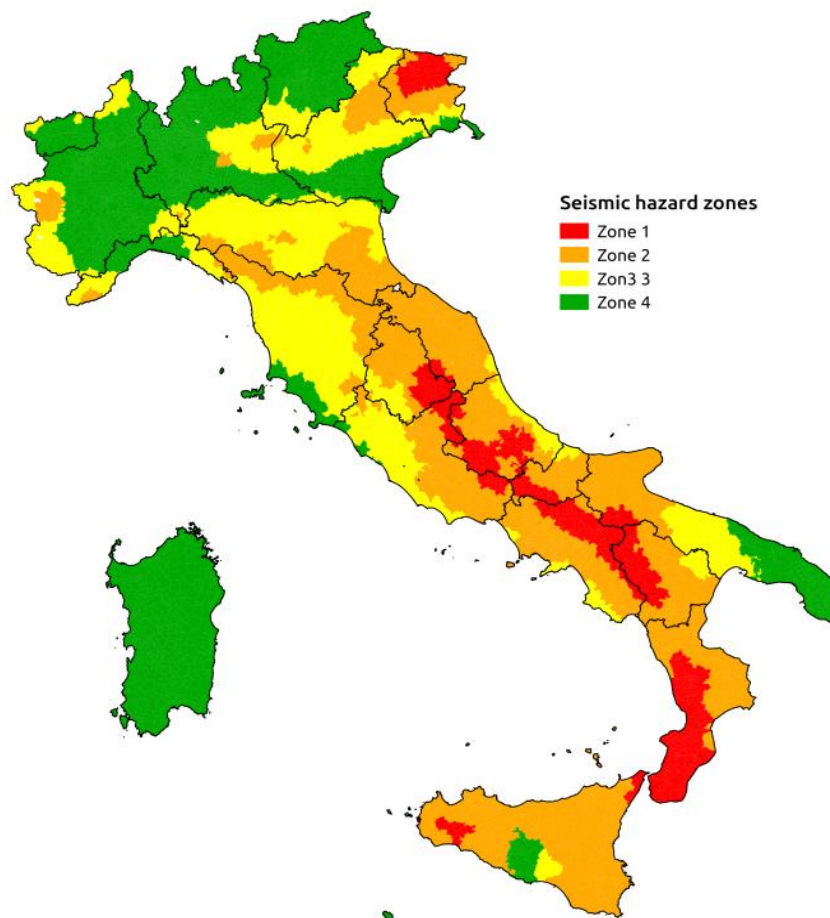


Figura 1. Mappa di pericolosità sismica. Fonte: elaborazione degli autori.

Attraverso una matrice di rischio, le quattro zone di pericolosità sismica sono state incrociate con le quattro classi di vulnerabilità sociale in modo da ottenere un valore di esposizione in grado di evidenziare i comuni italiani con un'alta pericolosità sismica e contemporaneamente un'alta vulnerabilità sociale.

3. Risultati e discussione

La figura 2 mostra la distribuzione spaziale della vulnerabilità sociale a scala nazionale. Come si può osservare dalla mappa, le zone più vulnerabili sono concentrate lungo la zona est dell'arco alpino, a cavallo tra la regione Liguria ed Emilia Romagna e, dal centro Italia, seguendo l'arco appenninico, si concentrano nelle regioni del sud come Campania, Calabria e Molise. Anche le due grandi isole, Sicilia e Sardegna mostrano una vulnerabilità sociale alta. I comuni meno vulnerabili sono localizzati nel centro nord, soprattutto a cavallo tra la regione Lombardia e Veneto, Friuli Venezia Giulia e Trentino Alto Adige.

I risultati ottenuti ci portano a considerare come i diversi fattori estratti dall'analisi fattoriale contribuiscano a volte in modo sinergico altre volte singolarmente alla vulnerabilità sociale di un luogo. Ad esempio, l'età della popolazione costituisce per l'Italia uno degli indicatori più significativo. Invece di crescere la popolazione Italiana tende ad invecchiare. Nel 2016 l'indice di vecchiaia è pari a 161,1. Questo dato colloca il nostro Paese tra i più vecchi del mondo, insieme a Giappone e Germania (ISTAT, 2016).

Dall'analisi del contributo dell'età sull'indice di vulnerabilità sociale si può osservare che per la regione Liguria e nella fascia appenninica le aree interne sono caratterizzate dalla presenza di piccoli centri storici, in cui la percentuale di individui giovani è molto bassa a causa della scarsa presenza di servizi essenziali e infrastrutture. Inoltre gli edifici presenti in queste zone sono molto vecchi e dunque molto più vulnerabili a scosse sismiche.

L'occupazione e l'istruzione sono i principali indicatori che guidano la vulnerabilità sociale per le zone del Mezzogiorno. Diversamente, il nord Italia, grazie ad un alto sviluppo industriale unito ad una forte presenza di infrastrutture, offre maggiori opportunità lavorative incrementando così lo sviluppo economico delle regioni. L'istruzione nelle grosse città è facilitata da una maggiore presenza di servizi scolastici e università rispetto ai piccoli centri di periferia. Valori alti fanno aumentare anche le opportunità di lavoro che spesso richiedono un alto tasso di istruzione. Quest'ultima non solo influenza la percezione del rischio, la capacità di accedere, capire e saper discriminare le informazioni, ma riduce anche la povertà, migliora la salute e garantisce migliori opportunità lavorative (Ahsan, Warner 2014; Ojerio *et al.*, 2010; Cutter *et al.*, 2003; Elstad, 1996).

Nonostante l'alto tasso di istruzione dei grossi centri urbani, le grandi città italiane rientrano nelle classi di vulnerabilità medio-alta. Questo è dovuto soprattutto al forte impatto antropico che la popolazione ha sul territorio. La densità di popolazione, escluso il comune di Roma, è molto alta e questo può rappresentare un aspetto di vulnerabilità sociale importante da considerare. Infatti, regioni che mostrano un rapido aumento della popolazione, soprattutto nelle aree urbane, possono non aver avuto abbastanza tempo per adattarsi all'incremento rapido della popolazione stessa (Myers, 2007; Cutter *et al.*, 2003).

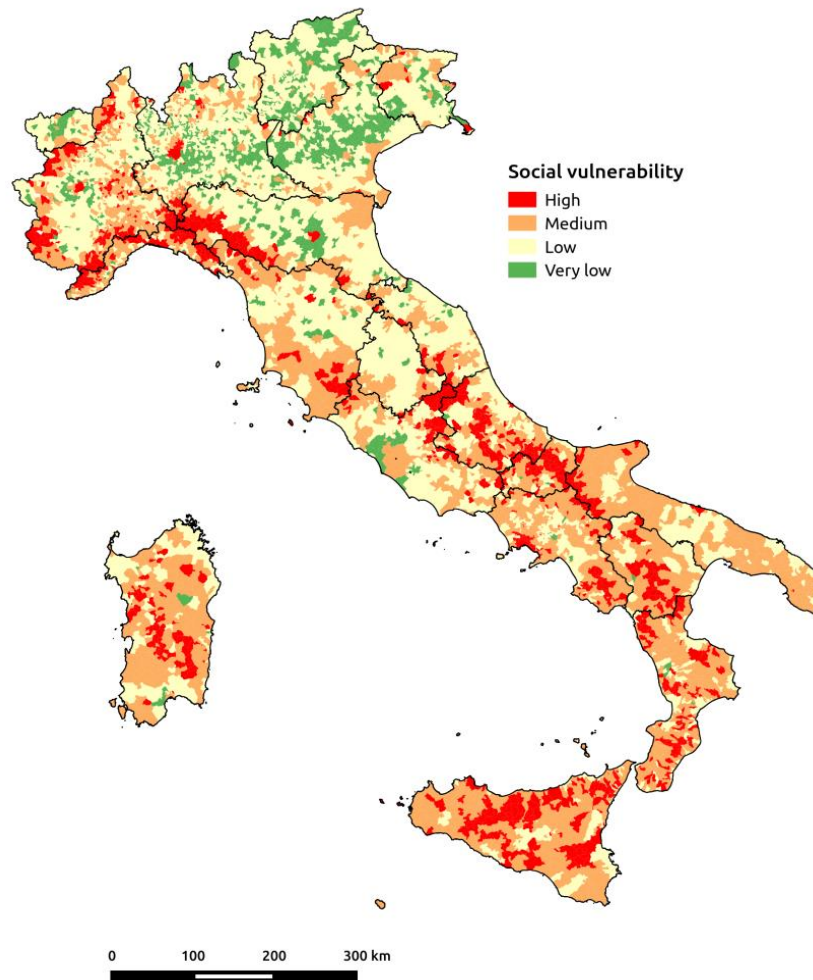


Figura 2. Mappa dell'indice di vulnerabilità sociale. Fonte: elaborazione degli autori.

Il risultato dell'incrocio della mappa di vulnerabilità sociale con quella di pericolosità sismica è mostrato in figura 3. La mappa evidenzia in rosso le aree territoriali italiane che sono vulnerabili da un punto di vista sociale e in cui si possono verificare forti terremoti. La distribuzione geografica dell'esposizione presenta diversi pattern spaziali, assume valori alti di esposizione per le aree tra la regione Liguria e Emilia Romagna e lungo l'arco appenninico fino alla regione Sicilia. Le aree con valori bassi di esposizione sono ovviamente quelle dove la pericolosità sismica è molto bassa, in cui è raro che si verificano eventi sismici (Zona 4).

Isolando queste aree è possibile ottenere degli scenari di rischio integrato che evidenziano come il tessuto sociale possa amplificare gli effetti negativi di un terremoto. La mappa rappresenta quindi un utile strumento per chi si occupa di gestione del rischio sismico e politiche di sostenibilità socio-economiche. Gli scenari che sono stati ricavati con un'analisi a scala nazionale, rappresentano un punto di partenza per concentrare gli sforzi verso studi di maggior dettaglio cercando di capire, attraverso un approccio multidisciplinare, le cause che hanno portato a rendere vulnerabile la popolazione di quel particolare territorio e possibili azioni volte a ridurre l'impatto di un evento sismico.

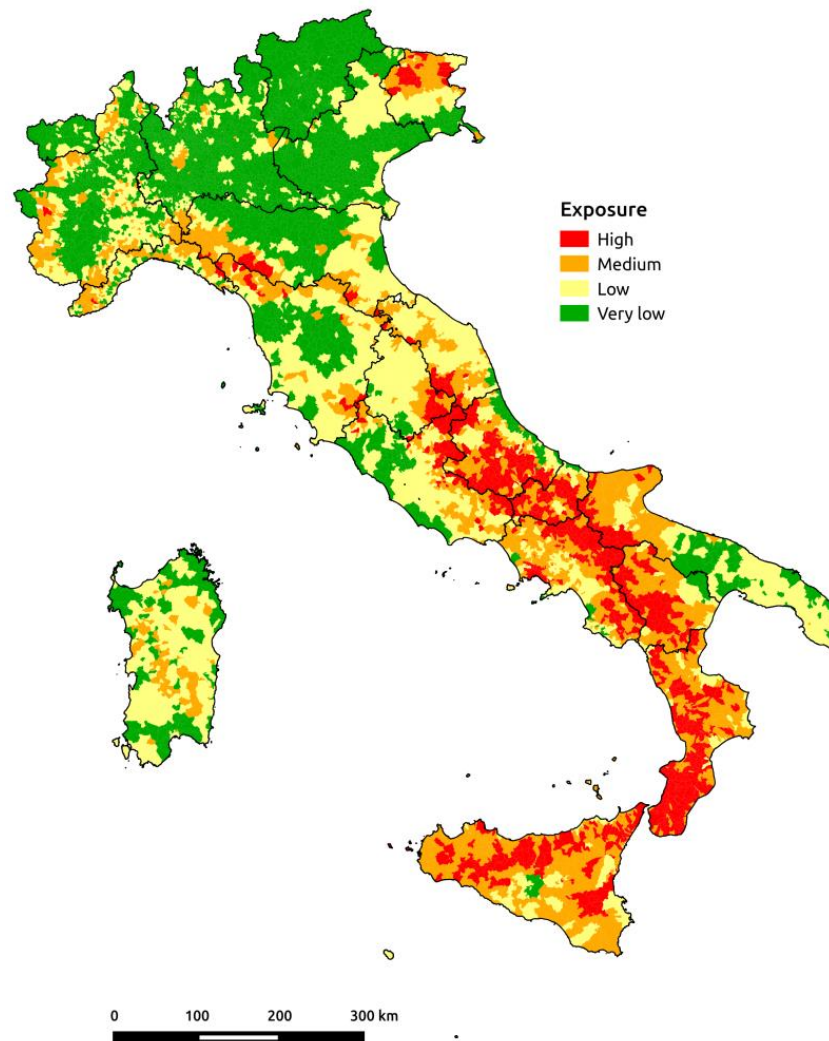


Figura 3. Mappa di esposizione alla pericolosità sismica. Fonte: elaborazione degli autori.

Conclusioni

Seppur non esaustivi, i risultati di questo studio rappresentano un primo passo verso l'utilizzo di approcci misti nell'analisi di rischio sismico. La vulnerabilità sociale di una popolazione è imprescindibile per comprendere il rischio sismico e la sua valutazione rappresenta un passo fondamentale per la comprensione dei disastri. Le mappe elaborate in questo studio testimoniano come in realtà il disastro possa cominciare già prima che l'evento sismico si scateni. Sappiamo in anticipo che le aree più soggette a sismi sono anche le aree dove la popolazione è più anziana, dove gli edifici sono vecchi e costruiti senza alcuna tecnica antisismica, dove vi è una scarsa occupazione lavorativa e dove manca un'istruzione adeguata. In Italia, lo studio dei disastri si focalizza soprattutto sul post-evento, quando ormai il terremoto ha colpito e ha mutato per sempre le dinamiche sociali di un luogo. Occorre agire prima, intensificare gli studi sulla prevenzione, non limitarsi solamente agli aspetti fisici e ingegneristici ma intraprendere analisi ad ampio spettro. Tra queste analisi vi sono ad esempio quelle che considerano gli aspetti storici, le traiettorie di sviluppo locale, le strategie di comunicazione del rischio costruite ad hoc sulle caratteristiche della popolazione e il ruolo della politica sugli sviluppi urbani e sociali.

Le mappe prodotte forniscono solamente un quadro generale su come la vulnerabilità sociale si di-

stribuisca lungo l'intero territorio italiano. Possono però fornire preziose informazioni su dove intervenire e incentivare politiche di prevenzione in grado di giocare in anticipo. Ad esempio è possibile fornire dei servizi sociali mirati alle popolazioni più anziane o anche introducendo polizze di rischio sismico per le popolazioni che vivono in aree con alta probabilità di subire un terremoto. Le mappe ci raccontano anche dove sarebbe più sensato orientare le politiche di previsione e prevenzione di Protezione Civile, incentivando ad esempio una maggiore considerazione della mappatura della vulnerabilità sociale e delle sue componenti nei Piani di Emergenza Comunali.

Riferimenti bibliografici

- Ahsan, M.N., Warner, J., (2014), "The socioeconomic vulnerability index: A pragmatic approach for assessing climate change led risks. A case study in the south-western coastal Bangladesh", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 8, pp. 32-49.
- Benadusi, M., (2015), "Antropologia dei disastri. Ricerca, attivismo, applicazione", *Antropologia pubblica*, 1, 1, pp. 33-140.
- Birkmann, J., (2006), *Measuring vulnerability to natural hazards: towards disaster resilient societies* (No. 363.34 M484m), United Nations University Press, New York, US.
- Carnelli, F., Ventura, S., (2015), *Oltre il rischio sismico. Valutare, comunicare e decidere oggi*, Carocci, Roma.
- Carnelli, F., Frigerio, I., (2016), "A socio-spatial vulnerability assessment for disaster management: insights from the 2012 Emilia earthquake (Italy)", *Sociologia urbana e rurale*, 111, pp. 22-44.
- Cutter, S.L., Boruff, B.J., Shirley, W.L., (2003), "Social vulnerability to environmental hazards", *Social science quarterly*, 84, 2, pp. 242-261.
- Elstad, J.L., (1996), "Inequalities in health related to women's marital, parental, and employment status—a comparison between the early 70s and the late 80s, Norway", *Social science & medicine*, 42, 1, pp. 75-89.
- Fois, F., Forino, G., (2014), "The self-built ecovillage in L'Aquila, Italy: community resilience as a grassroots response to environmental shock", *Disasters*, 38, 4, 719-739.
- Frigerio, I., De Amicis, M., (2016), "Mapping social vulnerability to natural hazards in Italy: A suitable tool for risk mitigation strategies", *Environmental Science & Policy*, 63, pp. 187-196.
- ISTAT (2016), *Rapporto annuale 2016. La situazione del Paese*. <https://www.istat.it/it/files/2016/05/Ra2016.pdf>, 2017/07/07.
- Myers, C.A., (2007), *Population change and social vulnerability in the wake of disaster: the case of Hurricanes Katrina and Rita*, Doctoral dissertation, Faculty of the Louisiana State University.
- Ojerio, R., Moseley, C., Lynn, K., Bania, N., (2010), "Limited involvement of socially vulnerable populations in federal programs to mitigate wildfire risk in Arizona", *Natural Hazards Review*, 12, 1, pp. 28-36.
- Pitzalis, S., (2016), *Politiche del disastro. Poteri e contropoteri nel terremoto emiliano*, Ombre Corte, Verona.
- Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., (2004), *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*, Routledge, London.