

Analisi del rischio territoriale dovuto a sisma

Valerio Baiocchi (*), Donatella Dominici (**), Rachele Ferlito (***), Francesca Giannone (*),
Massimo Guarascio (****), Maria Zucconi (*, ****)

(*)Area Geodesia e Geomatica, DICEA, “Sapienza” Università di Roma, Via Eudossiana, 18 00184- Roma
tel +390644585068, fax+390644585515, e-mail, valerio.baiocchi@uniroma1.it

(**) Università degli Studi dell’Aquila, Dipartimento di Architettura ed Urbanistica – Via Campo di Pile
Zona industriale di Pile, 67100 L’Aquila, tel + 39 0862434118, email: dominici@dau.ing.univaq.it

(***) Dipartimento della Protezione Civile – Roma, rachele.ferlito@protezionecivile.it

(****) DICMA, “Sapienza” Università di Roma, Via Eudossiana, 18 00184- Roma
tel +390644585626, e-mail, massimo.guarascio@uniroma1.it

Riassunto

Nel 2002, nell’ambito di una collaborazione tra il Dipartimento della Protezione Civile e l’Università dell’Aquila, è stata elaborata una metodologia per la valutazione della vulnerabilità di un centro urbano. La metodologia fu applicata alla città dell’Aquila e ad altri due centri minori. La metodologia considerava il territorio antropizzato nel suo complesso di relazioni fisiche e funzionali e non come semplice sommatoria di elementi esposti, permettendo di analizzare simultaneamente i molteplici fattori che intervengono nella determinazione della vulnerabilità dell’intero centro.

In seguito all’evento sismico che il 6 Aprile 2009 ha colpito la città abruzzese, utilizzando l’esito del rilievo del danno e della valutazione dell’agibilità post sisma, è stato possibile verificare la validità di quella parte del modello che valuta il contributo alla vulnerabilità del centro della componente edifici prospicienti la viabilità d’emergenza

Abstract

During 2002 “Dipartimento Nazionale per la Protezione Civile” (Italian national agency for civil protection) asked for a forecasting model to estimate the building vulnerability in the area of L’Aquila to two other smaller towns. The model was studied by Professor Beolchini of L’Aquila University; maps representing the possible buildings and roads damages were prepared for the centre of the city. These maps graduate the possible damage in four different classes and have a maximum resolution of 25 meters. After the earthquake of April 2009 it’s possible to try to assess the accuracy of the model comparing predicted damages with actual damages.

La mappa di vulnerabilità

La valutazione quantitativa del rischio dei centri urbani è condizione indispensabile per un’ottimale pianificazione degli interventi atti alla mitigazione del rischio stesso. In particolare per individuare le priorità d’intervento il pianificatore deve conoscere gli elementi di vulnerabilità di un centro urbano. A tal fine risulta di notevole importanza realizzare una modellazione del centro urbano con l’obiettivo di individuare tutte le componenti che concorrono a determinarne la vulnerabilità e quindi il rischio.

Limiti dell’indice	Classe di vulnerabilità	Colore assegnato
0 – 0.25	Bassa	Verde
0.25 – 0.40	Medio-Bassa	Giallo
0.40 – 0.70	Medio-Alta	Arancione
0.70 – 1.00	Alta	Rosso

Tabella 1 – Classi di vulnerabilità.

La vulnerabilità degli edifici è stata stimata esaminando sia le caratteristiche del manufatto, che permettono di valutare la possibilità di crollo o danneggiamento grave degli edifici stessi, sia le caratteristiche del sito.

Sulla base delle analisi effettuate è stata realizzata una mappa di vulnerabilità originariamente in coordinate catastali CASSINI-SOLDNER in scala 1:2000. Tale mappa è stata poi riproiettata nel sistema di coordinate UTM-WGS84 al fine di poter effettuare i confronti con le altre cartografie.

In tale modello le classi di vulnerabilità sismica sono state scelte facendo riferimento ai valori calcolati della vulnerabilità normalizzati rispetto al valore massimo.

La mappa del rilievo d'agibilità

La valutazione di agibilità realizzata nella fase di emergenza in seguito all'evento del 6 Aprile 2009 è una valutazione temporanea e speditiva volta a stabilire se gli edifici colpiti dal terremoto possano essere utilizzati restando ragionevolmente protetta la vita umana.

I sopralluoghi vengono eseguiti utilizzando schede tecniche, che rendono omogeneo il rilievo del danno riducendo al minimo il giudizio esperto del rilevatore e che permettono un'informatizzazione immediata e quindi un trattamento statistico ed informativo dei dati raccolti.

La scheda utilizzata indirizza a ricondurre l'esito del giudizio di agibilità ad una delle seguenti alternative:

- A. *Edificio agibile;*
- B. *Edificio temporaneamente inagibile (tutto o parte) ma agibile con provvedimenti di pronto intervento, che permettono di poterlo utilizzare in tutte le sue parti, senza pericolo per i residenti;*
- C. *Edificio temporaneamente inagibile da rivedere con approfondimento, in quanto l'edificio presenta caratteristiche tali da rendere incerto il giudizio di agibilità;*
- D. *Edificio parzialmente inagibile, nel caso in cui lo stato di porzioni limitate dell'edificio può essere giudicato tale da comportare elevato rischio per i loro occupanti;*
- E. *Edificio inagibile per rischio strutturale, non strutturale o geotecnico;*
- F. *Edificio inagibile per grave rischio esterno, in assenza di danni consistenti all'edificio.*

Tabella 2 – Classi di agibilità.

Sulla base degli esiti dei rilievi, realizzati da tecnici abilitati sotto il coordinamento del Dipartimento della Protezione Civile, sono state realizzate le mappe del rilievo d'agibilità nel sistema di coordinate UTM-WGS84 in scala 1:2000.

Confronto tra la mappa di vulnerabilità e la mappa degli esiti di agibilità

La vulnerabilità e gli esiti di agibilità sono due grandezze differenti, dal punto di vista logico e di modalità di misura. Per validare il modello di vulnerabilità è stato necessario operare delle semplificazioni e ricampionamenti al fine di poter rendere comparabili due grandezze che rigorosamente non lo sarebbero. La prima considerazione è stata quella di escludere la classe F della mappa del rilievo di agibilità in quanto indica un edificio che non è danneggiato ma potrebbe essere danneggiato da un edificio adiacente, per tanto tale classe non è indice di un reale danno subito dall'edificio. Le classi di esiti sono quindi diventate cinque e quelle di vulnerabilità sono rimaste quattro; la distribuzione di tali classi sono riportate nella figura 1, ove si può notare che la classe "D" degli esiti non è significativamente rappresentata. Al fine di valutare se le due grandezze siano in qualche modo correlate o totalmente non correlate si è operata una raster calculation in ambiente Grass per evidenziare le distribuzioni delle classi di vulnerabilità dei pixels ricadenti in ognuna delle cinque possibili classi di danno (Fig. 2 a-e). Questo ha limitato ovviamente l'analisi ai soli pixels che avevano un valore non nullo tanto nella mappa delle vulnerabilità quanto in quella degli esiti, ad esempio si noti come non vi è un numero significativo di pixels di vulnerabilità che

ricadono nella classe di esiti “D”. Si può senza dubbio osservare una maggiore presenza delle classi di vulnerabilità più alte nella classe di danno più alta (“E”), ed una maggiore frequenza delle classe di vulnerabilità “1” nella classe di vulnerabilità “A” ed ancor di più nella “B”.

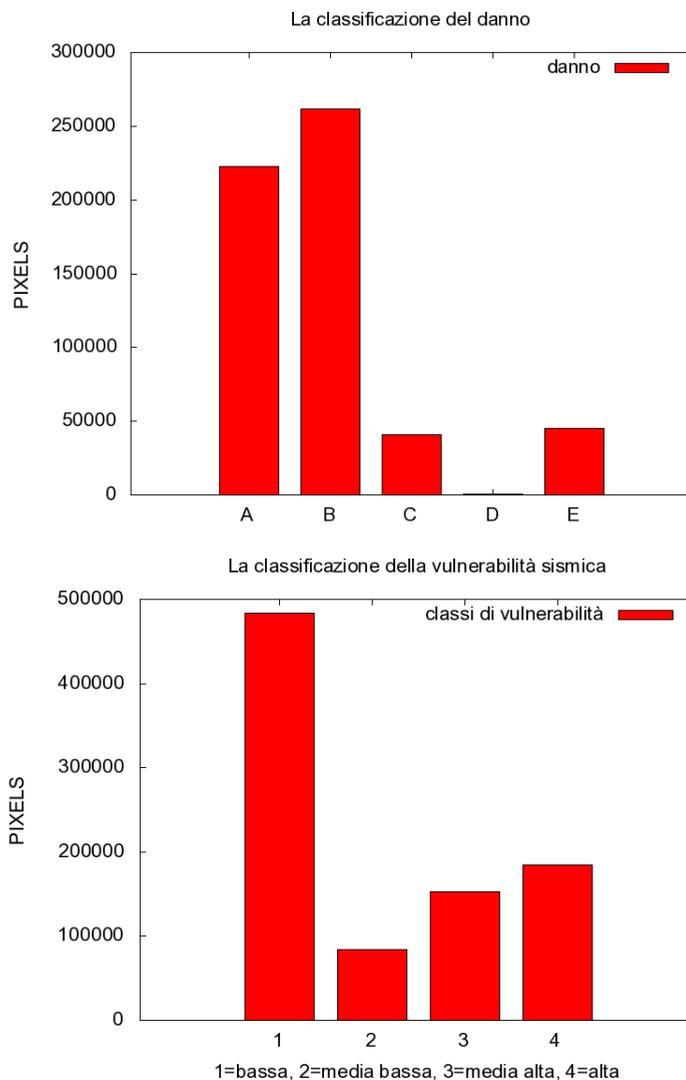


Figura 1 – Distribuzione dei rilievi di agibilità e delle classi di vulnerabilità.

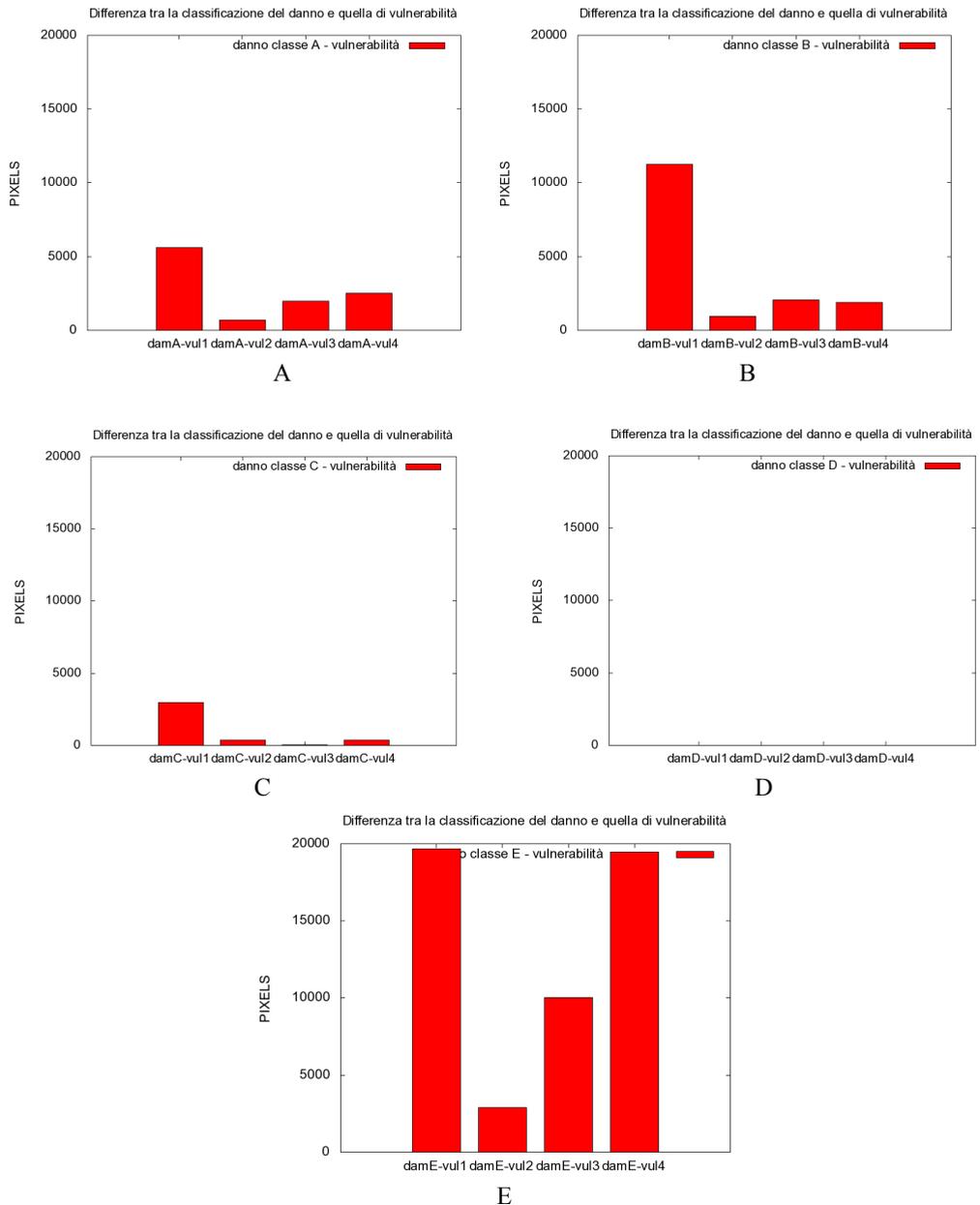


Figura 2 – Distribuzione della vulnerabilità dei pixel contenuti in ogni classe di esiti di abitabilità.

Queste prime osservazioni permettono di ipotizzare che una correlazione tra queste due grandezze nella zona in studio possa sussistere e che è possibile fare alcune semplificazioni quali l'accorpamento delle prime due classi degli esiti e l'eliminazione della quarta al fine di migliorare la significatività e la confrontabilità con la mappa delle vulnerabilità.

Sempre per lo stesso scopo è stato necessario ridurre a tre anche il numero delle classi della vulnerabilità unendo le due classi intermedie ed ottenendo due classificazioni ricampionate a tre classi, che potremo considerare minima, media e massima e che hanno permesso un più agevole confronto per le analisi successive (Fig. 3).

Le classificazioni ricampionate sono state differenziate, sempre in ambiente GRASS, ottenendo una distribuzione a cinque classi (Fig. 4). Osservando la distribuzioni di tali differenze se ne deduce che la classe più rappresentata è quella dell'accordo tra le due classificazioni, ma sembra che ci sia una preponderanza delle classi positive che rappresentano sottostima del danno da parte del modello di vulnerabilità.

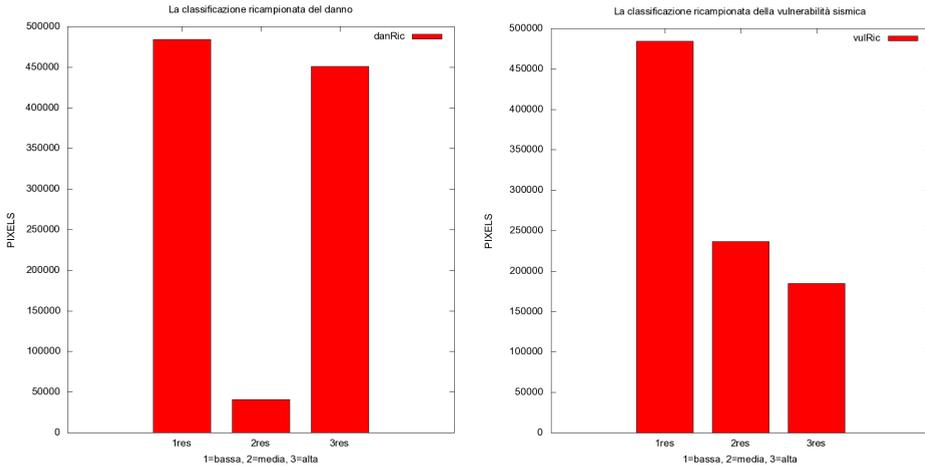


Figura 3 – Distribuzione delle classi degli esiti e della vulnerabilità ricampionate.

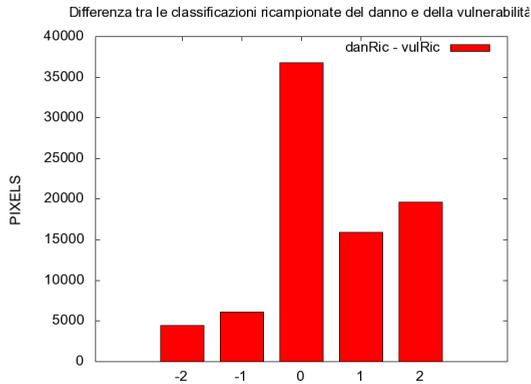


Figura 4 – Differenze tra le classi degli esiti e delle vulnerabilità ricampionate.

Ciò può dipendere dalle ipotesi di semplificazione e riclassificazione applicate per rendere confrontabili le due grandezze, oppure dal non aver considerato alcuni parametri nella formulazione del modello di vulnerabilità che si sono resi disponibili solo successivamente. Osservando la mappa delle distribuzioni di tali differenze (Fig.5) si osserva come le maggiori sottostime del danno da parte del modello di vulnerabilità (in rosso nella mappa) siano concentrate in alcune aree. Le aree di accordo tra i due modelli (in giallo) e di medio disaccordo (arancio e verde chiaro) sono distribuite su tutta l'area; concentrate sembrano pure essere le aree di massima sovrastima del danno (in verde).

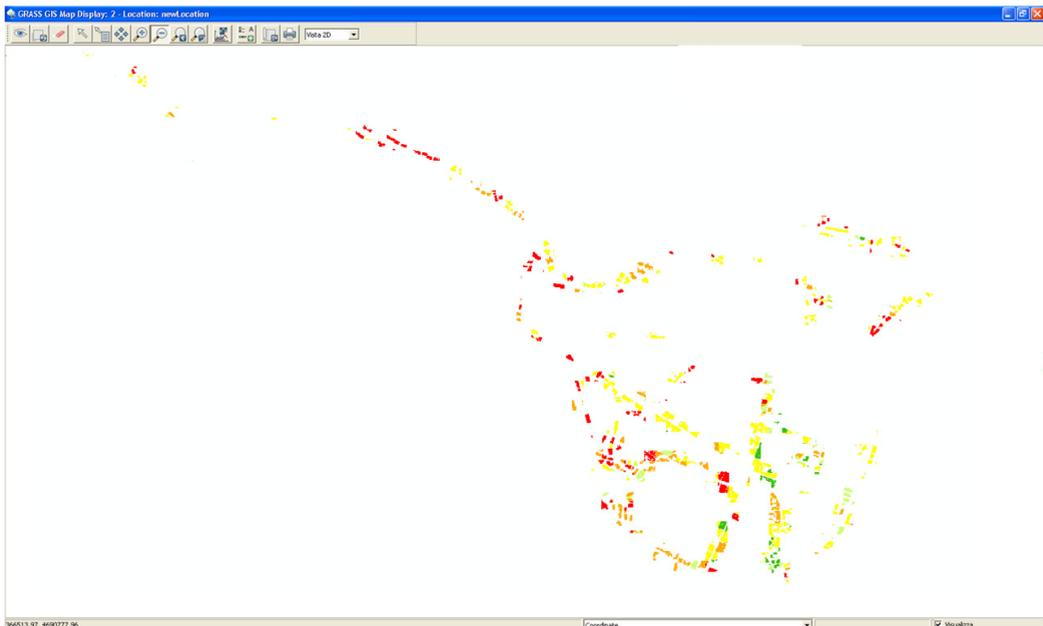


Figura 5 – Mappa delle differenze tra gli esiti ricampionati e le vulnerabilità ricampionate.

Conclusioni e prospettive di sviluppo

La valutazione della vulnerabilità degli edifici eseguita prima dell'evento sismico sembra mostrare un discreto accordo con le valutazioni dei danni riportati dagli edifici dopo il sisma; ciò anche in considerazione della differenza dei metodi e delle classificazione connesse alle due mappature. Tale confronto deve considerarsi come uno studio preliminare il cui scopo, all'attuale stato di sviluppo, aveva solo il fine di valutare la realizzabilità di un tale confronto con metodologie geomantiche e di verificare se alcune ipotesi potessero avere un riscontro statistico. Da questi primi risultati si può senza dubbio affermare che esiste una correlazione tra le valutazioni del modello di vulnerabilità degli edifici e le verifiche dei danni effettuate post-sisma. Si può ipotizzare inoltre che sembra sia presente una correlazione tra i massimi scostamenti osservati ed alcune caratteristiche del terreno. Risulta pertanto interessante confrontare questi risultati con le cartografie di microzonazione sismica e con altre caratteristiche morfologiche desumibili dai modelli digitali del terreno disponibili.

Bibliografia

- Giovanni Beolchini (2003), "Definizione di un indicatore di vulnerabilità urbana", *Atti del Convegno Rischio Sismico e Pianificazione a Scala Urbana: Metodi di Analisi e Strumenti di Intervento*, Roma, 5-6 giugno 2003.
- Ferlito R., Guarascio M., Zucconi M. (2010), Danger treblement de terre et mesure du risque à L'Aquila, *École Centrale*, no 578, July/August 2010.
- Guarascio M. (2010), "Mesure du risque et mesure du danger: le cindynometrie pour l'ingénieur", *École Centrale*, no 578, July/August 2010.
- Guarascio M. et al. Editors, (2007), *Safety and Security Engineering II*, WITPress 2007.
- Guarascio M. et al. Editors, (2009), *Safety and Security Engineering III*, WITPress 2009.
- Zucconi M. (2010), Earthquake risk territorial analysis, *Tesi di laurea specialistica*, Facoltà d'Ingegneria, "Sapienza" Università di Roma.