

Valutazione dei danni post sisma e strategie per la ricostruzione: il Gis di Fontecchio

Chiara Dell'Orto (*), Fabio Maroldi (**)

(*) Politecnico di Milano, piazza L. Da Vinci 32, 20133 Milano, tel. 0223996531, chiara.dellorto@polimi.it

(**) Politecnico di Milano, piazza L. Da Vinci 32, 20133 Milano, tel. 0223997102, fabio.maroldi@polimi.it

Riassunto

Il lavoro affronta la questione della valutazione dei danni al costruito storico diffuso del comune di Fontecchio (Aq). I dati di input rappresentati dalle valutazioni di danni e agibilità (schede AeDES) e dalle basi cartografiche disponibili sono stati implementati in ambito Gis al fine di individuare possibili strumenti per lo studio a scala urbana degli effetti del sisma dell'Aprile 2009. L'integrazione tra le componenti geografiche e statistiche emerse dalle analisi ha permesso di individuare le situazioni di criticità in seguito ulteriormente indagate tramite sopralluoghi diretti in sito. L'analisi dei danni e dei crolli, con specifico riferimento all'incidenza degli interventi di recupero e rinforzo realizzati nel passato, ha consentito in particolare di identificare prime possibili strategie per la ricostruzione post- sismica.

Abstract

The work is about evaluation of seismic damages on historical construction of Fontecchio (Aq). Input data represented by report card (AeDES) and cartographical map have been implemented with Gis in order to identify strategies for seismic risk mitigation on territorial and urban scale after the earthquake occurred in April 2009. Damage suffered by the construction has been studied in connection with the current characteristics of buildings often deriving by their localization and related with building histories. Analysis performed through GIS allows to define case study for safety and preservation design.

1. Il centro storico del comune di Fontecchio (Aq). Inquadramento urbano

Il Comune di Fontecchio è situato nella valle dell'Aterno, dal punto di vista geomorfologico è caratterizzato da altimetrie fortemente variabili tra 510 e 1440 m s.l.m.

La struttura insediativa territoriale locale, è caratterizzata dalla presenza di quattro principali forme: il capoluogo Fontecchio, la frazione di San Pio di Fontecchio, il villaggio temporaneo le Pagliare e il sistema di Conventi.

La ricerca, dopo una prima fase conoscitiva del territorio e del costruito del comune di Fontecchio, si articola in quattro fasi:

- letture e analisi monotematiche a scala urbana
- letture e analisi sistemiche multisettoriali a scala urbana
- identificazione possibili di indici e parametri indicatori per la comprensione dei livelli e delle tipologie di danno
- identificazione di casi studio paradigmatici e di possibili linee di sviluppo della ricerca.

2. Sistema informativo territoriale per il Comune di Fontecchio

La varietà tipologica e la numerosità dei dati raccolti sul centro storico di Fontecchio dopo l'evento sismico ha palesato la necessità di ricorrere ad uno strumento che fosse in grado di organizzarli in maniera compiuta ed organica così da consentirne un utilizzo immediato, dinamico e multidisciplinare. La strutturazione dei dati in ambiente Gis è apparsa subito come la soluzione ottimale per poter integrare l'informazione geografica di posizione con le banche dati alfanumeriche recuperate in loco o attraverso sopralluoghi diretti. Tramite software Gis (sia proprietari che open source) la cartografia in formato numerico è stata innanzitutto georeferenziata secondo un opportuno sistema di riferimento e strutturata in differenti livelli tematici così da fornire informazioni generali circa l'inquadramento territoriale del contesto indagato e le caratteristiche volumetriche dell'edificato soggetto al sisma. Il dato geografico di posizione (curve di livello e punti quotati) è stato interpolato in primis per ottenere un modello digitale del terreno (DTM) da utilizzare per l'analisi in ambito territoriale e successivamente per estrarre volumetricamente l'edificato in funzione della relativa quota di gronda così da poter compiere analisi e valutazioni a scala urbana. Nella fase successiva, sempre in ambito Gis, si è provveduto ad associare in maniera semi-automatica le informazioni ricavate da file alfanumerici o supporti cartacei (schede AeDES) alla base cartografica creata. In questo modo si è strutturato il data base topografico dell'edificato del comune di Fontecchio. Per ogni singolo edificio sono state popolate le informazioni di stato, tipologia, agibilità, caratteristiche strutturali, tipo di danno, ecc.. da impiegarsi nelle successive fasi di indagine e correlazione. Questo processo di associazione biunivoca tra dato di posizione e informazioni alfa numeriche ha di fatto posto le basi per la realizzazione di un futuro e auspicato Sistema Informativo Territoriale per l'intero territorio di Fontecchio, quale strumento di raccolta organizzata, analisi tematica e attività programmata per i futuri sviluppi a scala urbana e territoriale in ottica di prevenzione sismica e di progettazione consapevole delle risorse locali.

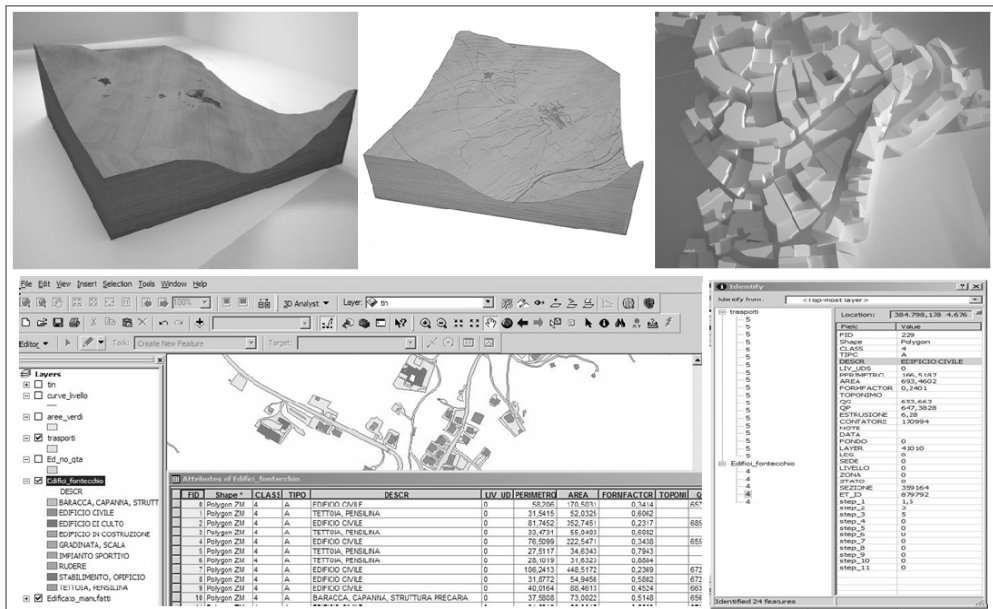


Figura 1 – Elaborazioni dati con software Gis e creazione dei modelli di studio.

3. Lettura scheda grafica del costruito a scala urbana

Sulla base di riferimenti disciplinari presenti nella letteratura tecnico-scientifica ed a partire dagli studi delle modalità di collasso dell'edilizia storica in seguito ai sismi che hanno colpito l'Italia negli ultimi anni, la ricerca opera tramite una prima possibile ri-organizzazione dei dati contenuti nelle schede AeDES.

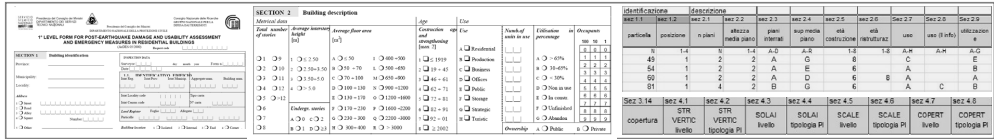


Figura 2 – Scheda AeDES e database contenente i parametri di riferimento.

Il database ottenuto, consente di rilevare situazioni comportamentali ricorrenti in rapporto a specifiche situazioni indagate. Inizialmente sono state individuati parametri descrittivi delle caratteristiche morfo-tipologiche del manufatto o legati alla storia del manufatto prima dell'occorrenza del sisma (numero dei piani complessivi, numero dei piani fuori terra, livello di utilizzo dell'immobile, posizione del manufatto nell'aggregato, tipologia degli elementi costruttivi, danno pregresso...). Ad una analisi grafo-numerica delle frequenze, è stato possibile elaborare mappe tematiche tramite la georeferenziazione del singolo dato. In tal modo è possibile sviluppare contemporaneamente letture a carattere qualitativo (le mappe) con altre a carattere quantitativo (aerogrammi e istogrammi). Una tale possibilità consente di individuare già da subito possibili primi scenari di comportamento del costruito a scala urbana, utilizzando approccio simile al processo decisionale sotteso alle fasi progettuali che si svilupperanno nel momento della ricostruzione. Successivamente si è potuto rilevare il comportamento del manufatto a seguito del terremoto, valutando: il livello di utilizzo, il livello complessivo di agibilità, l'estensione e la gravità del danno agli elementi costruttivi ed infine le indicazioni per una struttura provvisoria d'emergenza. Al fine di cogliere il comportamento globale del manufatto e contestualmente le situazioni problematiche che hanno condotto ad un simile livello di danneggiamento, emerge la necessità di correlare i dati tramite opportuni accorpamenti.

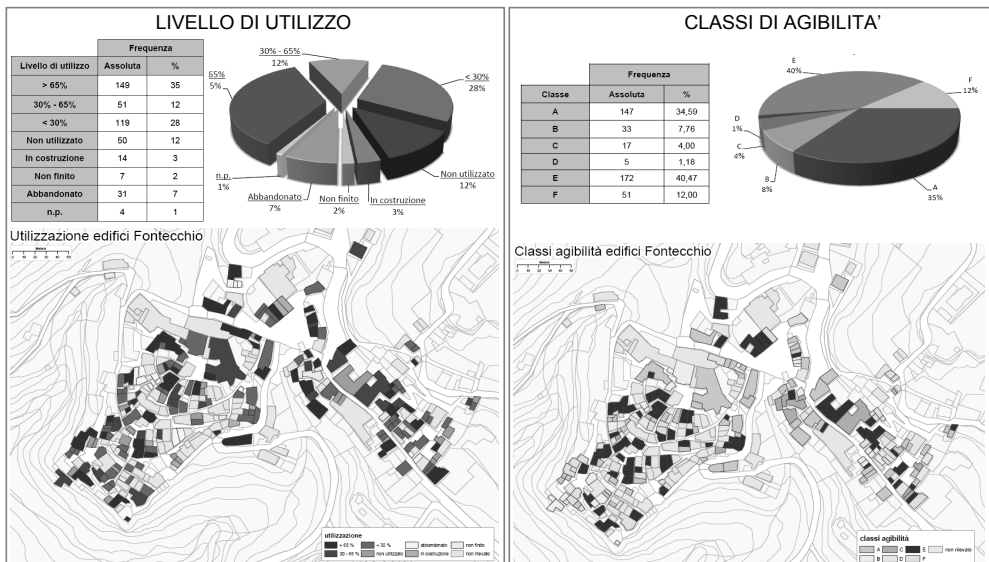


Figura 3 – Esempi di letture monotematiche a scala urbana.

4. Analisi e letture sistemiche a scala urbana

Le possibili correlazioni tra i dati hanno il duplice scopo di: definire i fattori maggiormente incidenti nella definizione del quadro di danno, valutare parametri significativi per lo studio della vulnerabilità sismica del costruito storico in forma aggregata.

La fase di confronto tra le ricorrenze di determinati comportamenti a variare delle modalità di accorpamento o disaccoppiamento dei dati, può essere considerata come una sovrapposizione concettuale di mappe quantitative.

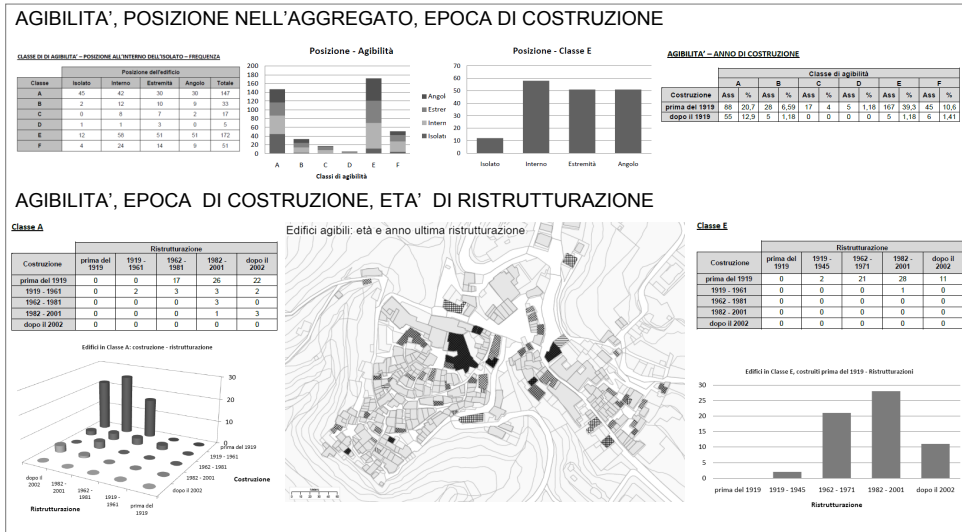


Figura 4 – Esempi di letture sistemiche a scala urbana.

Da tale sovrapposizione emergono situazioni da indagare puntualmente tramite sopralluogo in quanto paradigmatiche di interventi, più o meno recenti, di ristrutturazione che hanno poi condotto ad uno stato di inagibilità dell'immobile.

Pertanto, sono stati valutati nello specifico i manufatti che rientrano, dal punto di vista del giudizio di agibilità, in classe E (inagibili). Ad esempio, assumono un significato rilevante: la frequenza di livelli di danno elevati alle murature portanti in rapporto alla tipologia della copertura; le frequenze di specifici livello di danno e determinati elementi costruttivi/strutturali in rapporto al numero di piani del manufatto.

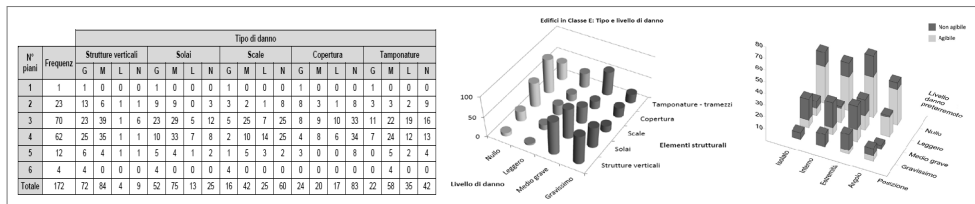


Figura 5 – Esempi di correlazioni tra i tipi ed i livelli di danno degli edifici inagibili.

5. Casi studio e linee di sviluppo della ricerca

Dalle letture fino ad ora introdotte, tramite gli strumenti di georeferenziazione, è stato possibile localizzare sulla mappa i manufatti che presentano situazioni di danno singolari. Su tali casi, si è proceduto con un primo sopralluogo speditivo ed un conseguente rilievo di dettaglio dello stato di danno al fine di verificare l'attendibilità dell'approccio metodologico introdotto nella ricerca.

In rapporto alle recenti ordinanze della Regione Abruzzo (decreto CDR. 3/2010) la ricerca ha individuato una prima proposta di perimetrazione degli aggregati che saranno successivamente soggetti ai piani di ricostruzione post-sismica.

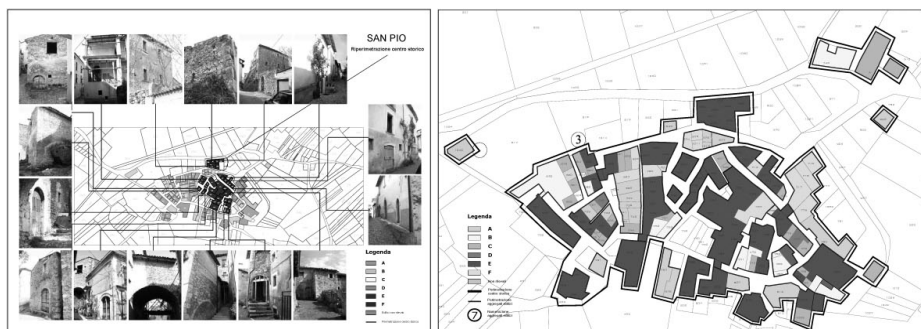


Figura 6 – Proposte di perimetrazione per la frazione San Pio di Fontecchio.

Infine, risulta utile prevedere uno strumento analitico descrittivo relativo al singolo aggregato (SIA-Scheda Identificativa Aggregato) per la gestione, l'archiviazione ed il monitoraggio delle soluzioni progettuali e delle fasi di cantierizzazione.

Considerando l'evento sismico come una ulteriore occasione di conoscenza del costruito e della sua propensione al danneggiamento, sono delineabili alcune possibili linee di sviluppo della ricerca:

- definizione di situazioni urbane omogenee a partire dal tipo e dal livello di danno, al fine di elaborare linee guida per l'intervento di ricostruzione post-sismica;
- implementazione dei dati geometrici dei manufatti tramite la digitalizzazione e georeferenziazione delle piante catastali degli immobili oppure (laddove disponibili soprattutto a seguito degli interventi di recupero post-sisma) dei rilievi delle apparecchiature murarie;
- affinamento di parametri significativi per la comprensione della propensione al danneggiamento sismico degli aggregati edilizi tramite la valutazione delle interazione tra i manufatti che compongono gli aggregati stessi considerando i fenomeni di sfalsamento e martellamento dei solai intermedi;
- valutazione delle modalità di raccolta dati “pre e post sisma” al fine di elaborare sistemi di database in ambiente Gis che consentano sia letture preventive che aggiornamenti dinamici della condizione dei manufatti.

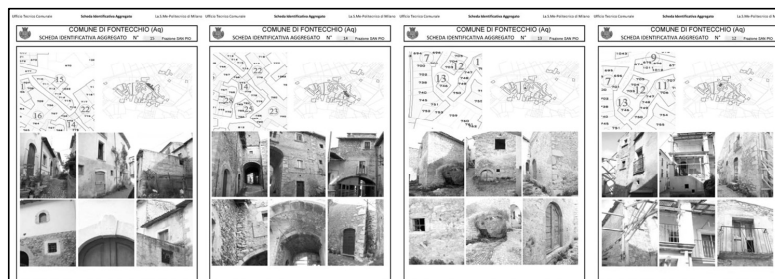


Figura 7 – Esempi di SIA-Scheda Identificativa Aggregato.

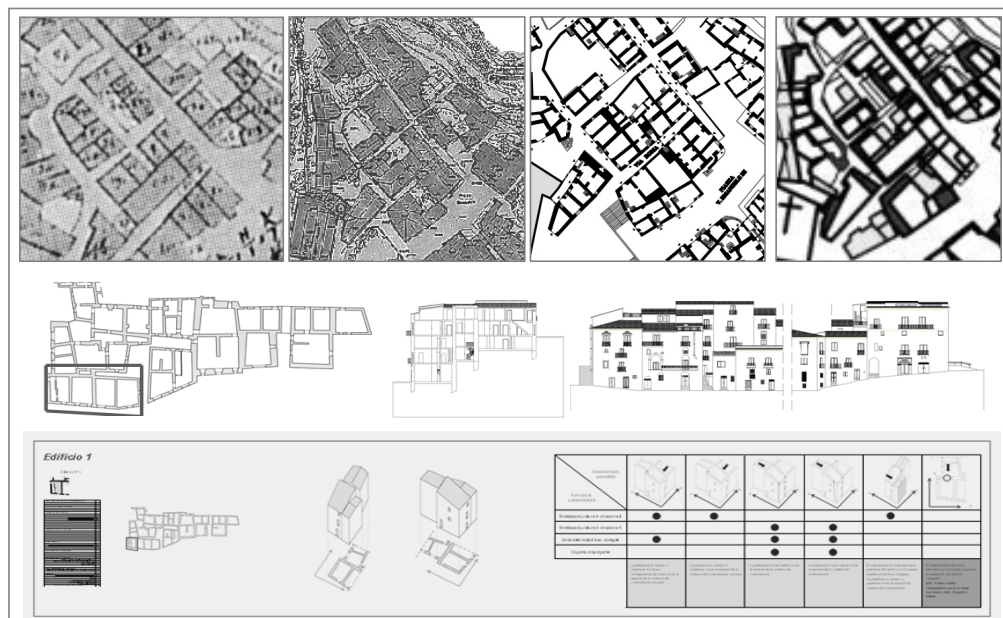


Figura 8 – Esempio di implementazione del data base cartografico con il Catasto Storico e le piante catastali.

6. Ringraziamenti

Il lavoro si è sviluppato nell’ambito del contratto di ricerca “GIS Historical Building Heritage” (Best-Politecnico di Milano) ed è stato supportato dalla collaborazione del Laboratorio di Sperimentazione Metaprogettuale “Costruire a Abitare in zona simica”. Hanno partecipato alle fasi di sopralluogo e rielaborazioni grafiche dei dati Matteo Consolani e Michele Hauner.

Gli autori ringraziano il Sindaco del Comune di Fontecchio, il Referente ed i collaboratori dell’Ufficio Tecnico per il supporto nella fase di raccolta dei dati.

Riferimenti bibliografici

- Dell’Orto C., Guzzetti F. (2009): “Cartographical base for territorial planning in Lombardy Region”, Urban and regional Data Management, Ljubjana, Slovenia, (full text on www.udms.net)
- Cardani G., Maroldi F. (2007), “La prevenzione dei danni sismici su edifici complessi: un approccio multidisciplinare”, in proc. of Workshop *Sicurezza e Conservazione degli edifici storici in funzione delle tipologie edilizie, della concezione costruttiva e dei materiali*, c/o Bib. Nazionale Braidese, Milano
- Maroldi F. Molina C. (2007), “Historical architecture heritage in seismic zone. Mitigation risk design”, in *Historical Architecture Heritage Preservation and sustainable Development*, Tianjin, China
- Maroldi F. (2006), *La ri-costruzione postsismica umbra. Strumenti per il progetto*, Libreria Clup, Milano
- Dell’Orto C., Guzzetti F., Molteni S., Ratti M. (2004), “Esperienze di adeguamento di una cartografia numerica a database topografico”. *Documenti del Territorio*, numero 55: 24-31