



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Il Rilievo Digitale e l'informatizzazione dei dati nella procedura per l'analisi CLE di Poppi

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Il Rilievo Digitale e l'informatizzazione dei dati nella procedura per l'analisi CLE di Poppi / Anastasia Cottini. - ELETTRONICO. - (2020), pp. 467-476. (Intervento presentato al convegno ReUso 2019 tenutosi a Matera, Italy nel 23-26 Ottobre 2019).

Availability:

This version is available at: 2158/1405032 since: 2024-12-21T14:51:15Z

Publisher:

Gangemi Editore spa

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

Conformità alle politiche dell'editore / Compliance to publisher's policies

Questa versione della pubblicazione è conforme a quanto richiesto dalle politiche dell'editore in materia di copyright.

This version of the publication conforms to the publisher's copyright policies.

(Article begins on next page)

IL RILIEVO DIGITALE E L'INFORMATIZZAZIONE DEI DATI NELLA PROCEDURA PER L'ANALISI CLE DI POPPI

Anastasia Cottini^{1*}

*1: Università degli Studi di Firenze
anastasia.cottini@gmail.com*

Keywords: Poppi, Rilievo digitale integrato, Condizione limite emergenza, GIS

DIGITAL SURVEY AND DATA COMPUTERISATION IN THE PROCEDURE FOR THE CLE ANALYSIS OF POPPI

Abstract *This paper presents the procedures for the CLE analysis of the municipality of Poppi (AR). The CLE analysis (Limit Condition in Emergency) applies in the event that the urban settlement is damaged following an extraordinary event, resulting in the disruption of almost all functions. It is a tool designed for the integration of assistance measures for seismic risk mitigation, which validates the Civil Protection system of emergency management. In the Poppi case, CLE analysis is based on the old town integrated digital survey, that serves as a diagnostic tool to identify strategic buildings, areas and infrastructures when filling in the cataloguing sheets. The cataloguing sheets and the map data are computerised with appropriate software. GIS software is therefore useful to correlate different types of collected data, to guarantee a univocal and standardised representation of the CLE elements and to ensure the updating and easy consultation of the data.*

1. INTRODUZIONE

Il presente articolo riepiloga le operazioni di documentazione e rielaborazione dati relative al Comune di Poppi (AR), con particolare attenzione alle procedure per l'analisi CLE. Le attività di rilievo digitale integrato, condotte dal DIDA - Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze in collaborazione con l'amministrazione comunale di Poppi, vengono intraprese a partire dal 2010. I risultati delle campagne di rilievo sono raccolti nel volume *“La città dei Guidi: Poppi. Il costruito del centro storico, rilievi e indagini diagnostiche”* di G. Pancani (Edifir, 2017).

Le motivazioni che stanno alla base di tale lavoro risiedono sia nel pregio intrinseco dell'immagine urbana dell'insediamento casentino, sia nell'interesse del Comune a conoscere e valorizzare il proprio patrimonio, sia nella necessità di pianificare attività di prevenzione del rischio sismico al quale il borgo è sottoposto (Fig. 1).



Figura 1. Veduta della Valle dell'Alto Casentino della città di Poppi

1.1. Cenni storico-geografici

Il borgo di Poppi (AR), capoluogo dell'omonimo Comune, si sviluppa sulla cima di un colle del Casentino, lungo la riva destra del fiume Arno, in posizione dominante rispetto alla vallata casentinese.

L'esistenza di Poppi è documentata per la prima volta in tre documenti della seconda metà del XII sec. [1,2,3], periodo attorno al quale si pensa sia iniziata l'edificazione del *Castrum* citato nel documento del 18 maggio 1169 [4]. Vi sono tuttavia ritrovamenti di reperti archeologici che testimoniano l'esistenza di un insediamento etrusco di grandi dimensioni in corrispondenza dell'odierna cittadina.

Relativamente alle cinte murarie, la prima doveva circondare il primo nucleo di incastellamento (presso l'attuale Torre dei Diavoli), mentre la seconda, realizzata nella seconda metà del XIII sec.,

cingeva la totalità della sommità del colle [4]. All'epoca della seconda cinta muraria sono presenti due castelli: il primo edificato dal ghibellino Guido Novello, la decadenza del quale si suppone sia iniziata nell'ultimo decennio del XIII sec., ed il secondo - tuttora esistente - appartenente al fratello guelfo Guido Simone [4]. Risalgono a questo secolo le porte cittadine, il ponte sull'Arno, il convento di San Fedele, le chiese di San Martino, San Michele e San Lorenzo.

Tra i sec. XIII e XV il centro storico di Poppi compie il proprio sviluppo urbano, fino ad assumere l'aspetto ancora visibile. Lungo il corso, attuale via Cavour, sorgono le botteghe artigiane, sovente collegate alle abitazioni e caratterizzate da porticati lungo il fronte stradale [5]. In seguito alla conquista del Casentino da parte dei fiorentini, attorno alla metà del XV sec. [4], i Conti Guidi vengono cacciati da Poppi.

Nel corso dei sec. XVI e XVII sorgono il monastero della Santissima Annunziata e l'Oratorio del Morbo, quest'ultimo in seguito alle epidemie di peste abbattutesi sul Casentino [6] (Fig. 2).

Poppi assume l'aspetto odierno a partire dai primi anni del '900, con le nuove urbanizzazioni e la nuova viabilità.

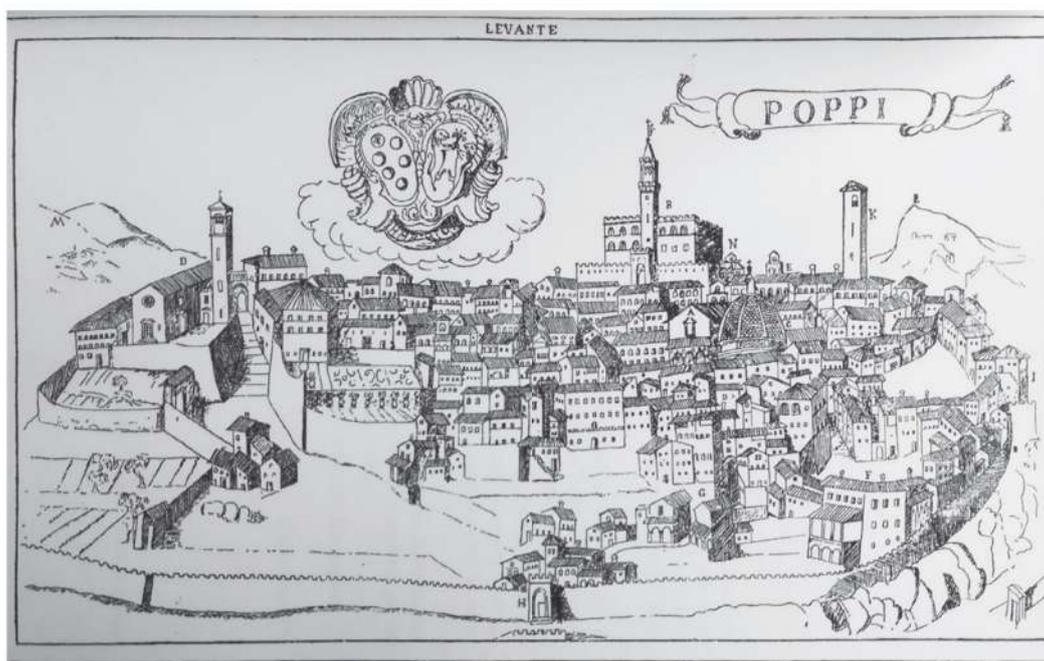


Figura 2. Veduta storica di Poppi da una sanguigna originale del 1600

2. ACQUISIZIONE DATI

Le operazioni di rilievo nel centro storico di Poppi si sono concentrate sui fronti urbani e su due edifici singoli, quali il Castello dei Conti Guidi e la pieve di Buiano. La raccolta di informazioni sulla morfologia dei fronti urbani è stata finalizzata alla creazione di una banca dati che consentisse di analizzare i dati morfo-funzionali e di formulare previsioni in merito al rischio sismico. Relativamente al Castello e alla pieve, sono stati ricavati dati in merito alla morfologia ed organizzati in modo da consentire di eseguire le analisi strutturale e stratigrafica.

Le campagne di acquisizione dati hanno avuto luogo nel 2010 (un tratto di mura storiche), nel 2011 (Castello dei Conti Guidi), nel 2012-13-14 (centro storico, con sperimentazioni in merito a protocolli di lavoro riguardanti la certificazione del rilievo e le indagini sulla prevenzione sismica), nel 2017 (pieve di Buiano) [7].

2.1. Rilievo laser-scanner

Dal momento che le operazioni di rilievo si sono svolte nel corso di più anni, gli strumenti utilizzati sono molteplici e con diverse caratteristiche: *Leica HDS ScanStation2* (testa rotante a 360°, velocità di acquisizione di 4000 punti al secondo, controllato da laptop), *Faro focus3D* (leggero, velocità di acquisizione di 250000 punti al secondo, possibilità di acquisire immagini fotografiche), *Z+F IMAGER 5006h* (portata massima di 60 m, velocità di acquisizione di 1000000 di punti al secondo), *Z+F IMAGER 5010* (portata massima di 180 m) e *Riegl VZ 400* (portata fino a 800 m), *Leica HDS 7000* (con caratteristiche uguali a quelle dello *Z+F IMAGER 5010*).

Il rilievo laser-scanner del Castello dei Conti Guidi è stato affrontato in tre sessioni, rispettivamente di 108, 37 e 22 scansioni, messe a registro grazie alla nuvola di punti del rilievo topografico e, qualora questa fosse assente, mediante l'individuazione di *punti naturali* omologhi a più scansioni (Fig. 3).



Figura 3. Laser-scanner Z+F Imager 5006h e target a centro di massa

Per quanto riguarda il centro storico di Poppi, sono state eseguite tre campagne di rilievo laser-scanner in tre anni diversi, per la registrazione delle quali si è resa necessaria la presenza della poligonale topografica, a causa delle dimensioni, della morfologia e delle differenti quote altimetriche del borgo. La pieve di Buiano ha richiesto circa 100 scansioni laser-scanner, comprensive degli spazi esterni ed interni, effettuate in una sola sessione [7].

2.2. Rilievo topografico

Il rilievo topografico assume un valore significativo nell'ottica di un lavoro di tali dimensioni, in quanto la nuvola di punti topografica funge sia base di appoggio per la registrazione delle scansioni laser-scanner, sia da strumento di controllo. Sono stati eseguiti due rilievi topografici, con senso di percorrenza della poligonale diverso ed in tempi diversi.

Il primo dei due, con funzione di appoggio per la registrazione delle scansioni laser-scanner, ha avuto inizio e fine nella chiesa di San Fedele ed ha percorso in entrambi i sensi via Cavour. Tale rilievo ha incluso la misurazione dei target utilizzati per la registrazione delle scansioni laser-scanner e l'acquisizione di punti di controllo su alcuni *punti naturali* della morfologia urbana (appartenenti a modanature, soglie, capitelli, basamenti...). A questa poligonale si sono collegate le successive, fino a completare il rilievo del centro storico.

Il secondo rilievo, con funzione di controllo, ha avuto inizio in piazza Amerighi e fine in San Fedele, attraverso via Cavour. Anche in questo caso, oltre agli altri punti di controllo, sono stati acquisiti nuovamente i *punti naturali* misurati nel primo rilievo topografico. Tale poligonale è servita, dopo la registrazione dell'intero rilievo, a verificare lo scarto su ogni punto misurato nel rilievo laser-scanner e nei due topografici [7, 8].

2.3. Rilievo fotografico

Nel caso di Poppi, la fotografia è stata utilizzata sia come strumento di documentazione, sia per realizzare elaborati con le tecniche della fotogrammetria piana e della SfM (*Structure from Motion*). Se nel primo dei due casi è sufficiente utilizzare la fotocamera dello smartphone o del tablet, nel secondo caso è importante usufruire di una strumentazione adeguata, ovvero di fotocamere digitali con un sensore ed una risoluzione sufficienti e con obiettivi intercambiabili [9]. La documentazione fotografica è servita a testimoniare lo svolgimento delle operazioni di rilievo, ma anche per realizzare un abaco dei particolari architettonici (non sempre apprezzabili nelle scansioni laser-scanner per motivi di definizione del dato), utile in fase di restituzione grafica e per la schedatura dei fronti urbani.

La tecnica della fotogrammetria piana permette di raddrizzare delle fotografie a partire dalla misura nello spazio fisico di alcuni punti notevoli. In questo lavoro di rilievo, tale tecnica è stata utilizzata con un protocollo misto comprendente un primo raddrizzamento delle foto acquisite con software quali *Archis* e *RDF* ed un completamento della fotomosaicatura utilizzando come riferimento *ortho-image* ricavate dalla nuvola di punti. È stata impiegata per il rilievo del Castello dei Conti Guidi e per il rilievo urbano del centro storico di Poppi (Fig. 4).

La tecnologia SfM si basa sull'individuazione di punti notevoli in più fotografie che abbiano una certa sovrapposizione, allo scopo di ricavarne le coordinate spaziali ed ottenere un modello 3D di punti dal quale si può ottenere una *mesh* poligonale texturizzata. Tale metodologia è stata utilizzata unicamente per il rilievo della Pieve di Buiano [7].



Figura 4. Restituzione a fotopiano, sovrapposizione tra la restituzione a filo di ferro e la nuvola di punti dell'Oratorio della Madonna del Morbo

3. ELABORAZIONE DATI

Le scansioni laser sono state registrate su *Leica Cyclone* ed il risultato è stato controllato e certificato mediante confronto con poligonale topografica e verifica con fili di sezione (Fig. 5), in modo tale da accertare che il rilievo rispettasse i limiti di accuratezza stabiliti dalla norma ISO 4463-3 (± 50 mm in scala 1:200, ± 25 mm in scala 1:100, ± 12 mm in scala 1:50).

La rappresentazione grafica degli elaborati, sia dei fronti urbani che dei singoli edifici, è stata eseguita principalmente in scala 1:50, producendo tavole che descrivono la morfologia delle architetture, i materiali utilizzati e lo stato di degrado. Sono stati utilizzati programmi CAD per le operazioni di disegno, eseguite sulle *ortho-image* ricavate dalla nuvola di punti, e software quali *Adobe Photoshop* per quelle di post-produzione dei fotopiani ottenuti con la fotogrammetria piana e con la tecnica SfM.

È stata inoltre prodotta una cartografia di sintesi dell'intero borgo, in scala 1:100, con informazioni relative ai risultati delle analisi strutturali speditive. L'utilizzo di *elevation maps*, ricavate da *Leica Cyclone*, permette infatti di valutare lo stato di conservazione e le problematiche dei manufatti architettonici, grazie al dato relativo alle deformazioni del paramento murario ed al quadro fessurativo [10, 11] (Fig. 6).

È stata eseguita una schedatura che documenti le caratteristiche architettoniche delle singole unità edilizie. Le schede sono state poi raccolte in una banca dati GIS di facile aggiornamento e consultazione [7].

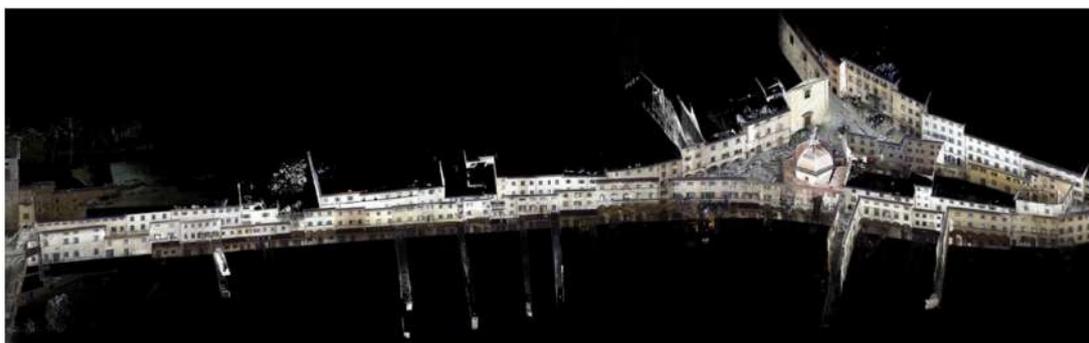


Figura 5. Nuvola di punti su Via Cavour



Figura 6. Analisi delle deformazioni mediante l'utilizzo delle elevation maps e modello schematico dei dissesti

4. ANALISI CLE

In seguito al terremoto che ha colpito l'Abruzzo nel 2009, lo Stato ha emanato dei provvedimenti per lo stanziamento di fondi finalizzati alla prevenzione del rischio sismico in tutta Italia. Vengono programmati progetti pluriennali allo scopo di studiare la caratterizzazione sismica delle aree e di intervenire per rendere più sicuri gli edifici pubblici e privati, con operazioni quali: indagini di microzonazione sismica, interventi di miglioramento sismico o di demolizione/ricostruzione di edifici privati e pubblici, interventi per la mitigazione del rischio sismico su infrastrutture.

Nel 2012 viene introdotta l'analisi CLE (Condizione Limite per l'Emergenza), finalizzata all'integrazione degli interventi per la mitigazione del rischio sismico a scala comunale. Tale analisi riguarda l'attività di verifica dei sistemi di gestione dell'emergenza, ovvero l'insieme dei sistemi fisici quali edifici strategici, aree di emergenza, infrastrutture di connessione e di accessibilità. La CLE corrisponde a quella condizione limite per cui, in seguito ad un evento straordinario, l'insediamento urbano nel complesso subisce danni fisici e funzionali che comportano l'interruzione di quasi tutte le funzioni urbane presenti. La funzionalità della maggior parte delle strutture strategiche e della loro connessione ed accessibilità viene comunque conservata.

L'obiettivo dell'analisi CLE di un dato insediamento è quello di ottenere un quadro generale di funzionamento del centro abitato per la gestione dell'emergenza sismica, anche in relazione al contesto territoriale. È pertanto indispensabile identificare le strutture strategiche ed il sistema di interconnessione fra tali strutture: a tale scopo, devono essere seguite modalità di rilevamento ed archiviazione secondo specifici *Standard di rappresentazione e archiviazione informatica*. La

Protezione Civile ha predisposto cinque Schede specifiche di rilevamento (Edifici Strategici, Aree di Emergenza, Infrastrutture di Accessibilità/Connessione, Aggregati Strutturali, Unità Strutturali), per l'identificazione di manufatti con funzione di gestione (o strategici) e con funzione di accessibilità. Le informazioni da rilevare in merito ai manufatti sono quindi limitate alle caratteristiche fisiche e di uso. Il supporto di base per le Schede è costituito dalla cartografia esistente (CTR in scala non inferiore a 1:10000).

Prima di avviare le operazioni per l'analisi CLE, è opportuno consultare i piani di emergenza o di protezione civile, qualora esistano, e gli studi di microzonazione sismica. In questo modo è possibile individuare in cartografia gli edifici strategici e le infrastrutture di connessione già nella fase preliminare. Nella fase del rilevamento su campo si verifica la corrispondenza della situazione reale con gli elaborati predisposti in fase preliminare, procedendo con la compilazione delle Schede di analisi. Le Schede esaminano le caratteristiche di ciascuno degli edifici con funzioni strategiche (ES), delle aree di emergenza (AE), delle infrastrutture di accessibilità o connessione (AC), degli aggregati strutturali (AS) e delle unità strutturali (US). Nella terza fase vengono informatizzate sia le Schede, con il software SoftCLE, sia i dati cartografici, con il software QGIS. Vengono infine realizzati la Carta degli elementi per l'analisi della CLE (in scala 1:10000) ed i relativi stralci (in scala 1:2000), seguendo gli standard di archiviazione [12].

4.1. L'analisi CLE di Poppi

Nel caso di Poppi, le operazioni per l'analisi CLE si inseriscono all'interno delle attività di rilievo del centro storico. Grazie alle informazioni raccolte mediante le campagne di rilievo e le analisi materiche e diagnostiche, è stato possibile analizzare le connessioni tra gli edifici, identificando aggregati ed unità edilizie. Le singole unità edilizie sono state poi valutate nei loro aspetti formali, manutentivi e conservativi. I dati di base utilizzati per la redazione delle mappe sono costituiti dalla CTR (Carta Tecnica Regionale) in scala 1:10000 del volo del 1996, redatta nel 1999, il database topografico in scala 1:2000 della Regione Toscana, il Piano Provinciale Integrato di Protezione Civile del Comune di Poppi, il Piano di Assetto Idrogeologico e le Schede AeDes (Agibilità e Danno in emergenza sismica) esistenti.

Avvalendosi delle interpretazioni del dato prodotto dal rilievo laser-scanner, in grado di fornire informazioni metriche e qualitative, è stato possibile individuare i punti strategici e le criticità del centro storico. Gli edifici strategici sono il palazzo comunale, la caserma dei Carabinieri e la scuola superiore G. Galilei, e sono stati oggetto di interventi di adeguamento sismico dal 1980 al 2006. Le infrastrutture di connessione via Cavour e via Battisti, al contrario, rappresentano punti critici, a causa della presenza delle porte cittadine di accesso al centro storico, in particolare di quella in prossimità dell'abbazia di San Fedele e di quella situata in piazza Amerighi. Si stima infatti che, in caso di sisma, le due porte potrebbero collassare ed impedire sia la fuga dei cittadini, sia l'accesso dei mezzi di soccorso. La presenza di portici lungo il corso di Poppi rappresenta un'ulteriore criticità, dal momento che i dati provenienti dalle *elevation map* ricavate da Leica Cyclone hanno evidenziato il rischio di ribaltamento degli elementi verticali, quali colonne e pilastri, che sostengono i loggiati. In conclusione, è stato stabilito che il centro storico di Poppi si presenta come un organismo ben conservato, ma che necessita di alcuni interventi di adeguamento sismico da effettuare sulle porte cittadine e sugli aggregati strutturali presenti lungo il corso [7].

Le operazioni di compilazione delle Schede per l'analisi CLE sono state completate eseguendo sopralluoghi

in tutto il territorio comunale, al fine di individuare gli edifici strategici, le aree di emergenza, gli aggregati strutturali, le unità strutturali e le infrastrutture di connessione (anche nell'ottica di correlare la CLE di Poppi con le CLE dei comuni confinanti) presenti nelle tredici frazioni di Poppi. Particolare attenzione è stata posta nella valutazione dello stato di conservazione di edifici, aree ed infrastrutture, al fine di attribuire loro le funzioni strategica, di emergenza e di connessione in maniera corretta.

La procedura è stata conclusa informatizzando le Schede mediante il software SoftCLE e ponendo in correlazione le Schede e la cartografia con il software QGIS. QGIS, un'applicazione desktop GIS (*Geographic Information System*) FOSS (*Free and Open Source Software*), consente di far confluire dati in formati diversi, importati come *layer* separati, in un unico progetto. Ai *layer* contenenti gli oggetti ES, AE, AC, AS e US, rappresentati sulla CTR in formato *raster*, sono stati sovrapposti i *layer* contenenti le informazioni raccolte nelle Schede. I vari *layer* sono stati poi messi in correlazione in modo che, interrogando un dato elemento della CLE, ne vengano visualizzate le informazioni associate. Ciò costituisce un database consultabile ed aggiornabile nel tempo (Fig. 7).

Sono state infine prodotte una relazione illustrativa, una Carta degli elementi per l'analisi della CLE (in scala 1:10000 e georeferenziata secondo l'UTM 33N) e relativi quattordici stralci (in scala 1:2000), in accordo con gli standard di rappresentazione forniti dalla Commissione Tecnica per la microzonazione sismica.

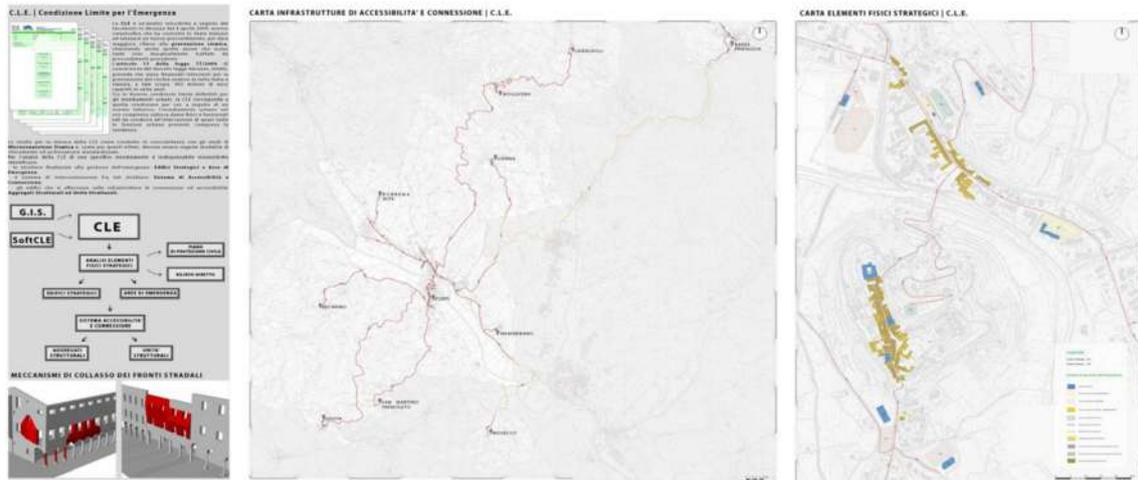


Figura 7. Tavola generale con le mappe del territorio del comune di Poppi

5. CONCLUSIONI

L'articolo ha lo scopo di evidenziare il ruolo fondamentale del rilievo digitale integrato nell'ottica della prevenzione sismica. I dati forniti dalla strumentazione laser sono stati opportunamente integrati dai rilievi topografico e fotografico e rielaborati mediante gli appositi software, ma soprattutto sono stati discretizzati ed interpretati criticamente dagli operatori e dagli specialisti del settore. Questo garantisce che il dato ottenuto sia preciso, affidabile e certificato secondo i limiti imposti dalla norma ISO 4463-3, tanto da poter essere utilizzato per effettuare valutazioni in merito al rischio sismico delle architetture ed al loro stato di conservazione.

L'analisi del dato di *riflettanza* e delle *elevation map* (all'interno del software Leica Cyclone), lo studio del quadro fessurativo e della stratigrafia muraria, le operazioni di schedatura dei fronti stradali: sono tutti

strumenti che consentono di esaminare e correlare una quantità di dati metrici e morfologici in maniera critica. Tali dati permettono di comprendere quali siano gli stati di conservazione degli edifici analizzati e di prevedere quali interventi di adeguamento sismico o di restauro siano da effettuare [13].

Le operazioni di acquisizione ed elaborazione dati tramite rilievo digitale appaiono dunque di primaria importanza all'interno delle attività di protezione civile finalizzate alla prevenzione sismica, come nel caso dell'analisi CLE. La creazione di una banca dati GIS, infine, garantisce che le informazioni siano consultabili nel tempo ed aggiornabili in caso di necessità, e che gli elementi graficizzati abbiano una rappresentazione standardizzata ed univoca.

6. RIFERIMENTI

- [1] L. Schiaparelli, F. Baldasseroni (a cura di), *Regesto di Camaldoli* vol. I e II, Loescher: Roma, vol. II doc. 1066 pp. 192-193, 1907
- [2] M. Bicchierai, *Poppi dalla signoria dei conti Guidi al vicariato del Casentino (1360-1480)*, Tesi di dottorato di ricerca in storia medievale, XIV ciclo, p. 29, 2003
- [3] N. Rauty, *Documenti per la storia dei conti Guidi in Toscana, Le origini e i primi secoli. 887-1164*, Firenze, doc. 226, 2003
- [4] R. Bargiacchi, "I Conti Guidi e l'incastellamento nel Casentino: il caso di Poppi". *Archeologia Medievale*, XXXV, p. 3115-332, 2008
- [5] M. Bicchierai, *Ai confini della Repubblica di Firenze. Poppi dalla Signoria dei conti Guidi al Vicariato del Casentino (1360-1480)*, Olschki: Firenze, p. 39, 2005
- [6] R. Bargiacchi, *Chiese e Santuari del Casentino*, Ecomuseo del Casentino, p. 123-126, 2008
- [7] G. Pancani, *La città dei Guidi: Poppi. Il costruito del centro storico, rilievi e indagini diagnostiche*. Firenze: Edifir, 2017
- [8] G. Pancani, "Il Castello dei Conti Guidi a Poppi, la certificazione nel rilievo laser scanner quale base morfologica di indagini diagnostiche per la conservazione e la valorizzazione del monumento". *Le Ragioni del Disegno*, Gangemi Editore: Roma, 2016
- [9] G. Pancani, "Rilievo delle lastre tombali del Camposanto Monumentale di Piazza dei Miracoli a Pisa". *Restauro Archeologico*, vol. 2, pp. 74-89, 2017
- [10] S. Bertocci, G. Minutoli, G. Pancani, *Rilievo tridimensionale e analisi dei dissesti della Pieve di Romena*. *Disegnarecon*, #8/14, pp. 1-20, 2015
- [11] A. Pesci, G. Casula, E. Bonali, E. Boschi, *Le informazioni estraibili dal dato laser scanner per lo studio di edifici storici*. *Archeomatica*, n°3, pp. 12-15 2011
- [12] AA.VV., *Manuale per l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) dell'insediamento urbano*, BetMultimedia, 2014
- [13] C. Raffaelli, *Metodologie di rilievo integrato in contesti urbani storici post-sisma. Il rilievo e il disegno come fondamenti del processo di documentazione a analisi per la ricostruzione*. Tesi di dottorato, 2013