

*... Per duplice terrore si trepida dunque nelle città:  
di sopra temono le case, di sotto paventano le caverne,  
che la natura della terra non le disgreghi d'un tratto,  
e squarciata spalanchi ampiamente la sua voragine  
e sconvolta voglia riempirla delle sue rovine.*

*Titus Lucretius Carus, De Rerum Natura, Liber VI*

## METODI E CODIFICHE GRAFICHE PER IL RILIEVO DELLA VULNERABILITA' SISMICA ALLA SCALA ARCHITETTONICA E ALLA SCALA URBANA

### METHODS AND GRAPHICAL CODES FOR THE SEISMIC VULNERABILITY SURVEY AT ARCHITECTURAL AND URBAN SCALE

I recenti eventi sismici accaduti in Italia negli anni 1997, 2009, 2012 e 2016 hanno reso evidente la necessità di sviluppare e impiegare su larga scala strumenti di valutazione circa la vulnerabilità di popolazioni del territorio e del costruito. La ricerca presenta un metodo fondato sulla rappresentazione cartografica di mappe di rilievo in base alle quali risulta possibile compiere valutazioni riguardo la vulnerabilità delle aree urbane.

L'esperienza condotta dimostra come il rilievo urbano, oltre ad essere occasione per la rappresentazione di livelli di analisi e di conoscenza del costruito, può assurgere al ruolo di strumento scientifico capace di indurre analisi conoscitive di secondo e più approfondito livello, attinenti cioè alla messa in relazione di diversi livelli di sapere, e divenire causa efficiente di una conoscenza di tipo derivato.

*Recent seismic events in Italy in 1997, 2009, 2012 and 2016 have highlighted the need to develop and use tools for broad scale assessment of the vulnerability of the territory and buildings. The research presents a method founded on the cartographic portrayal of survey maps on the basis of which it is possible to assess the vulnerability of the urban areas.*

*The experience carried out shows how the urban survey, as well as being an opportunity for the portrayal of levels of analysis and knowledge of the building heritage, can rise to the role of scientific instrument capable of inducing second and more appropriate level cognitive analyses, concerning the relativity of different levels of knowledge and because an efficient cause of derived knowledge.*



Giorgio Garzino  
Professore Associato ICAR/17 presso il DISEG del Politecnico di Torino



Maurizio Marco Bocconcino  
RTDb ICAR/17 presso il DISEG del Politecnico di Torino.



Vincenzo Donato  
RTDa ICAR/17 presso il DISEG del Politecnico di Torino.

**Parole chiave:** vulnerabilità sismica, disegno di rilievo, codici grafici, metodi speditivi

**Keywords:** seismic vulnerability, survey drawing, graphic codes, expeditious methods



Fig. 1. Fernando Botero, Terremoto a Popayán, 1999

## 1. I FONDAMENTI SCIENTIFICI DELLA RICERCA (G. GARZINO)

Stante la vastità delle analisi da condurre riguardo un territorio fortemente antropizzato, come quello italiano, e per di più caratterizzato in prevalenza da edifici storici costruiti prescindendo da specifiche prescrizioni sismiche, la presente ricerca intende proporre una metodologia di analisi di tipo qualitativo e speditivo, così da acquisire, in un tempo ragionevolmente prossimo, le informazioni sufficienti ad attivare un processo decisionale di primo livello.

<http://disegnarecon.univaq.it>

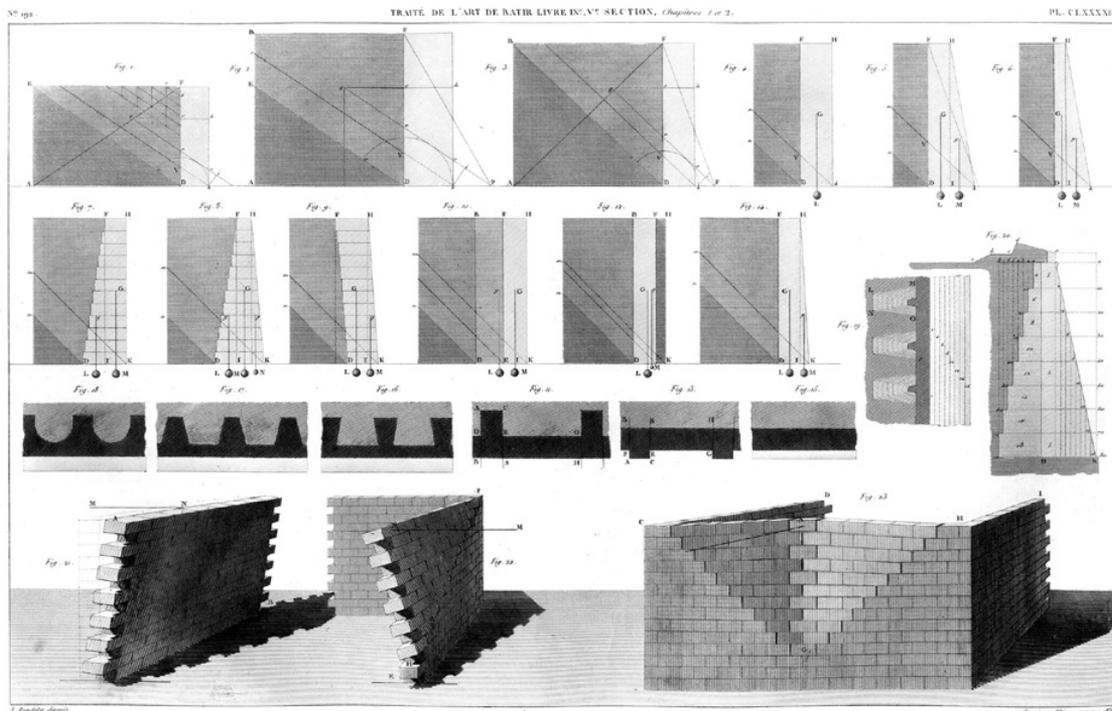


Fig. 2. Jean Baptiste Rondelet, 1814, *Traité de l'art de bâtir*, Parigi, Libro IX, Tomo V, Tavola CLXXXXII. L'analisi mediante costruzione grafica delle murature è particolarmente significativa. Il disegno indicato al numero 21 rappresenta il crollo tipico di un muro isolato, quello al numero 22 il crollo di un muro immerso ad uno ad esso ortogonale e il numero 22 il caso di un muro compresso e immerso fra due muri ad esso ortogonali. Il segmento MN, presente nelle tre rappresentazioni, esprime la forza necessaria per produrre il ribaltamento. Si tratta di una rappresentazione grafica che anticipa la codifica della notazione vettoriale.

Il metodo proposto si ricollega agli importanti studi avviati negli anni '70 del Novecento da studiosi quali Salvatore Di Pasquale (vero e proprio innovatore nell'ambito della verifica del comportamento delle murature storiche) poi proseguiti da Antonino Giuffrè. Sono poi venuti gli studi di Davide Benedetti e Vincenzo Petrinì (che nel 1984 elaborano una scheda di valutazione dei fabbricati tesa alla definizione di un indice di vulnerabilità sismica, ricerca poi assunta quale riferimento per

la stesura delle schede CNR-GNDT del 1994). Nel 2011 (Formisano et.al. 2011) si passa da una analisi attinente i singoli edifici ad una dimensione di aggregato urbano. Tuttavia solo a partire dal 2012 (1) il tema della vulnerabilità sismica a scala urbana diventa argomento di attenzione per organi ed istituzioni a livello nazionale: l'argomento è menzionato per la prima volta all'interno del quadro legislativo con la legge di stabilità n. 147/2013.

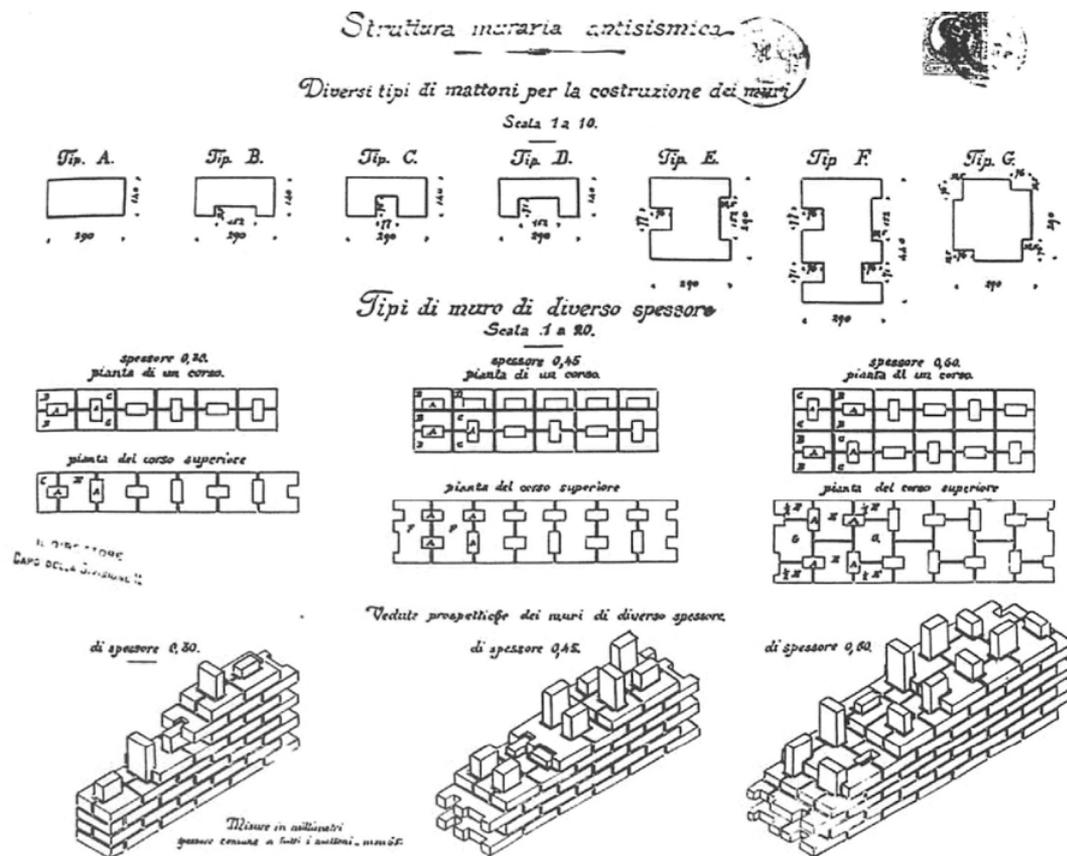


Fig. 3. Struttura muraria antisismica. Tavola tratta dalla normativa italiana del 1909, emanata a seguito del terremoto di Messina (1908)

## 2. I METODI DI INDAGINE E CODIFICHE GRAFICHE IDEOGRAMMATICHE PER IL RILIEVO DELLA VULNERABILITÀ SISMICA ALLA SCALA EDILIZIA (G. GARZINO)

Il contributo attiene allo studio delle caratteristiche dei fabbricati dell'edilizia storica corrente a prevalente carattere residenziale (2) e presentata una codifica di rilievo finalizzata alla rappresentazione della vulnerabilità del patrimonio edilizio esistente. La ricerca

propone un metodo di indagine articolato per fasi. Per prima cosa è prospettato un processo di analisi teso a individuare gli elementi costituenti ciascun fabbricato e/o cellula edilizia (3): a ciascuno di essi è associata una codifica grafica, capace di descriverne e specificarne le qualità. Fatto questo si procede alla stesura di carte capaci di rappresentare un quadro di insieme portatore di un livello di conoscenza molteplice. Il rilievo dei manufatti edilizi e delle loro mutue aggregazioni, quindi,

fa sì che la persistenza costruita (l'archivio materiale, per dirla con Rosalba lentile) (Intile, 2013) diventi documento e testimone, mentre il relativo disegno, sul quale il rilievo stesso si sostanzia, costituisce il linguaggio attraverso il quale si comunica il processo di conoscenza cercato. I risultati che si ottengono con questa analisi di tipo speditivo consentono, in particolare, di effettuare una classificazione del patrimonio edilizio in un determinato territorio secondo una scala di vulnerabilità. La procedura consiste nell'esaminare, con riferimento al manufatto edilizio oggetto di indagine, quindici parametri rappresentativi delle caratteristiche geometriche e meccaniche. A ciascuno di essi viene poi attribuita una delle quattro classi di vulnerabilità (A – B – C – D), definite in ordine crescente di pericolosità ed a cui corrisponde un punteggio. A ogni parametro è associato un fattore di peso ponderale: l'indice di vulnerabilità scaturisce dalla somma di tutti i punteggi individuati dall'attribuzione delle classi moltiplicati per i relativi pesi (4).

Fino ad oggi questi indici sono sempre stati racchiusi all'interno di tabelle allegate alle schede di ciascun fabbricato. Il fine dello studio è invece teso alla messa a punto, sulla scorta del percorso scientifico e metodologico indicato, di una codifica grafica sulla quale fondare la redazione di carte capaci di rappresentare la vulnerabilità sismica di edifici aggregati. Ne sono scaturite mappe congetturali impiantate su documenti di carattere geometrico, quali i fogli catastali degli agglomerati urbani. Si è potuto riscontrare, durante lo svolgimento di alcuni test relativi alla calibrazione del metodo proposto, come il percorso conoscitivo si compia e si espliciti anche mediante la messa a punto delle codifiche grafiche, le quali non sono affatto la sola rappresentazione visiva di concetti altrimenti esprimibili in termini più articolati, quanto una occasione per raccogliere ed analizzare, per discretizzare prima e per sintetizzare poi, per discernere quanto va unito e quanto invece deve essere separato. Il linguaggio della rappresentazione diventa infatti una forma di pensiero attraverso la quale si compie il processo conoscitivo.

I simboli individuati rispondono in primis alla istanza di ausilio visivo, così come nella tradizione cartografica consolidata. La trama della geometria delle maglie degli isolati è integrata con notazioni aggiuntive che, nel caso specifico, attengono alla natura meccanico costruttiva degli edifici (vedi Fig. 2 e Fig. 3). Inoltre la

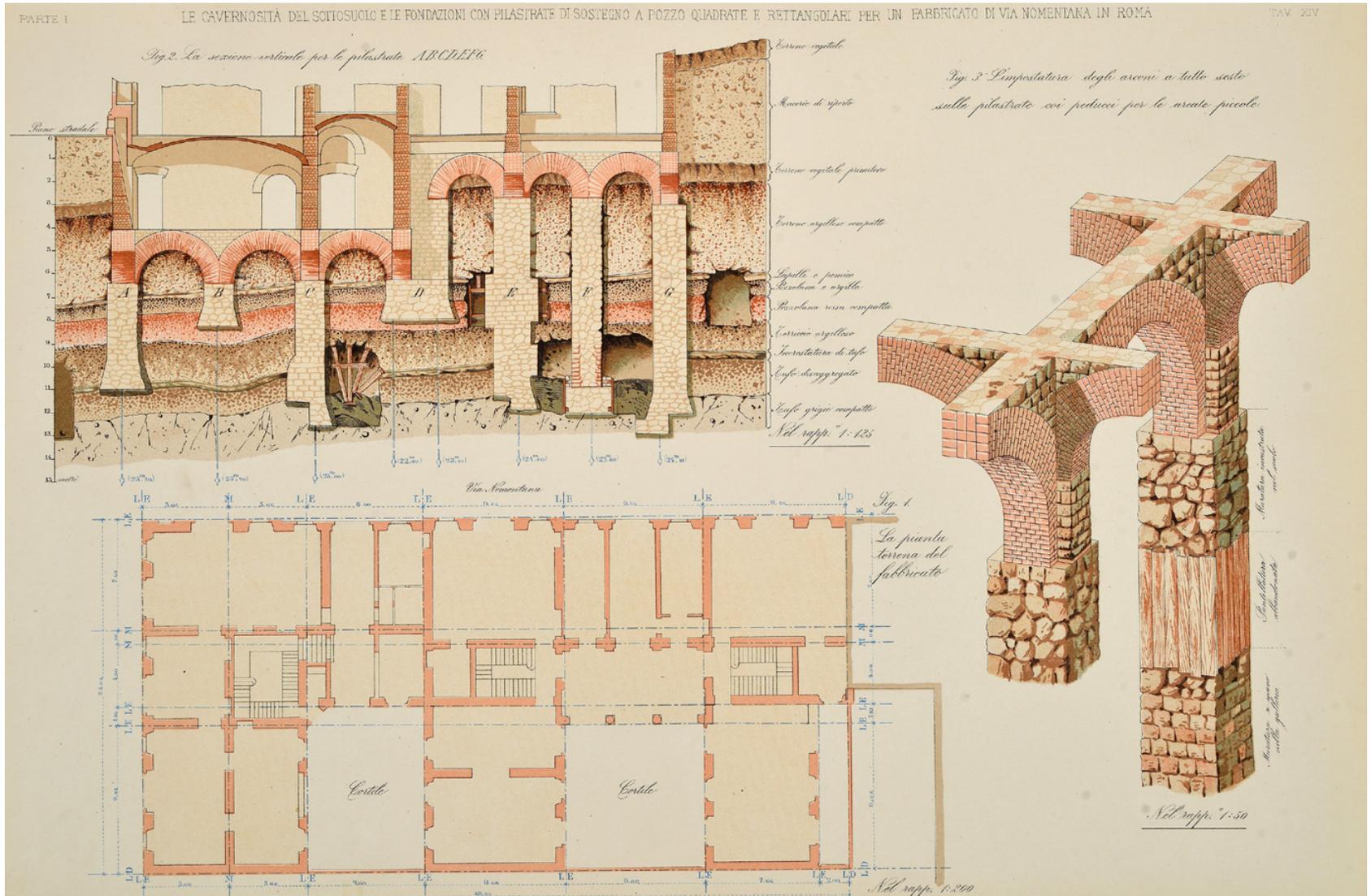


Fig. 4. Carlo Formenti, Formenti C., (1893), La pratica del fabbricare. Parte prima, TAV XIV, Ulrico Hoepli, Milano. Varietà del sistema di fondazione all'interno anche di uno stesso fabbricato in ragione della natura del terreno.

codifica proposta persegue l'obiettivo di ridurre i dati di rilievo (rappresentabili certo anche con mappe stereometriche, soprattutto per quanto attiene alle analisi di interazione fra i vari fabbricati) alla rappresentazione planimetrica mediante l'ausilio di annotazioni ideogrammatiche. Queste, alcune volte, rimandano nella loro organizzazione ai concetti meccanico geometrici che vogliono esprimere. Ne sono un esempio le notazioni relative allo sfalsamento dei solai, alla variazione delle altezze o ancora alla mutua posizione planimetrica fra edifici attigui all'interno dell'aggregato urbano. Si è riscontrato come, in generale, l'adozione di una notazione ideogrammatica privilegi sia la semplificazione e la normalizzazione quanto la possibilità di allestire carte a differenti tematizzazioni. Tale aspetto è funzionale alla trattazione informatica dei dati di rilievo.

In applicazione dell'approccio di indagine proposto con il metodo RE.SIS.TO (Chinni et. al., 2013) si è scelto di rappresentare, per ciascun corpo di fabbrica, il tipo, l'organizzazione e la qualità del sistema resistente oltre che la giacitura del terreno e la natura del sistema di fondazione (vedi Fig. 4). Per rappresentare queste caratteristiche è stata messa a punto una sorta di etichetta capace di raccogliere ed organizzare al suo interno, mediante notazioni congetturali, gli elementi caratterizzanti (vedi Fig. 9). Come illustrato nelle Fig. 5, 6 e 7 i riscontri circa il percorso di analisi conoscitiva sono raccolti e criticamente organizzati in notazioni ideogrammatiche descrittive delle caratteristiche meccaniche degli apparati. L'impiego di spessi tratti continui piuttosto che campiture rigate consente di discretizzare tipo e organizzazione oltre che qualità del sistema resistente (vedi TAB 1 e TAB 2) mentre i tratti continui o interrotti, singoli o doppi, descrivono l'impianto fondazionale (vedi TAB 3). Le campiture interne delle medesime cellule edilizie, ove le differenti caratterizzazioni volumetriche sono leggibili mediante un cambio di orientamento della campitura interna delle sagome diversamente perimetrate, delineano invece la struttura prevalente dei sistemi di orizzontamento (vedi TAB 4). Una particolare attenzione è posta poi nell'indicazione di un parametro geometrico relativo alla natura ed alla conformazione di ogni singola cellula edilizia in ragione della propensione di questa a dissipare le azioni orizzontali. Le lettere scritte all'interno di una cornice triangolare, passando da A a D secondo un livello di vulnerabilità crescente, esprimono il rapporto intercor-

rente fra le massime dimensioni longitudinali e trasversali di porzioni strutturali fra di loro confinate (vedi TAB 5). La TAB 6 raccoglie invece le notazioni simboliche relative alla configurazione in elevazione. La lettera T, posta all'interno di uno o di due quadrati concentrici fra di loro ruotati di 45 gradi e con differente organizzazione del sistema di campitura, esprime la presenza di un elemento a torre svettante con altezze crescenti rispetto all'edificio sul quale insiste. Invece la graficizzazione di un'asta posta perpendicolarmente al fronte principale di ciascun fabbricato, alla cui estremità sono collocate circonferenze singole o doppie, cerchi o tratti ortogonali (anch'essi singoli o doppi) sta a indicare la presenza di loggiati, porticati o comunque arretramenti con variazione di sagoma. Le lettere scritte all'interno di due circonferenze concentriche, passando da A a D secondo un livello di vulnerabilità crescente, si riferiscono al parametro relativo al rapporto intercorrente fra l'interasse tra i muri trasversali secondari e lo spessore del muro maestro (vedi TAB 7). Stante il fatto che l'organizzazione del sistema di copertura è un parametro di analisi molto significativo e tale da caratterizzare, in ragione delle sue specificità, il comportamento meccanico dell'intero fabbricato, si è scelto di distinguere fra elementi piani e inclinati. Nel caso della presenza di falde, queste sono indicate con una freccia secondo la linea di massima pendenza. La notazione con tratto continuo delle linee di colmo, dei displuvi e dei compluvi consente di leggere, unitamente alle frecce di massima pendenza, la conformazione del tetto. La natura costruttiva del tetto stesso è poi desumibile dalla notazione relativa alle linee di pendenza. Il tratto continuo indica una organizzazione non spingente, quello tratteggiato rimanda invece alla presenza di un impianto spingente. Il tratto poi, quando raddoppia, indica la presenza di elementi strutturali non solidarizzati fra di loro (vedi TAB 8). Le TAB 9 e 10 indicano poi la natura degli elementi non strutturali e lo stato di conservazione mediante codici di tipo alfanumerico. Anche in questo caso si è scelto di ricorrere alle lettere A, B, C, e D. Esse esprimono quattro livelli di vulnerabilità crescente e sono contenute all'interno di una circonferenza, se riferite agli elementi non strutturali, o di un quadrato nel caso di valutazioni circa lo stato di fatto.

Al fine di considerare l'interazione fra edifici adiacenti sono poi introdotti alcuni specifici dati di rilievo. In primis viene considerato un parametro teso a descrivere,

in caso di fabbricati adiacenti, le mutue relazioni fra i relativi sviluppi verticali. La notazione proposta rappresenta le varie casistiche raccolte in quattro classi (vedi TAB 11). Altro elemento di interesse è quello relativo alla localizzazione del fabbricato in relazione all'aggregato: è possibile distinguere fra vincolo di adiacenza presente su tre lati, su due lati quando l'edificio si trova ad essere porzione di una cortina, di confinamento di due lati in relazione ad una disposizione planimetrica di tipo angolare e, in ultimo, il vincolo di adiacenza su un lato solo, quando si tratta di un fabbricato di testata (vedi TAB 12). La presenza di solai sfalsati tra edifici adiacenti può, in caso di sisma, generare spinte non contrastate sulle pareti comuni tra due edifici, nonché effetti di martellamento, che aggravano le sollecitazioni. La Tabella 13 presenta una rappresentazione con approccio classificatorio fra le varie casistiche possibili. Sempre in relazione al rilievo del fabbricato e delle sue mutue interazioni con il contesto sono poi analizzate (vedi TAB 14) le discontinuità tipologiche e le eterogeneità strutturali fra edifici adiacenti. La TAB 15, consente di rappresentare la varianza della percentuale di aperture (parametro che si relaziona con rigidità flessionale e la resistenza a taglio) lungo fronti contigui. Anche in questo caso si è scelto di discretizzare i parametri facendo ricorso alle lettere A, B, C e D poste all'interno di una doppia cornice triangolare.

Il rilievo urbano cessa quindi di essere una attività immediata con carte metriche e carta per diventare un lavoro paziente da laboratorio, operazione frutto di successivi oculati trasporti e di minuziose elaborazioni, di controlli, di ipotesi scientifiche e di verifiche sperimentali (Cavallari, 1968).

Le elaborazioni grafiche, una volta appoggiate sull'orbito della trama geometrica catastale, possono poi concorrere tanto alla stesura di cartografie diagrammatiche quanto all'allestimento di banche dati multirelazionali, sostanziate dal concorso di informazioni di tipo descrittivo e metrico. Accade così che il contributo delle discipline della rappresentazione nell'attività del rilievo urbano vada ben al di là della semplice descrizione geometrica del contesto edilizio. Il fatto di organizzare dati potenzialmente disaggregati in una carta codificata costituisce una operazione di messa a sistema delle indagini compiute, le quali possono essere valutate nelle loro mutue interazioni, diventando così occasione di ulteriori approfondimenti conoscitivi.

TABELLA 1: TIPO E ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE  
(parametro 1 - G.N.D.T. - RE.SIS.TO - Scheda di vulnerabilità di 2° livello, Muratura)

Notazione congetturale	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
	Gli edifici sono consolidati e/o riparati secondo le prescrizioni normative.	A	0	1.5
	Gli edifici presentano a tutti i livelli e su tutti i lati liberi collegamenti realizzati mediante cordoli perimetrali o catene e presentano ammassamenti in gradi di trasmettere azioni taglianti verticali.	B	5	1.5
	Gli edifici pur non presentando cordoli o catene sono costituiti da pareti ortogonali ben ammassate tra loro.	C	20	1.5
	Edifici con pareti ortogonali non efficacemente legate.	D	45	1.5

TABELLA 3: POSIZIONE DELL'EDIFICIO E FONDAZIONE  
(parametro 4 - G.N.D.T. - RE.SIS.TO - Scheda di vulnerabilità di 2° livello, Muratura)

Notazione congetturale	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
	Edifici posti su roccia o su terreni sciolti non spingenti con pendenze $p \leq 10\%$ , aventi piano di posa delle fondazioni a un'unica quota	A	0	0.75
	- Edifici posti su roccia con $10\% < p < 30\%$ ; - E. aventi piani di posa delle fondazioni con $\Delta h \leq l_m$ posti su terreni sciolti senza spinte non equilibrate e caratterizzati dalle seguenti condizioni di pendenza del terreno: $p \leq 10\%$ e $10\% < p < 30\%$ ; - E. senza fondazioni posti su terreni sciolti senza spinte non equilibrate e poggiati su terreni aventi pendenza $10\% \leq p \leq 20\%$	B	5	0.75
	- Edifici posti su roccia con pendenza $30\% < p < 50\%$ - Edifici aventi piani di posa delle fondazioni con $\Delta h \leq l_m$ posti su terreni sciolti senza spinte non equilibrate e pendenza $30\% < p \leq 50\%$ - Edifici senza fondazioni posti su terreni sciolti senza spinte non equilibrate, con pendenza $20\% < p < 30\%$ - Edifici aventi piani di posa delle fondazioni con $\Delta h < l_m$ posti su terreni sciolti con spinte non equilibrate, con pendenze $p \leq 50\%$	C	20	0.75
	- Edifici posti su terreni o roccia con pendenza $p > 50\%$ - Edifici posti su terreni sciolti aventi piani di posa delle fondazioni con $\Delta h > l_m$ - Edifici senza fondazioni, posti su terreni sciolti con pendenza $> 30\%$	D	45	0.75

TABELLA 2: QUALITA' DEL SISTEMA RESISTENTE  
(parametro 2 - G.N.D.T. - RE.SIS.TO - Scheda di vulnerabilità di 2° livello, Muratura)

Notazione congetturale	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
	Murature in laterizio, pietrame o tufo ben squadrate ma non omogenee, anche a sacco purchè dotate di collegamento tra i due fogli	A	0	0.25
	Murature in laterizio, pietrame o tufo ben squadrate ma non omogenee, anche a sacco purchè dotate di collegamento tra i due fogli	B	5	0.25
	Murature in laterizio, pietrame o tufo ben squadrate ma non omogenee, anche a sacco purchè dotate di collegamento tra i due fogli	C	20	0.25
	Murature in laterizio, pietrame o tufo ben squadrate ma non omogenee, anche a sacco purchè dotate di collegamento tra i due fogli	D	45	0.25

TABELLA 4: ORIZZONTAMENTI  
(parametro 5 - G.N.D.T. - RE.SIS.TO - Scheda di vulnerabilità di 2° livello, Muratura)

Notazione congetturale	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
	Edifici con orizzontamenti di qualsiasi natura caratterizzati da deformabilità trascurabile, collegamenti efficaci con le pareti, assenza di piani sfalsati.	A	0	0.5 (100/ $\alpha^*$ )
	Edifici con orizzontamenti di qualsiasi natura caratterizzati da deformità trascurabile, collegamenti con le pareti, ma con presenza di piani sfalsati.	B	5	0.5 (100/ $\alpha^*$ )
	Edifici caratterizzati da orizzontamenti con deformabilità significativa anche se ben collegati con le pareti.	C	20	0.5 (100/ $\alpha^*$ )
	Edifici con orizzontamenti di qualsiasi natura mal collegati alle pareti.	D	45	0.5 (100/ $\alpha^*$ )

\*  $\alpha$  = percentuale di orizzontamenti rigidi ben collegati

Fig. 5. Quadro sinottico delle tabelle relative alle notazioni ideogrammatiche attinenti il sistema resistente di ogni singolo edificio - (a cura di G. Garzino)

TABELLA 5: CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA (parametro 6 - G.N.D.T. - RE.SIS.TO. - Scheda di vul. di 2° livello, Muratura)

Not. cong.	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
Configurazione planimetrica - nel caso di edifici rettangolari n rappresenta la regolarità della distribuzione in pianta ed indica il rapporto moltiplicato per 100 fra le dimensioni del lato minore e quello maggiore. - nel caso di edifici che, scostandosi dalla forma rettangolare, presentano corpi planimetricamente aggiunti rispetto all'impianto rettangolare principale m indica il rapporto moltiplicato per 100 fra la dimensione del corpo aggiunto rispetto al lato maggiore del rettangolo dell'impianto principale.				
	$n \geq 80$ e $m \leq 10$	A	0	0,5
	$60 \leq n < 80$ and $10 < m \leq 20$	B	5	0,5
	$40 \leq n < 60$ e $20 < m \leq 30$	C	20	0,5
	$n < 40$ and $m > 30$	D	45	0,5

TABELLA 6: CONFIGURAZIONE IN ELEVAZIONE (parametro 7 - G.N.D.T. - RE.SIS.TO. - Scheda di vul. di 2° livello, Muratura)

Not. cong.	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
	Edifici con distribuzione di masse e di elementi resistenti uniformi a tutt'altezza o decrescenti con continuità o che presentano arretramenti comportanti una riduzione dell'area a dell'area A della superficie in pianta tale per cui $a \leq 10\%A$ .	A	0	0,5 / 1*
	Edifici con porticati e loggiati di modeste dimensioni che interessano un'area a dell'area totale A di piano tale per cui $a \leq 10\%A$ .	B	5	0,5 / 1*
	Edifici che presentano arretramenti comportanti una riduzione a dell'area A della superficie in pianta tale per cui $A < a \leq 20\%A$ .	B	5	0,5 / 1*
	Edifici con torrette o torri aventi altezza h dell'altezza totale H dell'edificio sul quale insistono tale per cui $h \leq 10\%H$ .	B	5	0,5 / 1*
	Edifici con porticati o loggiati che interessano un'area a dell'area totale A di piano tale per cui $10\%A < a \leq 20\%A$ .	C	20	0,5 / 1*
	Edifici con arretramenti comportanti una riduzione a dell'area A della superficie di piano tale per cui $a > 20\%A$ .	C	20	0,5 / 1*
	Torri o torrette aventi un'altezza h dell'altezza totale H dell'edificio sul quale insistono tale per cui $10\%H < h \leq 40\%H$ .	C	20	0,5 / 1*
	Edifici con porticati o loggiati che interessano un'area a dell'area A totale di piano tale per cui $a > 20\%A$ .	D	45	0,5 / 1*
	Torri aventi un'altezza h dell'altezza totale H dell'edificio sul quale insistono tale per cui $h > 40\%H$ .	D	45	0,5 / 1*

\* 0,5 se irregolarità data solo dai porticati al piano terra, altrimenti 1

TABELLA 7: DISTANZA MASSIMA TRA LE MURATURE (par 8 - G.N.D.T. - RE.SIS.TO. - Scheda di vul. di 2° livello, Muratura)

Not. cong.	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
	Edifici con rapporto tra l'interasse tra i muri trasversali e lo spessore del muro maestro non superiore a 15.	A	0	0,25
	Edifici con rapporto tra l'interasse tra i muri trasversali e lo spessore del muro maestro compreso tra 15 e 18.	B	5	0,25
	Edifici con rapporto tra l'interasse tra i muri trasversali e lo spessore del muro maestro compreso tra 18 e 25.	C	20	0,25
	Edifici con rapporto tra l'interasse tra i muri trasversali e lo spessore del muro maestro compreso superiore a 25.	D	45	0,25

TABELLA 8: COPERTURA (parametro 9 - G.N.D.T. Scheda di vulnerabilità di 2° livello, Muratura)

Not. cong.	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
	Geometria del tetto con indicazioni del colmo e dei displuvi.			
	Le linee di massima pendenza tracciate con linea continua indicano una copertura non spingente provvista di cordoli di sotto-tetti e/o catene.	A	0	*0,5+ * $\alpha_1 \alpha_2$
	Le linee di massima pendenza tracciate con doppia linea continua indicano una copertura o non spingente ma non provvista di cordoli di sottotetto e/o catene o poco spingente ma provvista di cordolo di sottotetto e/o catene.	B	5	*0,5+ * $\alpha_1 \alpha_2$
	Le linee di massima pendenza tracciate con linea tratteggiata indicano una copertura poco spingente non provvista di cordoli di sottotetto e/o catene o spingente ma provvista di cordoli di sottotetto e/o catene.	C	20	*0,5+ * $\alpha_1 \alpha_2$
	Le linee di massima pendenza tracciate con doppia linea tratteggiata indicano una copertura spingente non provvista di cordoli di sottotetto e/o di catene.	D	45	*0,5+ * $\alpha_1 \alpha_2$

\* $\alpha_1$  = 0,25 se copertura in latero-cemento o comunque di peso maggiore o uguale a 200 kg/m<sup>2</sup>, 0 altrimenti -  $\alpha_2$  = 0,25 rapporto tra perimetro copertura e lunghezza complessiva delle zone d'appoggio e > 2,0 0 altrimenti

TABELLA 9: ELEMENTI NON STRUTTURALI (parametro 10 - G.N.D.T. - RE.SIS.TO. - Scheda di vul. 2° livello, Muratura)

Not. cong.	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
	Edifici privi di infissi, aggetti o controsoffitti.	A	0	0,25
	Edifici con infissi ben collegati alle pareti, con cornigioni di piccola dimensione, controsoffitti ben collegati e balconi costituenti parte integrante delle strutture.	B	5	0,25
	Edifici con infissi e insegne mal vincolati alle pareti, controsoffitti di piccole dimensioni male collegati.	C	20	0,25
	Edifici con cornigioni ed altre appendici mal collegati in copertura, caratterizzati da balconi, sporti e parapetti aggiunti e mal collegati alla struttura principale, presenza di controsoffitti estesi e mal collegati.	D	45	0,25

TABELLA 10: STATO DI FATTO (parametro 11 - G.N.D.T. Scheda di vulnerabilità di 2° livello, Muratura)

Not. cong.	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
	Murature in buone condizioni senza lesioni visibili.	A	0	1
	Edifici che presentano lesioni capillari non diffuse, ad eccezione di casi in cui queste siano state prodotte da terremoti.	B	5	1
	Edifici con lesioni di media entità (ampiezza della lesione: 2-3 mm) o con lesioni capillari di origine sismica. Edifici che, pur non presentando lesioni, sono caratterizzati da uno stato di conservazione delle murature tale da determinare una significativa diminuzione di resistenza.	C	20	1
	Edifici che presentano pareti fuori piombo e/o lesioni gravi anche se non diffuse. Edifici caratterizzati da grave deterioramento dei materiali. Edifici che, pur non presentando lesioni, sono caratterizzati da uno stato di conservazione delle murature tale da determinare una grave diminuzione di resistenza.	D	45	1

Fig. 6. Quadro sinottico delle tabelle relative alle notazioni ideogrammatiche attinenti la conformazione geometrica e lo stato di fatto di ogni singolo fabbricato. (a cura di G. Garzino)

TABELLA 11: INTERAZIONI IN ALTEZZA CON GLI EDIFICI ADIACENTI

(par. 11\* - proposta integrativa per edifici in aggregato Formisano et alii G.N.D.T. Scheda di vulnerabilità di 2° livello)

Notazione congetturale	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
	L'edificio è compreso tra edifici di pari altezza.	A	-20	1
	L'edificio si trova in adiacenza a edifici più alti oppure a un edificio più alto e uno di pari altezza.	B	0	1
	L'edificio risulta adiacente a uno più basso e ad uno di pari altezza oppure ad un edificio più alto e ad uno più basso.	C	15	1
	si l'edificio si trova in adiacenza a due edifici più bassi.	D	45	1

TABELLA 14: PRESENZA DI ETEROGENEITA' TIPOLOGICHE TRA EDIFICI ADIACENTI

(par. 14\* - proposta integrativa per edifici in aggregato Formisano et alii G.N.D.T. Scheda di vulnerabilità di 2° livello)

Notazione congetturale	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
	L'edificio presenta eterogeneità strutturale rispetto agli altri edifici adiacenti.	A	-15	2
	L'edificio confina con altri aventi caratteristiche migliori.	B	-10	1,2
	L'edificio confina con altri aventi caratteristiche uguali.	C	0	1,2
	L'edificio confina con altri aventi caratteristiche peggiori.	D	45	1,2

TABELLA 12: INTERAZIONE PLANIMETRICA CON GLI EDIFICI ADIACENTI

(par. 12\* - proposta integrativa per edifici in aggregato Formisano et alii G.N.D.T. Scheda di vulnerabilità di 2° livello)

Notazione congetturale	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
	L'edificio occupa una posizione interclusa vincolata su tre lati.	A	-45	1,5
	L'edificio occupa una posizione interclusa vincolata su due lati.	B	-25	1,5
	L'edificio occupa una posizione d'angolo nell'aggregato.	C	-15	1,5
	L'edificio occupa una posizione di testata nell'aggregato.	D	0	1,5

TABELLA 15: DIFFERENZA TRA PERCENTUALI DI APERTURE IN FACCIAIA TRA EDIFICI ADIACENTI

(par. 15\* - proposta integrativa per edifici in aggregato Formisano et alii G.N.D.T. Scheda di vulnerabilità di 2° livello)

Notazione congetturale	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
	L'edificio presenta una differenza tra le percentuali di bucatore tra lo stesso e l'edificio adiacente. $p < 5\%$	A	-20	1
	L'edificio presenta una differenza tra le percentuali di bucatore tra lo stesso e l'edificio adiacente. $5\% < p < 10\%$	B	0	1
	L'edificio presenta una differenza tra le percentuali di bucatore tra lo stesso e l'edificio adiacente. $10\% < p < 20\%$	C	25	1
	L'edificio presenta una differenza tra le percentuali di bucatore tra lo stesso e l'edificio adiacente. $p > 20\%$	D	45	1

TABELLA 13: PRESENZA E NUMERO DI SOLAI SFALSATI TRA L'EDIFICIO OGGETTO DI INDAGINE E QUELLI ADIACENTI (parametro 13\* - proposta integrativa per edifici in aggregato Formisano et alii G.N.D.T. Scheda di vulnerabilità di 2° livello)

Notazione congetturale	Note descrittive	Classe	Punti	Peso
	Assenza totale di solai sfalsati.	A	0	0,5
	Presenza di una coppia di solai sfalsati.	B	5	0,5
	Presenza di due coppie di solai sfalsati.	C	20	0,5
	Presenza di più coppie di solai sfalsati.	D	45	0,5

Fig. 7. Quadro sinottico delle tabelle relative alle notazioni ideogrammatiche attinenti la interazione fra fabbricati attigui costituenti un aggregato edilizio. (a cura di G. Garzino)

TERRITORIALI OMOGENEE		
CLASSE	COLORE	PUNTEGGIO RICAVATO DALLA SCHEDATURA REDATTA COME DA LINEE GUIDA CNR-GNTD AGGIORNATE SECONDO I CRITERI DI MUTUA INTERAZIONE EDILIZIA FRA I FABBRICATI AFFERENTI AL MEDESIMO ISOLATO
I		0 ÷ 199
II		200 ÷ 299
III		300 ÷ 374
IV		375 ÷ 424
V		425 ÷ 515

TABELLA 17 : FATTORI DI AMPLIFICAZIONE MORFOLOGICA RELATIVI ALLA CLASSIFICAZIONE MECCANICA DELLE UNITA' TERRITORIALI OMOGENEE

Area interessabile dall'eventuale crollo di torri/campanili o frontoni di chiese e basiliche	2
Adiacenza/prossimità a porte di cinte murarie e/o archi trionfali	1,5
Contiguità con arcate edilizie poste a scavalco delle vie	1,3

TABELLA 18 : CRITERI PER LA CLASSIFICAZIONE MECCANICA E MORFOLOGICA DEL SISTEMA VIARIO E DEGLI SPAZI PUBBLICI

CLASSE	COLORE	TIPO DI SISTEMA VIARIO	PUNTEGGIO ATTR. AL SISTEMA VIARIO IN RAGIONE DELLA NATURA
I		Strada pianeggiante e prevalentemente rettilinea/ spazio aperto pianeggiante costituente slargo o piazza (p ≤ 8%)	0 ÷ 199
II		Strada con poca pendenza e prevalentemente rettilinea/ spazio aperto con poca pendenza (p ≤ 8%) costituente slargo o piazza	200 ÷ 299
III		Strada prevalentemente in pendenza (p>8%) con curve	300 ÷ 374
IV		Strada in pendenza (p>8%) localizzata a lato di un dislivello/dirupo	375 ÷ 424
V		Strada in pendenza (p>8%) localizzata a lato di un dislivello/dirupo caratterizzata da cambio di direzione, sostenuta da maschi murari e contrafforti	425 ÷ 515

Fig. 8. Quadro sinottico delle tabelle relative alle notazioni ideogrammatiche attinenti la interazione fra fabbricati attigui costituenti un aggregato edilizio. (a cura di G. Garzino)

### 3. METODI DI INDAGINE E CODIFICHE GRAFICHE IDEOGRAMMATICHE PER IL RILIEVO DELLA VULNERABILITÀ SISMICA ALLA SCALA URBANA (G. GARZINO)

“La vulnerabilità sismica di un sistema urbano è intesa come la suscettività al danneggiamento fisico e alla perdita di organizzazione e di funzionalità a causa del sisma”. (5). Quale primo passo occorre quindi individuare, all'interno dell'insediamento urbano stesso, unità territoriali omogenee (6) cosicché le analisi

CLASSIFICAZIONE DEL SISTEMA VIARIO E DEGLI SPAZI PUBBLICI					
AMPIEZZA DELLA STRADA E PRESENZA DI FABBRICATI	CLASSIFICAZIONE MECCANICA DELLE CELLULE EDILIZIE				
	I	II	III	IV	V
Fabbricati presenti su un solo lato della strada avente larghezza superiore all'altezza massima dei fronti edilizi prospettanti	1	1	1	1,2	1,3
Fabbricati presenti su entrambe i lati della strada avente larghezza superiore alla somma delle altezze massime dei fronti edilizi prospettanti	1	1	1	1,3	1,5
Fabbricati presenti su entrambe i lati della strada avente larghezza pari alla somma delle altezze massime dei fronti edilizi prospettanti	1	1,1	1,1	1,4	1,5
Fabbricati presenti su entrambe i lati della strada avente larghezza pari o inferiore alla somma delle altezze massime dei fronti edilizi prospettanti	1	1	1,2	1,5	2
Fabbricati presenti su entrambe i lati della strada avente larghezza inferiore alla somma delle altezze massime dei fronti edilizi prospettanti	1,1	1,2	1,4	1,7	2

TABELLA 20 : NOTAZIONI CONVENZIONALI RELATIVE ALLA CARATTERIZZAZIONE DEI SOTTOSERVIZI

TIPO DI SOTTOSERVIZIO	NOTAZIONE CONVENZIONALE
Fognatura nera	■ ■ ■ ■ ■
Fognatura bianca	□ □ □ □ □
Acquedotto	- - - - -
Rete gas	+ + + + +
Rete elettrica interrata media tensione	* * * * *
Rete elettrica aerea media tensione	○ ○ ○ ○ ○

TABELLA 21 : FATTORI DI AMPLIFICAZIONE MORFOLOGICA RELATIVI ALLA COMPRESENZA DI RETI INFRASTRUTTURALI

TIPI DI RETI INFRASTRUTTURALI CONTEMPORANEAMENTE PRESENTI	LARGHEZZA DELLA STRADA (l)			
	l<4m	4m<l<7m	7m<l<10m	l>10m
Fognatura nera/bianca	1,1	1	1	1
Acquedotto e linea elettrica interrata di media tensione	1,3	1,1	1	1
Rete gas e linea elettrica interrata di media tensione	1,5	1,3	1	1
Acquedotto, rete gas e linea elettrica interrata di media tensione	2	1,5	1,3	1
Fognatura nera, acquedotto, rete gas e linea elettrica interrata di media tensione	2	1,5	1,3	1

messe a punto circa la vulnerabilità sismica dei singoli fabbricati, studiate anche all'interno di un sistema aggregato (Formisano et. al., 2011), consentano di esprimere una valutazione della vulnerabilità sismica del complesso. Ad esempio è pensabile sommare i valori corrispondenti alla vulnerabilità sismica di ciascuna cellula concorrente alla formazione dell'aggregato urbano, dividere poi il risultato ottenuto per il numero delle cellule costituenti ed ottenere così un valore medio di vulnerabilità dell'aggregato stesso. Si è scelto di

rappresentare le unità territoriali omogenee caratterizzate, dal punto di vista meccanico, secondo cinque condizioni a scalare. In cartografia possono essere evidenziate le situazioni peggiori (indicate dal rosso acceso), quelle intermedie individuate con i colori arancione, verde chiaro e verde e quelle di migliore garanzia (verde scuro). Si rimanda nello specifico alla classificazione contenuta nella TAB 16. Al riguardo si precisa che la suddivisione in categorie (la stessa di quella della metodologia RE.SIS.TO) non è operata secondo un criterio di linearità: si è preferito tenere conto di una condizione di realismo circa il fatto che è alquanto improbabile che vi siano unità territoriali omogenee le quali, pur presentando complessivamente condizioni buone, abbiano un punteggio prossimo a zero. Allo stesso modo si ritiene che la soglia di 425 punti rappresenti un livello di vulnerabilità alta.

Tuttavia, a seguito di un'analisi più approfondita, si può constatare come questo primo livello di indagine non sia sufficiente a descrivere completamente la complessità di un sistema urbano. Occorre infatti distinguere, per quanto attiene al comportamento meccanico, fra vulnerabilità diretta, costituita dalla diversa attitudine al danno di un fabbricato e/o complesso di fabbricati, e vulnerabilità indotta sul sistema da alcuni elementi caratterizzati da singolarità di comportamento. Quest'ultima è funzione tanto delle specificità dei singoli manufatti quanto della morfologia dei sistemi urbani. Esempi ricorrenti sono costituiti dalle torri, siano esse riconducibili a edificazioni medioevali, o più semplicemente campanili appartenenti a differenti epoche storiche, o dalla particolare conformazione delle porte di accesso alle città murate o dagli archi di trionfo o ancora dalle arcate edilizie abitate poste a scavalco delle vie o ancora dagli alti fronti edilizi delle chiese barocche. Può accadere che, in ragione dell'impianto del tessuto urbano, una torre, campanile e/o un elemento edilizio possa costituire elemento di vulnerabilità aggiuntiva per un'unità territoriale attigua a quella in cui esso trova a causa del possibile coinvolgimento in caso di crolli. Occorre allora, come proposto nella TAB 17, che il punteggio medio relativo alla classificazione meccanica del comparto, o di una porzione di esso, ne risulti incrementato in ragione dell'area interessata dal crollo e indicato in cartografia mediante una perimetrazione di competenza, funzione dell'altezza e della geometria dell'elemento edilizio interessato. Si è scelto di gradua-

### Quadro sinottico - applicazione del metodo

#### Analisi tipo 1

	Tab.1	Gli edifici presentano a tutti i livelli e su tutti i lati liberi collegamenti realizzati mediante cordoli perimetrali o catene e presentano ammassamenti in gradi di trasmettere azioni taglianti verticali.
	Tab.2	Murature in laterizio, pietrame o tufo ben squadrate ma non omogenee, anche a sacco purché dotate di collegamento tra i due fogli.
	Tab.3	Edifici posti su roccia o su terreni sciolti non spingenti con pendenze ps10%, aventi piano di posa delle fondazioni a un'unica quota.
	Tab.4	Edifici con orizzontamenti di qualsiasi natura caratterizzati da deformabilità trascurabile, collegamenti efficaci con le pareti, assenza di piani sfalsati.
	Tab.5	Configurazione planimetrica $40sn < 60$ e $20 < ms < 30$
	Tab.6	Edifici con porticati o loggiati che interessano un'area A dell'area totale A di piano tale per cui $10\%A < A_s < 20\%A$ .
	Tab.7	Edifici con rapporto tra l'interasse tra i muri trasversali e lo spessore del muro maestro compreso tra 15 e 18.
	Tab.8	Le linee di massima pendenza tracciate con doppia linea continua indicano una copertura o non spingente ma non provvista di cordoli di sottotetto e/o catene o poco spingente ma provvista di cordolo di sottotetto e/o catene.
	Tab.9	Edifici privi di infissi, aggetti o controsoffitti.
	Tab.10	Murature in buone condizioni senza lesioni visibili.
	Tab.11	L'edificio è compreso tra edifici di pari altezza.
	Tab.12	L'edificio occupa una posizione interclusa vincolata su due lati.
	Tab.13	Presenza di una coppia di solai sfalsati.
	Tab.14	L'edificio presenta eterogeneità strutturale rispetto agli altri edifici adiacenti.
	Tab.15	L'edificio presenta una differenza tra le percentuali di bucatore tra lo stesso e l'edificio adiacente. <5%

#### Etichetta tipo

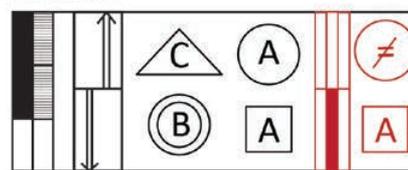
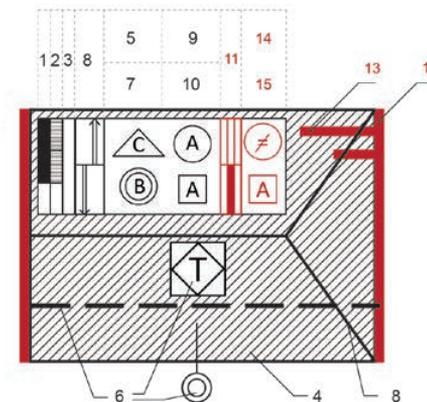


Tabella conversione simbolica e corrispondenza con i parametri della G.N.D.T. su lavoro di Formisano et.al.



#### Analisi tipo 2

##### Tab. 16 e Tab 18

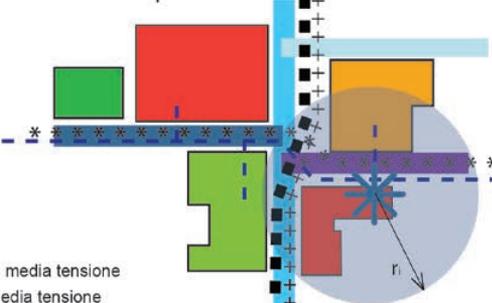
	0 + 199	I		0 + 199
	200 + 299	II		200 + 299
	300 + 374	III		300 + 374
	375 + 424	IV		375 + 424
	425 + 515	V		425 + 515

Torre e proiezione altezza

##### Tab. 20

	Fognatura nera		Rete gas
	Fognatura bianca		Rete elettrica interrata media tensione
	Acquedotto		Rete elettrica aerea media tensione

#### Estratto urbano tipo



re i fattori di amplificazione in ragione della intensità e della capacità distruttiva stimata in relazione al potenziale crollo degli elementi edilizi chiamati in causa. Il tema dell'impianto stradale e degli spazi pubblici in generale costituisce poi un caso a sé. Una strada può infatti essere analizzata in funzione di molteplici aspetti. Ad esempio essa può essere considerata in ragione della sua natura costruttiva (pianeggiante, in prossimità di un dislivello, sostenuta da contrafforti, ecc.) ed essere così catalogata all'interno di una classe di vulnerabilità. Al riguardo si propone, come indicato in TAB 18, un sistema di codifica organizzato anch'esso secondo un punteggio discretizzato con cinque livelli di vulnerabilità decrescente, dal violetto all'azzurro tenue. Tuttavia, una strada può essere anch'essa oggetto di una vulnerabilità indotta causata dai possibili crolli dei fabbricati prospettanti su di essa: tale fenomenologia è tanto più grave quanto più la strada è stretta. Anche per le strade occorre quindi prevedere un fattore moltiplicativo della vulnerabilità, questa volta esprimibile attraverso una matrice a doppio ingresso (vedi TAB 19) tale da contemplare contemporaneamente il parametro geometrico relativo alla larghezza della strada stessa e quello della vulnerabilità meccanica degli edifici adiacenti. Questi ultimi sono considerati in ragione delle caratteristiche di vulnerabilità meccanica di ciascuna cellula, data la preponderanza, in questo specifico comportamento, delle caratteristiche peculiari di ciascun fabbricato rispetto al valore medio delle unità territoriali omogenee.

Altro aspetto di estrema rilevanza è quello della interazione fra sistema costruito e reti di infrastrutturazione. La maggior parte dei sistemi urbani storici è stata edificata in totale assenza di reti infrastrutturali e sottoservizi. La presenza di reti di media tensione, interrate e non, lo sviluppo di reti gas, la provvista di sistemi di distribuzione dell'acqua potabile o di raccolta per la fognatura bianca e per la fognatura nera sono per tanta parte opere aggiuntive, spesso costruite in un contesto sacrificato, ove molte canalizzazioni si affastellano, si incrociano e si sovrappongono. Un evento sismico può essere allora la causa scatenante per vulnerabilità tec-

Fig. 9. Quadro sinottico delle tabelle relative alle notazioni ideogrammatiche attinenti la redazione di una sceda di rilievo tipo per un fabbricato in relazione a indagini di rilievo alla scala edilizia e urbana. (a cura di G. Garzino, M.M. Bocconcinco e V. Donato)

nologiche, quali esplosioni, incendi, inquinamenti, ecc. Inoltre i canali interrati, una volta sconnessi a causa dell'azione sismica, possono divenire fonte di inondazioni e di allagamenti. La presenza di una infrastrutturazione densa in uno spazio molto limitato può quindi essere causa di un incremento circa la vulnerabilità del sistema delle strade e degli spazi pubblici all'interno dei sistemi urbani (vedi TAB 20 e TAB 21). Ciascuna morfologia urbana si caratterizza quindi in ragione delle proprie specificità in termini di modalità e intensità di interazione tra edifici, reti infrastrutturali e spazi scoperti (Cremonini, 2015).

#### 4. IL RILIEVO DELLA VULNERABILITÀ SISMICA ALLA SCALA EDILIZIA E URBANA: METODI E PROCEDURE DELL'OPERATIVITÀ. IL CASO DI STUDIO DI PIAZZA SANTAROSA A SAVIGLIANO. (G. GARZINO)

La prima parte dell'attività si svolge applicando un processo di analisi teso a scomporre la struttura dei fabbricati, i quali sono analizzati nelle loro caratteristiche singole e di mutua interazione in base ai criteri che presiedono l'organizzazione delle tabelle allegate. Vi è poi

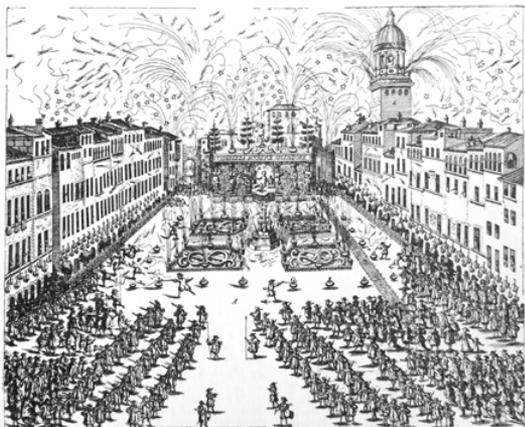


Fig. 10. Veduta storica di piazza Santarosa. Ingresso dei Duchi di Savoia in Savigliano. Fuochi di Gioia. (Incisione su rame, bulino, mm 388x221, non datata ma assegnabile al secondo semestre 1668, non firmata ma con disegno attribuito a Giovanale Boetto e probabilmente incisa dal Tasnieri).

un secondo momento, nel corso del quale gli aspetti indagati sono esplicitati mediante l'elaborazione di carte capaci di rappresentare un quadro di sintesi in virtù del linguaggio grafico adottato/inventato. La scomposizione per caratteri strutturali dei fabbrica relativi alle singole cellule edilizie costituisce un primo passo tramite il quale può essere definito l'impianto costruttivo del contesto.

Il caso di studio svolto evidenzia come la criticità sia costituita dalla necessità di trasferire il patrimonio conoscitivo figlio del processo di analisi condotto a livello di cellule edilizie ad un linguaggio grafico che per sua necessità deve essere a livello non solo di contesto quanto capace di sostenere e supportare livelli di approfondimento ulteriori. Le due scale di indagine sono infatti diverse: la prima ha carattere analitico ed è legata ad una fase di decostruzione per componenti mentre la seconda ha carattere sintetico, conseguente ad una operazione critica di individuazione delle componenti che con la loro presenza ricorrente rientrano in una composizione gerarchica di elementi atti a caratterizzare un tessuto urbano (Coppo, 2010).

Sulla scorta del programma fin qui delineato risulta evidente come la ricerca in corso si ponga l'obiettivo di mettere a punto uno strumento attraverso cui sia possibile compiere un'analisi del patrimonio edilizio ove i dati empirico-sperimentali e logico-deduttivi (confortati per altro da una valutazione analitica che presiede a monte i criteri di governo) mutuamente concorrono al risultato. Il ruolo della rappresentazione, quale mezzo di definizione e trasmissione della conoscenza attraverso il disegno, gioca in questo ambito funzioni diverse, di volta in volta relazionate, naturalmente, al metodo di indagine seguito, al momento specifico del percorso di conoscenza e di giudizio critico. Si può comunque tranquillamente affermare che gli elaborati grafici prodotti, non importa con quale tecnica di elaborazione, costituiscono il linguaggio entro cui viene formalizzato l'intero percorso di analisi e di conoscenza.

Come si può facilmente desumere dal caso di studio presentato, la strutturazione estremamente complessa della città, anche se limitata nella dimensione geografica della cosiddetta città storica, necessita di un'indagine sviluppata per molteplici ambiti e settori tematici, relazionati ciascuno a un processo di destrutturazione per parti del sistema. Tale fatto difficilmente può essere assunto all'interno di un unico tipo di rilievo, o meglio

necessita, di volta in volta e in ragione delle specificità delle analisi da condurre, di approfondimenti puntuali. E' necessario pertanto che tutte le informazioni raccolte siano opportunamente strutturate e rese congruenti mediante la costruzione di reti di relazione fra dati interrogabili anche in tempi successivi. Di qui la necessità di utilizzare, come nel caso di studio in esame, sistemi informativi, ove le informazioni raccolte siano reperibili e relazionabili. Il più delle volte la reperibilità e la relazionabilità si ottengono attraverso la costruzione di database connessi a cartografie informatizzate capaci di mettere a sistema le informazioni e le analisi condotte. Alla luce delle considerazioni esposte risulta evidente come il contributo delle discipline della rappresentazione all'interno del progetto circa la definizione del rischio sismico di un centro urbano coinvolga aspetti che interessano i saperi del rilievo, l'allestimento di banche multi-relazionali per il trattamento dei dati, oltre che l'interazione con sistemi GIS. Da un lato occorre predisporre carte capaci di rappresentare, in sintesi, impegnative elaborazioni concettuali di tipo logico deduttivo ma al tempo stesso occorre rendere istantaneamente disponibili dati non interpretati e strumenti di analisi degli stessi capaci di consentire ai vari attori in campo analisi anche non prevedibili nel progetto di ricerca così come pensato nel suo momento iniziale.

#### 5. PRIMA IMPOSTAZIONE DI UN SISTEMA INFORMATIVO ANALITICO-GRAFICO PER IL RILIEVO DELLA VULNERABILITÀ SISMICA. IL CASO DI STUDIO DI PIAZZA SANTAROSA A SAVIGLIANO (M.M. BOCCONCINO)

Il rilievo della vulnerabilità sismica è articolato in ragione dei parametri significativi individuati nell'impostazione sopra definita, differenti quindi gli esiti attesi. Lo sviluppo della ricerca ha tra gli obiettivi quello di "mettere a sistema" le diverse componenti (rilevatori, studiosi, progettisti, strumenti, dati e patrimonio informativo), sfruttando il valore di efficienza che può derivare dalla formalizzazione informatica degli aspetti collegati al supporto dell'analisi e al relativo risultato grafico-numeric. In questa che rappresenta la prima fase di approfondimento di questo aspetto operativo, chiediamo che il sistema informativo da predisporre consenta di produrre:

- un archivio sistematizzato di elementi di base (documentazione di tipo storico, rilevamenti di cam-



- po, supporti fotografici metadocumentati) e dati di rilevamento speditivo;
- una rappresentazione che comprenda tutte le grandezze rilevate, in maniera trasparente ai diversi attori, ove possibile all'interno di un'unica cornice grafica; questa immagine deve essere sostenuta dall'archivio degli elementi, una base di dati consistente e costantemente aggiornata e aggiornabile (geometrie, parametri, topologie, metadati);
  - il confronto quantitativo tra differenti edifici e sistemi urbani (algoritmi automatici per ponderazione dei parametri);
  - strumenti conoscitivi per la misurazione qualitativa della vulnerabilità sismica attraverso diversi filtri di lettura:
    - un primo strato informativo, di base, improntato all'evidenziazione dei fattori relativi al sistema portante e alle componenti connesse (anche relativamente alle externalità);
    - contestualmente, sempre come contributo base, individuazione dei punti di forza e debolezza e delle opportunità e minacce della realtà indagata, ovvero un'analisi di tipo grafico-numerico e qualitativo, resa attraverso una planimetria tematica che compendi fattori interni e fattori esterni;
    - un secondo piano di sintesi, legato alla possibilità di confrontare diverse soluzioni pianificatorie/progettuali attraverso quadri e condizioni al contorno ben definite e comunicate.

Quest'ultima considerazione (relativa alla trasparenza, alla diffusione e alla partecipazione) è un aspetto discriminante per la buona riuscita dei processi di analisi sottesa alla valutazione della vulnerabilità sismica degli spazi urbani; il disegno è un campo di confronto all'interno del quale è possibile attivare raffronti e dibattiti in quanto, per sua natura, mette in luce i differenti punti di vista attraverso un adeguato linguaggio grafico che discenda da un insieme ordinato di elementi e procedure.

A partire dall'archivio associato all'immagine sintetica, la stratificazione dei dati all'interno del sistema informativo per la vulnerabilità sismica (temporalmente e spazialmente definiti) consente di:

- registrare, permanentemente e in maniera consistente, in locale o su supporti distribuiti (via web),

Fig. 11. Schematizzazione sistema WEB: Ambiti di elaborazione e rappresentazione grafica. ( a cura di M.M. Boconcino)

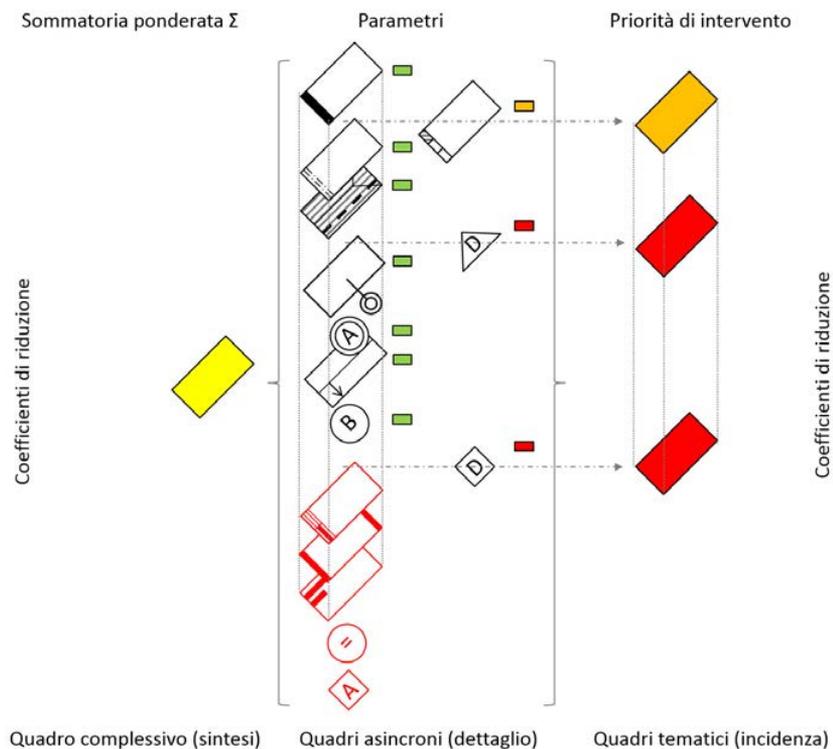


Fig. 12. Strati, livelli conoscitivi, sintesi, quadro di incidenza (parametri più "penalizzanti") (a cura di M.M. Bocconcino)

le considerazioni di campo e di studio e i relativi repertori fotografici e associare a questi le integrazioni del patrimonio informativo di base residente presso archivi storici e specialistici;

- estrarre quadri asincroni dei dati, ovvero i singoli parametri letti nella loro distribuzione spaziale;
- definire istantanee parziali del patrimonio conoscitivo, permettendo ad esempio di verificare quale parametro incida maggiormente sulla ponderazione complessiva della vulnerabilità, e quindi fornire le priorità di intervento;
- fornire livelli di sintesi progressivi, via via più definiti, in itinere, secondo un processo di affinamento che potrà essere anche misurato in ragione de-

gli approfondimenti; quest'ultima considerazione attiene in particolare alla definizione del grado di attendibilità delle osservazioni e della rintracciabilità delle fonti (ufficiali, ufficiose, di tipo congetturale e ipotetico, eccetera): priorità del rilievo è infatti, anzitutto, fornire la misura, qualitativa o quantitativa, della sua affidabilità in modo da consentirne il riuso consapevole.

La figura seguente illustra un primo sviluppo applicativo della codifica, un primo punto di definizione all'interno del work in progress complessivo della ricerca intrapresa; il caso studio presentato in appresso è ragione e frutto di test sperimentali successivi, a conferma delle rivisitazioni della parte metodologica

Gli strumenti che lo studio sta allestendo hanno un primo compito di livello operativo; se il rilievo a vista ha carattere di speditezza, molte azioni che avvengono successivamente al sopralluogo sono dedicate alla restituzione dei fatti osservati e alla integrazione di questi con il patrimonio di pre-conoscenza critica che via via si forma e consolida. Abbiamo quindi ragionato sulla possibilità di rendere efficiente questo primo processo di raccolta e ricostruzione, cercando di ridurre i tempi di mera compilazione per dedicarli maggiormente alle attività di verifica puntuale e approfondimento. Il modo prescelto ha caratteristiche molto vicine a quelle che negli usi stanno conformando i dispositivi che quotidianamente impieghiamo (smartphone e tablet principalmente), attraverso l'interazione e lo scambio costante con la rete telematica.

Sono stati individuati due ambiti di elaborazione:

- uno più propriamente dedicato alle attività di predisposizione del sistema informativo urbano e trattamento "duro" dei dati (sistema di produzione o back office);
- l'altro relativo all'interfaccia grafica (il front-office), il quale consente l'interazione tra i diversi attori, rilevatori e studiosi, fornendo uno strumento di registrazione consistente (che trasmetta alla base di dati le osservazioni raccolte, testuali, numeriche e fotografiche) e terreno di confronto sempre aggiornato.

Portare l'interfaccia grafica di questo sistema di produzione:

- l'epidermide con tutte le terminazioni nervose in grado di portare i segnali, le sollecitazioni, al cervello elaboratore
- in uno spazio web condiviso, richiede una prima implementazione sostanziale degli strumenti: oltre alla macchina sulla quale operano i servizi di base, anzitutto il flusso dei dati deve prevedere la presenza di una macchina servente e di una serie di periferiche utilizzatrici (dispositivi), connessi alla rete.

Senza voler entrare nelle problematiche inerenti i formati digitali che consentono di interagire via web con geometrie e dati a esse associati, possiamo comunque affermare che questi siano numerosi, diversi, e varia sostanzialmente la loro efficienza. Quello che interessa

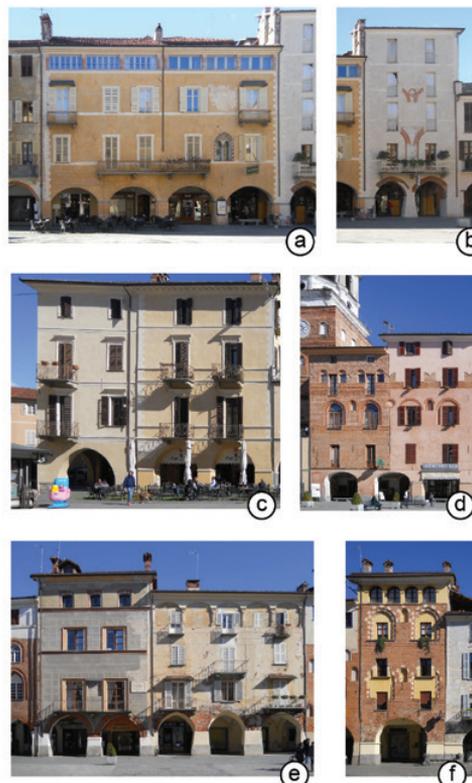


Fig. 13. Il caso studio della Piazza Santarosa – Savigliano (Cuneo) (a cura di V. Donato e M.M. Bocconcinò)

qui evidenziare è come l'allestimento di un ambiente di interazione di tipo grafico chiede di nuovo alla scienza del disegno di "apparecchiare la tavola" per la raccolta e la rappresentazione della conoscenza, ovvero un'opportuna progettazione dello spazio che sarà al contempo contenitore e vetrina dei dati da rilevare.

Attraverso quindi l'interfaccia, il rilevatore ha anzitutto la possibilità di registrare le osservazioni su una "mappa tecnica sensibile" e di associare, legare a queste la memoria fotografica e la documentazione di archivio e bibliografica, ovvero può attivare le parti della rappresentazione cartografica che sono state preventivamen-

te disposte e a queste associare la caratterizzazione semantica secondo le tabelle sopra riportate e tutti i dati che ritiene utili per corroborare o consentire la verifica di quanto impostato. Questa possibilità rende ancora più spiccata la vocazione speditiva del rilievo immaginato nella sua impostazione metodologica, senza sottrarre nulla alla rielaborazione mentale, ma anzi lasciando a questa maggiore tempo per esprimersi, avendo delegato agli automatismi informatici l'elaborazione dei dati e l'associazione della codifica grafica. La consistenza del sistema risiede anche nel fatto che, supportato dalle metodologie e dagli strumenti pro-

pri della scienza del trattamento automatico dei dati, è possibile produrre scenari alternativi e nuove viste della realtà indagata. Inoltre è possibile mettere in rete le risultanze dell'analisi (quelle in itinere e quelle maggiormente definite), infine fornire e ricevere dati anche da altri ambiti di elaborazione e studio interdisciplinari (studi psicometrici collegati alla percezione del benessere urbano, elaborazioni statistiche dei soggetti preposti all'indagine sociale, eccetera).

La codifica grafica sopra illustrata sostiene come detto l'impostazione metodologica; di più, consente di estrarne gli esiti, regola applicativa che ricompone i parametri e gli indicatori individuati in una visione sincretica, che quasi pertiene alla percezione (quella sintesi mentale citata sopra), come determinanti per la definizione pluri-livello dei valori di benessere e buona vita nei luoghi. L'insieme dei dati, nella definizione passo passo del metodo, si è quindi riconfigurato fino a comprendere nature diverse di fonti. L'eterogeneità dei livelli di lettura si ricompone infine all'interno della visione sintetica sostenuta dalla carta, ma necessita nella sua elaborazione di ambienti integrati di elaborazione (sistemi) finalizzati alla restituzione analitico-grafica dei singoli elementi. L'opportunità di accedere a banche dati complesse ha in ultimo reso inderogabile l'esigenza di allestire un ambiente di elaborazione che sollevi il rilevatore da tutte quelle operazioni di messa in carta (la vestizione delle planimetrie cartografiche di base). L'applicazione diffusa del metodo di rilievo e rappresentazione grafica della vulnerabilità sismica richiede la messa a sistema di una serie di elementi di indagine e restituzione. Se infatti, da una parte, il progressivo affinamento dei parametri da rilevare e del modo attraverso il quale questi potevano essere sinteticamente raccolti e rappresentati con "un unico colpo d'occhio" è stato supportato da strumenti di elaborazione che oggi consideriamo di tipo "artigianale", cuciti caso per caso, manualmente allestiti e curati fino alla definizione dei corretti proporzionamenti tra simboli, annotazioni e segni grafici, dall'altra la necessità che si sta presentando di rendere consistenti il numero di casi studio da sottoporre a verifica e di uniformare l'impiego delle regole grafiche, richiede l'approntamento di specifici protocolli, questa volta di tipo informatico, che consentano di demandare al calcolatore gli aspetti connessi alla sintesi grafica e alla ponderazione analitica degli esiti del rilievo speditivo.

Il caso studio ha consentito la definizione per via grafica di un quadro di riferimento per il supporto e la restituzione della vulnerabilità sismica prima vista a livello di edificio, poi portata a livello di agglomerato di edifici, infine ponderata come sommatoria all'interno di un intero spazio urbano omogeneo. Il lavoro iterativo di definizione dei codici grafici, applicazione alle diverse scale di approfondimento, taratura delle componenti grafiche (tipi e spessore delle linee, dimensionamenti dei testi secondo gerarchie informative La cucitura del vestito grafico, appunto quasi manuale, ha consentito il tempo di maturare sulla carta, e di far quindi lì, in quel luogo, decantare, le osservazioni raccolte con le esperienze di campo (e con i cospicui archivi fotografici all'uopo allestiti, variegati e distribuiti nel tempo).

### IL CASO DI STUDIO DI PIAZZA SANTAROSA A SAVIGLIANO: LA MESSA A PUNTO DI CODIFICHE GRAFICHE RELATIVE ALLA VULNERABILITÀ SISMICA DELL'EDILIZIA STORICA (V. DONATO)

È stato illustrato come la definizione del metodo di indagine abbia visto integrazioni successive in termini di contenuti; questo ha implicato un passaggio sostanziale dalla rilevazione quasi esclusivamente condotta "a vista" (sistema analogico poi ricondotto all'insieme discreto formalizzato nelle prime versioni delle tabelle sopra riportate), mediata dalla sensibilità dello studioso, alla opportunità di integrare quel primo corpus insieme di dati con altri di natura "pre-elaborata". Portare all'interno di un sistema informativo di tipo informatico il metodo e le procedure di rilievo per la vulnerabilità urbana richiede una progettazione attenta dei flussi di dati e dei relativi formati di scambio. Per la verifica sul campo della metodologia che si sta definendo, il gruppo di ricerca ha individuato, progressivamente e in ragione dei costanti esiti, ambiti di elaborazione significativi e rappresentativi del sistema edificato sul territorio nazionale. Una prima applicazione consistente è stata rappresentata dal concentrico di un comune presente nell'area metropolitana torinese, Chieri, relativamente al suo centro storico (analisi a scala urbana) (Garzino, 2016).

La categoria "edifici porticati su piazza", considerata in questo nuovo affinamento del metodo, risponde ai criteri evidenziati e le considerazioni che emergono pos-

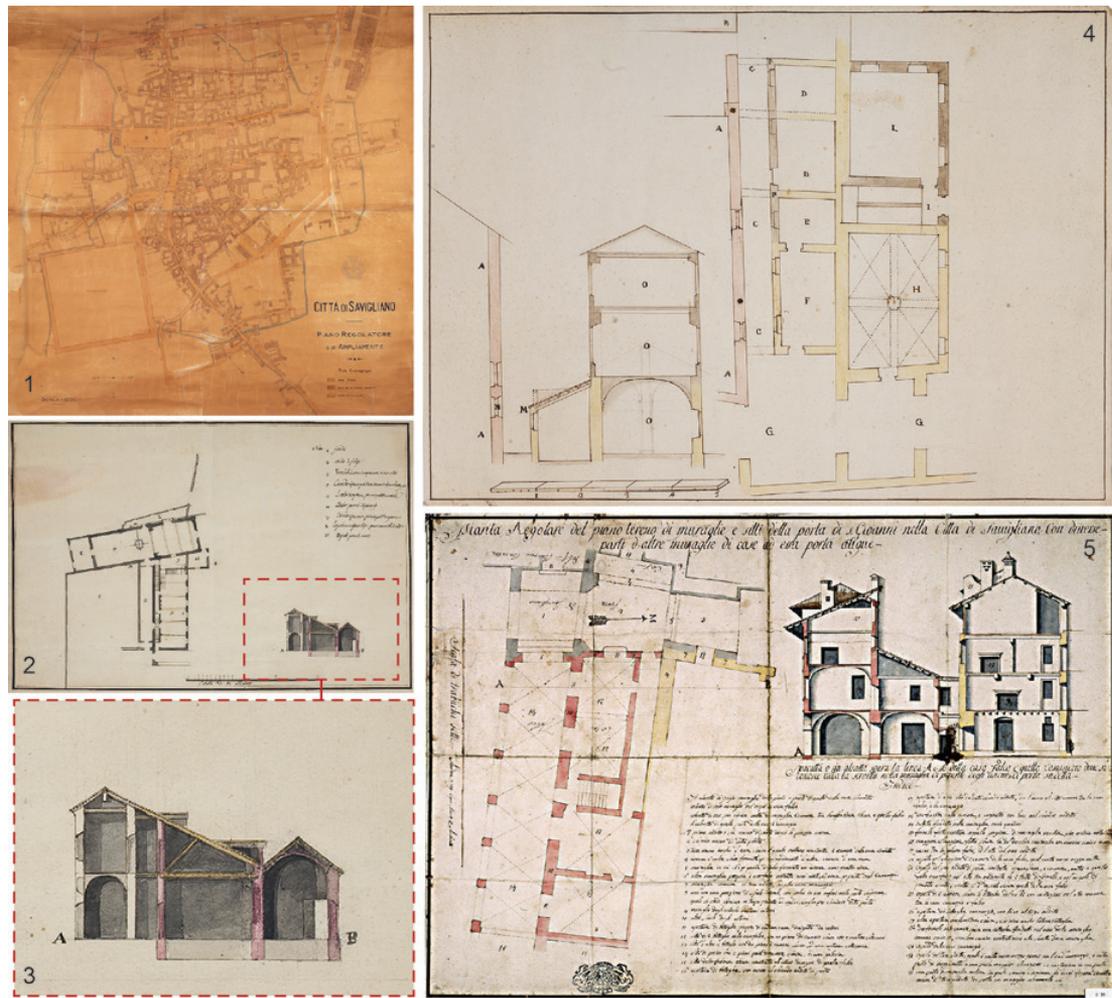


Fig. 14. Analisi d'archivio per il rilevamento delle tipologie edilizie e delle strutture originarie portanti (1. Piano regolatore e di ampliamento - prima metà XX sec. 2 - Pianta e prospetto della filanda del Cristo, poi Cineca Ritz - primo quarto XIX sec. 3 - Ingrandimento della sezione 4 - Pianta e prospetto di casa su tre piani con tettoia XVIII sec. 5 - Pianta regolare del piano terreno di muraglie della porta di S. Giovanni della Città di Savigliano con diverse parti d'altre muraglie di case ad essa attigue. Con spaccato delle case Falco e Canavero", XVIII sec.)<sup>7</sup> (a cura di V. Donato e M.M. Bocconcinò)



Fig. 15. Quadro d'unione relativo al caso studio della Piazza di Santarosa – Savignano: sistema resistente, conformazione geometrica e stato di fatto relativi al singolo edificio e interazione fra fabbricati attigui costituenti un aggregato omogeneo (rif. Tab. 1 – 15). (a cura di V. Donato)

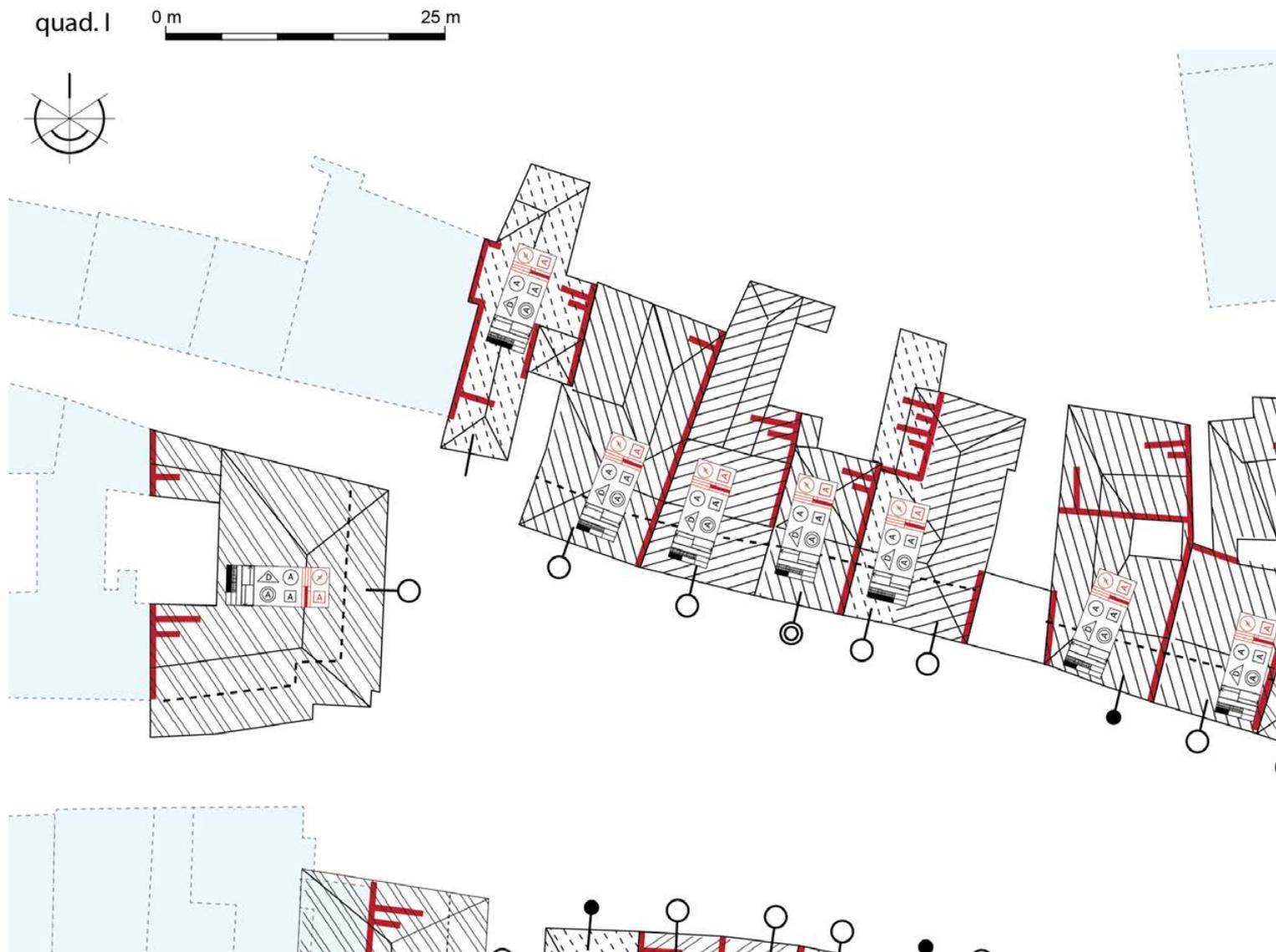


Fig. 16. Ingrandimento quadrante I: caso studio della Piazza di Santarosa (rif. Fig. 15) costituenti un aggregato omogeneo (rif. Tab. 1 - 15) - (a cura di V. Donato)



Fig. 17. Ingrandimento quadrante II: caso studio della Piazza di Santarosa (rif. Fig. 15) - (a cura di V. Donato)



Fig. 18. Ingrandimento quadrante III: caso studio della Piazza di Santarosa (rif. Fig. 15) - (a cura di V. Donato)



Fig. 19. Ingrandimento quadrante IV: caso studio della Piazza di Santarosa (rif. Fig. 15) - (a cura di V. Donato)

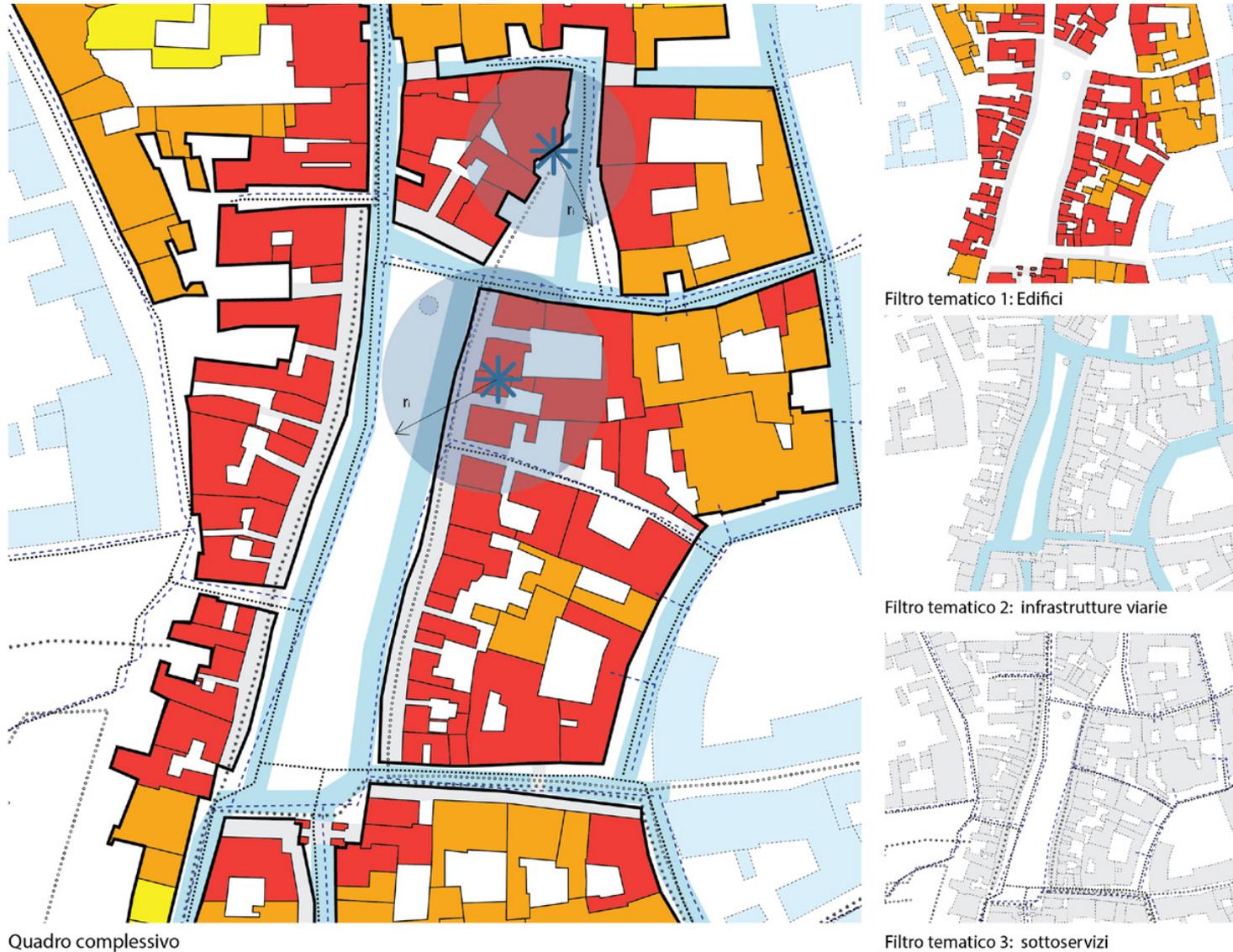


Fig. 20. Sintesi dell'applicazione attinente la vulnerabilità sismica alla scala urbana (rif. Tab. 16-21) - (a cura di V. Donato)

sono essere rese generali, pur nella necessità di dover specificare localmente, caso per caso, le singolarità e le peculiarità che gli ambiti storicizzati italiani costantemente presentano. Essa contiene infatti tipi e schemi strutturali che vasta applicazione possono ritrovare nei centri urbani, con specificità comuni più marcate per i casi di una vasta area nei concentrici contermini quello considerato.

La medioevale piazza Vecchia, ora piazza Santarosa, presenta una cortina continua di facciate (case-torri che risalgono al XIII e XIV secolo), in gran parte restaurate, e alcune puntualità ed emergenze architettoniche.

Sorta su antiche preesistenze, presenta una configurazione in pianta irregolare e allungata a seguito delle numerose trasformazioni e degli accorpamenti avvenuti sugli edifici. L'origine dell'impianto urbano risale all'inizio del XIII secolo, quando Savigliano divenne libero comune e le famiglie nobili che vi si trasferirono si insediarono nell'area foranea, edificando "case forti" con un fronte sulla piazza. I portici non erano presenti, gli edifici si sviluppavano su due piani e il piano terra era occupato da botteghe.

A partire dal 1470, tramite ordinanza comunale, si diede la via ad un progressivo riordino della piazza, divenuta centro amministrativo ed economico della città. Si edificarono nuovi edifici addossati ai fronti esistenti, così creando l'attuale spazio porticato con conseguente restringimento dell'area della piazza; parte delle facciate preesistenti sono tuttora visibili sui muri interni delle case.

Nel corso del XV secolo il Comune realizzò interventi di risanamento, regolamentazione del mercato e avanzamento delle case, con apertura dei portici e realizzazione di nuovi prospetti.

Altre trasformazioni si avranno nel XVII secolo specialmente con la costruzione di logge e nei secoli XIX e XX quando si tenderà ad uniformare i fronti edilizi.

A partire dagli anni Novanta del secolo scorso l'area è stata oggetto di importanti interventi di recupero architettonico degli edifici e resa pedonale. La piazza è oggi interamente porticata con spazi pubblici coperti dedicati al commercio, alla socialità e al tempo libero. Le trasformazioni, i mutamenti avvenuti sull'edificato della piazza hanno determinato i modi e le procedure di analisi, nonché le considerazioni critiche utili per sviluppi successivi della ricerca, in particolare relativa-

mente alle qualità del rilievo speditivo e alla sua efficienza (fig. 14).

L'applicazione della metodologia di indagine richiede attività di raccolta dati in situ e da fonti archivistiche, bibliografiche e iconografiche secondo il metodo tradizionale che sostiene il rilievo urbano. La sua finalità è relativa, come detto, all'individuazione degli elementi strutturanti per l'analisi di vulnerabilità sismica attraverso deduzioni che scaturiscono dall'individuazione geometrica e topologica degli elementi stessi.

Per il caso di studio in questione, il flusso operativo ha riguardato:

- individuazione di un primo caso studio significativo per la categoria "edifici porticati su piazza";
- pre-comprensione critica del caso studio;
- reperimento fonti bibliografiche e iconografiche;
- individuazione stratificazioni storiche intervenute a livello di impianto urbano ed edilizio;
- analisi cartografica di base (carta tecnica comunale all'ultima data di aggiornamento disponibile);
- sopralluoghi mirati alla verifica
- disegno degli impianti a terra;
- associazione degli elementi conoscitivi del rilievo;
- applicazione del codice grafico di supporto.

Questa prima esplorazione operativa ha tentato di fissare il quadro di riferimento, attraverso un primo schema applicativo di massima; nelle considerazioni conclusive tentiamo di prefigurare lo sviluppo successivo delle azioni della ricerca.

## CONCLUSIONI (G. GARZINO)

La ricerca condotta dimostra come la comunicazione visiva sia la forma di linguaggio da preferire anche per rappresentare grandezze che non sono propriamente di natura geometrica, tanto da risultare spesso assai più efficace del linguaggio alfanumerico. Quest'ultimo risulta infatti poco efficace a fronte della visione fondata su segni spaziali stabili nel tempo. In questo contesto gli istogrammi, i grafici cartesiani, i diagrammi a torta, ecc. sono utili ma occorre saperli trasferire utilizzando un linguaggio appropriato e calarli nel contesto cartografico.

La ricerca condotta si colloca nel filone della piena autonomia della notazione simbologica rispetto alla rappresentazione iconica e si caratterizza in tal senso mediante una continua tensione verso l'approfondimento

conoscitivo. Del resto, nell'ambito delle discipline della rappresentazione, da sempre l'introduzione, mediante il disegno, di notazioni congetturali segna il passaggio da una rappresentazione di tipo documentario ad una improntata secondo una conoscenza di carattere intellettuale e speculativo.

L'esperienza condotta, anche mediante la concreta applicazione del caso di studio relativa a piazza Santarosa a Savigliano, dimostra come il linguaggio grafico non si limiti ad essere un semplice veicolo ma divenga attore di conoscenza. Esso tesse la rete della concettualizzazione fin dall'acquisizione dei dati e diviene artefice di una sintesi di tipo selettivo, additivo e correttivo ma anche di natura formativa, sistemica e inglobante (Nunziata, 2016). Così facendo la conoscenza dello spazio si compie mediante dimensioni e caratteri extrasoggettivi e la cartografia assume rigore scientifico. Diviene quindi possibile costruire un territorio ove lo spazio è organizzato secondo principi di conoscenza la quale si rivela essere di livello tanto più rilevante quanto più è indiretta. Nel corso della ricerca è stato allestito un linguaggio grafico fondato su una codifica rappresentativa capace di andare al di là della visuale fisica dell'occhio, intesa quale sintesi delle conoscenze acquisite tramite l'esperienza diretta (l'autopsia greca, cioè il fatto di vedere direttamente con i propri occhi), fino a giungere all'esperienza mediata (l'akuein, cioè l'acquisizione di dati da fonti indirette), accedendo così ad un livello di conoscenza più profondo.

## NOTE

[1] Cfr. Studio propedeutico all'elaborazione di strumenti di indirizzo per l'applicazione della normativa sismica agli insediamenti storici presentato all'Assemblea Generale Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 02/04/2012.

[2] Per quanto attiene l'ambito edilizio monumentale si rimanda ad un successivo contributo. La Direttiva P.C.M. del 9 febbraio 2011 costituisce un'approfondita riflessione scientifica e tecnica sull'argomento, tanto dal punto di vista metodologico quanto da quello storico-critico.

[3] Si individuata quale unità minima di studio ogni cellula edilizia costituente il tessuto urbano oggetto di studio e si è convenuto che può essere definita cellula edilizia un manufatto costruito originariamente su un lotto singolo o un insieme unificato di più lotti, dotato di una specifica motivazione funzionale e tutt'ora riconoscibile in una propria identità costitutiva. Cfr. Coppo Secondino, (1994).

[4] Quanto più il punteggio attribuito è basso tanto più il fabbricato è poco vulnerabile. La scheda di valutazione aggiornata composta da quindici fattori di valutazione fissa il massimo punteggio di vulnerabilità ottenibile a 515,25 punti. Cfr. Formisano A. et. al. 2011, op.cit., Tabella 1

[5] Cfr. Studio propedeutico all'elaborazione di strumenti di indirizzo per l'applicazione della normativa sismica agli insediamenti storici, op. cit., p. 7

[6] Prima che il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici formalizzasse le linee di indirizzo citate furono svolte alcune ricerche in tal senso. Ad esempio, dopo il sisma del 2009, fu attivata una collaborazione tra Istituto

nazionale di urbanistica INU e le Università di Chieti-Pescara e l'Aquila, da cui scaturì il metodo di indagine applicato per lo studio di Poggio Pienze e pubblicata in "Poggio Pienze INTERLAB - Università abruzzesi per il terremoto", Aracneditrice, Roma, 2010.

[7] Su gentile concessione dell'archivio Storico di Savigliano.

## BIBLIOGRAFIA

Formisano, Antonio; Florio, Gil-  
da; Landolfo, Raffaele; Mazzola-  
ni, Federico M. (2011), *Un metodo per la valutazione su larga scala della vulnerabilità sismica degli aggregati storici*. Anidis, Bari. [http://www.stadata.com/mail/2011/FareSismica/Formisano\\_et\\_al\\_AGGREGATI.pdf](http://www.stadata.com/mail/2011/FareSismica/Formisano_et_al_AGGREGATI.pdf)

Coppo, Secondino (1994), *Caratterizzazione morfologica e individualità formale delle cellule edilizie di Torino*, in Bardelli Pier Giovanni - Coppo Secondino - Mellano Franco - Scarzella Paolo, *Contesti urbani di interesse culturale ambientale*, Torino, Città di Torino, p. 41.

Coppo, Secondino (2010), *Contenuti e finalità del rilievo urbano*, in Coppo D. e Boido C. (a cura di). *Rilievo Urbano. Conoscenza e rappresentazione della città consolidata*, Alinea, Firenze.

lentile, Rosalba (2013), *L'archivio materiale e la regola dell'arte*, in Rosalba lentile R. e Naretto M., 2013, *Patrimonio architettonico e rischio sismico*, Celid, Torino, p. 12.

Chinni, Ciriaco; Mazzotti, Claudio; Savoia, Marco; Perri, Gianluca (2013), *RE.SIS.TO: una metodologia speditiva per la valutazione di vulnerabilità sismica degli edifici in muratura e calcestruzzo armato*, [http://www.ingenio-web.it/Articolo/956/RE.SIS.TO.:una\\_metodologia\\_speditiva\\_per\\_la\\_valutazione\\_di\\_vulnerabilita\\_sismica\\_di\\_edifici\\_in\\_muratura\\_e\\_calcestruzzo\\_armato\\_\\_B27.html](http://www.ingenio-web.it/Articolo/956/RE.SIS.TO.:una_metodologia_speditiva_per_la_valutazione_di_vulnerabilita_sismica_di_edifici_in_muratura_e_calcestruzzo_armato__B27.html)

Cavallari Murat, Augusto (1968), *Indicazioni tradizionali di "commodus, firmitas, venustas"*, in *Architettura e Forma*

Urbana nella Torino Barocca (Vol 1, 1; p. 114), Torino, Istituto di Architettura Tecnica del Politecnico di Torino.

Cremonini, Irene (2015), *La vulnerabilità dei sistemi urbani*, [www.ingenio-web.it/](http://www.ingenio-web.it/) INGENIO n. 29

Garzino, Giorgio; Marchis, Elena (2016), *Survey of buildings, elaboration of urban maps, databases for describing the seismic behaviour of historical sites*, in *Proceedings Between Scales*, Eurau (European Symposium on Research in Architecture and Urban Design) 2016, Bucharest, September 28-29- 30 2016, Bucharest: Ion Mincu University of Architecture and Urbanism Publishing House, p. 561-572, ISBN 978-606- 638-141- 3.

Nunziata, Rachele (2016), *La cartografia come forma grafica di comunicazione*, EUT, Trieste, 2016, p. 172