

Vulnerabilità e resilienza dei sistemi insediativi

Valerio Cutini
Università di Pisa, Italia

Introduzione

La consapevolezza dell'importanza della resilienza urbana, come proprietà intrinseca di un insediamento a sostenere perturbazioni, è andata consolidandosi negli anni più recenti, in considerazione della crescente manifestazione di brusche trasformazioni della struttura degli aggregati e della vulnerabilità dei sistemi insediativi a fronte di tali evenienze. Rientrano in primo luogo fra tali trasformazioni quelle indotte dalla variabilità delle condizioni socio-economiche, sia a scala urbana che in ambito macroscale; l'accelerazione delle dinamiche economiche, evidente negli ultimi decenni, ha infatti determinato l'amplificazione della tradizionale forbice fra la variabilità della struttura economica e sociale e la rigidità dell'impianto territoriale – e urbano in particolare – che ne costituisce il naturale e indispensabile ancoraggio territoriale. Tale rigidità è in certa misura del tutto fisiologica, in quanto correlata alla materialità delle forme e delle strutture degli insediamenti e quindi indisponibile ad adattarsi – se non a costi elevatissimi – alla mutevolezza delle condizioni sociali ed economiche; per di più, nel nostro Paese, ove la grande maggioranza degli aggregati urbani derivano dalla genesi e dal consolidamento diacronico di insediamenti di impianto antico, la difficoltà di modificare o adeguare la loro struttura è spesso addirittura insormontabile. Ma fra le possibili perturbazioni di un aggregato urbano rientrano anche quelle indotte da disastri naturali – su tutti, i terremoti – e artificiali – in particolare le devastazioni belliche –, che determinano una improvvisa alterazione della struttura materiale degli insediamenti. E proprio queste ultime, ed in particolare quelle corrispondenti agli eventi sismici, verranno qui prese in considerazione per la determinazione degli effetti sulla geografia urbana e, ancor di più, per la definizione dei parametri idonei ad apprezzare, valutare, misurare la capacità intrinseca di un insediamento a sopportare ed assorbire tali trasformazioni, ovvero la sua resilienza. Nella consapevolezza che tale resilienza, laddove presente in misura significativa, costituirà una pregiata risorsa dell'insediamento come capacità di adattarsi e adeguarsi alla normale mutevolezza delle condizioni della sua utilizzazione: in tal modo, l'evento sismico verrà qui assunto come un (drammatico) elemento di prova della resilienza di un insediamento urbano e di verifica delle tecniche più idonee ad apprezzare e, quindi, a garantire tale risorsa, preziosa anche – e forse soprattutto – nelle normali condizioni di funzionamento del sistema insediativo.

Il tema della resilienza di un insediamento nei riguardi di possibili disastri naturali è stato oggetto di estese ricerche, principalmente orientate sulla capacità di resistenza degli impianti e del sistema infrastrutturale (Jha et al. 2013), oltre che capacità di conservazione della integrità e della coesione sociale (Paton, Johnston, 2006; Pelling, 2003). Questo contributo è invece concentrato sul tema della resilienza della rete dei percorsi urbani, e discuterà delle caratteristiche, se ve ne sono, in grado di garantire ad un sistema insediativo una rilevante capacità di sopportare trasformazioni locali con alterazioni limitate al suo comportamento globale.

In relazione con questa specificazione del tema della resilienza, la metodologia qui proposta per il suo studio è l'approccio configurazionale, che è costruito su due fondamentali assunzioni:

- la primaria importanza della griglia dei percorsi nello svolgimento dei fenomeni che hanno luogo al suo interno, e quindi, in definitiva, sulla geografia interna della città;

- l'interesse per gli aspetti relazionali all'interno della griglia urbana, piuttosto che per le caratteristiche geometriche e morfologiche dello spazio, nella convinzione che queste ultime risultano comunque interiorizzate nell'assetto configurazionale.

Come si comprende, proprio tali assunzioni, che costituiscono i fondamenti concettuali dell'approccio configurazionale, introdotto da Bill Hillier alla metà degli anni '80 e da allora oggetto di sperimentazione, sviluppo e applicazione da parte di una nutrita schiera di studiosi in tutto il mondo, lo rendono l'ideale strumento metodologico per affrontare il tema della resilienza.

Ogni trasformazione della griglia urbana, infatti, ogni intervento sui suoi percorsi o sui fabbricati e gli isolati che li definiscono, comporta effetti sui fenomeni insediativi e sulla geografia complessiva dell'insediamento, effetti che l'approccio configurazionale è in grado di portare alla luce; ne consegue che anche ogni genere di alterazione indotta da drammatici fenomeni naturali, come i terremoti, può essere interpretata, nei suoi effetti, mediante le tecniche di analisi configurazionale; e che quindi tali tecniche possono determinare l'entità delle mutazioni indotte sulla geografia interna dell'abitato. Una ulteriore applicazione dell'analisi configurazionale può essere inoltre dedicata all'intervento di ricostruzione successivo al sisma, così da portare alla luce degli effetti indotti sulla geografia dell'abitato dalle scelte e dalle strategie di ricostruzione.

È quindi evidente che l'analisi configurazionale costituisce un approccio particolarmente pertinente per l'osservazione delle trasformazioni conseguenti alla perturbazione sismica, così come particolarmente promettente in riferimento a qualsiasi altra perturbazione che abbia esiti sulla struttura materiale e relazionale di un centro abitato. Servirà inoltre, lo stesso approccio, a identificare le componenti e le variabili che concorrono ad assicurare ad un sistema spaziale doti di resilienza, così che ogni piano di trasformazione del territorio urbano, fra cui quelli di ricostruzione delle aree investite dal sisma, possa essere considerato e valutato in relazione al grado di riduzione (o di incremento) della vulnerabilità che presumibilmente fornirà al sistema.

L'analisi configurazionale e la resilienza urbana

Vaste esperienze, ormai da decenni, hanno applicato l'approccio configurazionale all'analisi delle trasformazioni urbane, tanto da sperimentarne e validarne le tecniche operative come uno strumento idoneo sia all'interpretazione degli insediamenti sia a supporto della loro pianificazione (fra gli altri Cutini, 2001; Cutini, 2003).

Due appaiono le principali linee di ricerca: da una parte, l'analisi della genesi dei sistemi urbani, mirata alla comprensione dei meccanismi della loro crescita e del loro sviluppo; dall'altra parte, l'analisi dei piani e dei progetti di trasformazione e sviluppo, mirata a prevederne ed evidenziarne gli effetti più probabili. Entrambe queste linee di ricerca sono basate sull'assunzione del ruolo primario che l'approccio configurazionale (Hillier, Hanson, 1984; Hillier, 1996) assegna alla griglia urbana nella formazione dei fenomeni che hanno luogo al suo interno, e risultano confortate dall'evidenza di una significativa corrispondenza dei parametri configurazionali con alcuni fra i fondamentali aspetti del funzionamento dell'aggregato urbano, ed in particolare la distribuzione del movimento (Hillier et al. 1993; Hillier, Iida, 2005) e dei livelli di centralità (Hillier, 2000; Hillier, 2009).

Qui la questione è per molti versi differente, e di fatto poco investigata: si tratta di osservare gli effetti di un improvviso evento traumatico che bruscamente sconvolge la consistenza materiale di un insediamento per il periodo di tempo (transitorio ma sfortunatamente non breve) necessario all'intervento di ricostruzione. Va da sé che l'entità di questi effetti dipende dall'entità delle distruzioni stesse e dell'evento calamitoso che le hanno provocate, tanto da renderne difficile una classificazione per categorie tipologiche; ma dipende anche dalla

capacità intrinseca del sistema urbano, in forza delle sue caratteristiche spaziali, di subire ed assorbire queste perturbazioni senza alterare in modo radicale (o per lo meno in modo significativo) la propria geografia interna: ciò che evoca il tema della resilienza urbana.

Come già è stato chiarito in precedenza, nel presente studio il tema della resilienza verrà affrontato con riferimento agli aspetti relazionali del sistema urbano, ovvero alla capacità che questo manifesta, per le proprie caratteristiche intrinseche, di sopportare trasformazioni locali con alterazioni limitate al suo comportamento globale. Questo aspetto non deve infatti essere trascurato: dal momento che gli usi del suolo sono così strettamente correlati con la configurazione della griglia urbana, ogni trasformazione di questa può infatti modificare le precondizioni per la localizzazione e l'efficiente funzione delle attività, tanto da pregiudicarne la possibilità della loro permanenza e, di conseguenza, dell'intera geografia insediativa.

Quindi, dando qui per acquisito il ruolo primario della griglia urbana nel verificarsi dei fenomeni insediativi, l'indagine verterà sulla ricerca dei parametri configurazionali, se ne esistono, più idonei a identificare e riprodurre in modo attendibile una qualità tanto preziosa.

Anzitutto, può essere osservato come un elemento fondamentale per la dotazione di resilienza di un insediamento urbano sia la ricchezza e la varietà dei percorsi di connessione fra le sue singole parti, così che una singola trasformazione locale (ad esempio, la rimozione di alcune connessioni) sia tale da lasciare comunque praticabile un'ampia scelta di percorsi alternativi fra ogni origine ed ogni destinazione dei possibili spostamenti, e non modifichi pertanto in modo significativo l'assetto relazionale (e quindi configurazionale) del sistema. L'importanza essenziale che la ridondanza dei collegamenti diretti assume per il funzionamento delle città è stata acutamente evidenziata (Salingaros, 2005), paragonando le reti urbane alla struttura del cervello (Fischler, Firschein, 1987), che continua a funzionare anche se alcune connessioni (per esempio a causa di incidenti, o malattie, o degenerazione senile) vengono perdute: ciò che, precisamente, si intende per resilienza.

Se, pertanto, la ridondanza di percorsi alternativi è l'elemento chiave della resilienza spaziale, tale caratteristica può ben essere riprodotta dal valor medio della connettività della griglia, assumendo così un suo basso valore come rappresentativo della frequente presenza di percorsi obbligati fra elementi. Naturalmente, la connettività è un indice locale, calcolato tenendo in considerazione solo gli elementi circostanti la singola line; nondimeno, il valore medio, calcolato su tutti gli elementi della griglia, può essere assunto come una proprietà globale, caratteristica dell'intero sistema, idoneo a riprodurre la densità dei percorsi alternativi fra le coppie di elementi al suo interno. Qualora una line (e quindi un percorso) venisse interrotta, la risultanza di un elevato valore della connettività media può garantire della abbondante presenza di percorsi alternativi. Se poniamo n il numero delle lines della axial map, il range della connettività media varia naturalmente fra $2(n-1)/n$ (rapidamente tendendo a 2 con la aumento del numero delle lines) ed $n-1$ (che tende all'infinito con la dimensione della griglia). In conclusione, la connettività media è qui proposta come un elementare indicatore della resilienza urbana, così da riprodurre con il suo valore, compreso fra 2 ed n , la capacità del sistema di assorbire trasformazioni locali senza alterazioni al complessivo assetto relazionale; o, in altri termini, la sua capacità di adattare la distribuzione del movimento al suo interno alle diverse configurazioni spaziali.

Sulla base dell'assunzione che la resilienza, in sostanza, sia una questione di ricchezza di percorsi alternativi fra ogni coppia di terminali di spostamento, il suo valore potrebbe essere in certo modo riprodotto dal livello della distribuzione dei percorsi più brevi: così da ritenere resiliente il sistema provvisto da una presenza di percorsi più brevi diffusa sull'intera estensione della griglia, e, al contrario, vulnerabile (o meno resiliente) quello caratterizzato da una densa concentrazione di percorsi più brevi su un limitato numero di elementi. Traducendo in concreto questo aspetto, un secondo indicatore della resilienza potrebbe esser il rapporto fra il più elevato indice di scelta (choice value) ed il numero massimo dei percorsi

più brevi che, all'interno della axial map, possono interessare una line. Se ancora consideriamo una axial map di n lines, si può mostrare come il numero complessivo dei percorsi più brevi per una line (naturalmente escludendo come elemento terminale la line considerata) è pari a

$$k = n^2/2 - 3/2 n + 1$$

Ne consegue che l'indice proposto risulta

$$v = \text{choice}_{\max}/k$$

Naturalmente, il valore dell'indice adesso proposto varia fra 0 ed 1, e decresce con l'aumentare della resilienza del sistema. Se una line è posta su tutti i percorsi più brevi fra ogni coppia di altre lines (ciò che determina $v = 1$), il sistema risulta massimamente vulnerabile, giacché ciascuno dei percorsi al suo interno dipende da quella singola line.

L'idea che la resilienza urbana in qualche modo dipenda dalla capacità del sistema di accogliere e assorbire perturbazioni locali suggerisce la possibilità di considerare un ulteriore suo parametro configurazionale, ovvero la forza della correlazione fra indici disintegrazione a diversa scala. Infatti, dal momento che l'indice di integrazione è stato dimostrato idoneo a riprodurre la distribuzione dei livelli di centralità per diversi valori del raggio di indagine, una stretta corrispondenza fra integrazione globale e integrazione locale può essere assunta come un indizio di solidità dell'intero sistema: in tale caso, una perturbazione locale non altererà presumibilmente in misura significativa la distribuzione dell'accessibilità su scala locale, in quanto questa è saldamente ancorata a quella globale. Al contrario, una trasformazione locale di un sistema debolmente correlato causerà probabilmente alterazioni significative all'assetto configurazionale di ambito locale.

In altre parole, il coefficiente di determinazione R^2 della correlazione fra integrazione di raggio n ed integrazione di raggio 3, ovviamente compreso fra 0 ed 1, appare idoneo ad indicare resilienza e vulnerabilità. Tale parametro e i due indici presentati in precedenza, sono quindi qui proposti come tangibili indizi – se non proprio indicatori – della resilienza di un sistema urbano.

Un possibile esempio, idoneo ad essere considerato come paradigma di vulnerabilità spaziale, è il labirinto, che collassa – come sistema – non appena è interrotta una sua singola line; dal lato opposto, possiamo assumere come paradigma di resilienza una versione urbana del Panopticon, nel quale ogni singolo elemento spaziale è in diretta connessione con tutti gli altri del sistema, e che trova parziale materializzazione nella città-fortezza di Palmanova, la cui griglia fornisce un'ampia dotazione di dirette connessioni visuali (fig. 1). Nella figura 2, per le axial maps corrispondenti ai due sistemi, è rappresentata la distribuzione dell'indice di integrazione globale. Come è riepilogato nella tabella 1, i valori dei tre indici precedentemente presentati appaiono tali da supportare e validare tali assunzioni.



Figura 1. Due paradigmi della resilienza urbana: il labirinto (a sinistra) e Palmanova

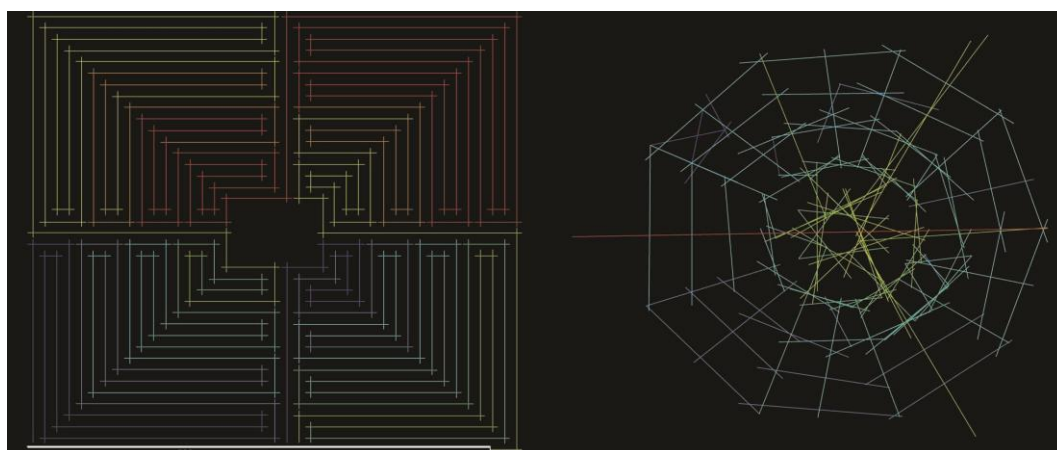


Figura 2. La distribuzione dell'indice di integrazione sulla axial map corrispondente al labirinto (a sinistra) ed a Palmanova (a destra)

	labirinto	Palmanova
C_M	1.99	12.85
v	1.00	0.20
$R3 \text{ int. vs. } Rn \text{ int. } R^2$	0.04	0.93

Tabella 1. I valori degli indici configurazionali di resilienza per i casi paradigmatici di figura 1

La resilienza urbana ed i terremoti

Passando dal tema della resilienza, intesa come potenziale capacità di un aggregato urbano di resistere a perturbazioni materiali, grazie alle caratteristiche intrinseche della sua struttura insediativa, a quello della effettiva perturbazione causata da un forte terremoto, l'insediamento urbano dell'Aquila può essere assunto come un caso di studio altamente significativo per l'applicazione e la discussione dei temi precedentemente illustrati. Le caratteristiche spaziali e configurazionali dell'Aquila verranno naturalmente osservate con riferimento al devastante terremoto (6.3 gradi Richter) che l'ha sconvolta nella notte del 6 aprile 2009, causando morte (oltre 300 vittime) e distruzione in una vasta area all'intorno.

L'analisi configurazionale è pertanto stata qui applicata alla consistenza spaziale rispettivamente relativa a due fasi temporali distinte e nettamente identificabili:

- prima del terremoto, e quindi coincidente con la consistenza urbana precedente il 6 aprile 2009;
- subito dopo il terremoto, a partire da quei drammatici 38 secondi fino ai nostri giorni: come si comprende, si tratta di una situazione provvisoria, e tuttavia ancora persistente e desinata a protrarsi ancora per anni, tanto da determinare, con ogni probabilità, effetti permanenti sulla geografia urbana dell'insediamento aquilano.

Nel seguito, una ulteriore consistenza della griglia urbana sarà oggetto di analisi configurazionale, ovvero quella corrispondente alla situazione a lungo termine, ancora purtroppo lontana da realizzarsi, e determinata dall'intervento di ricostruzione, tuttora in corso di allestimento: si tratta della ricostruzione delle aree interne al centro storico dell'Aquila e della realizzazione di nuove aree di espansione urbana (il cosiddetto progetto C.A.S.E.).

La distribuzione dei principali parametri configurazionali sulla axial map dell'Aquila, così come questi risultano dalla elaborazione della sua griglia urbana mediante il software Depthmap, è qui rappresentata in figura 3; è chiara la presenza dominante di una nitida struttura a maglia ortogonale, consistente nell'incrocio dei due assi del Corso Vittorio Emanuele II e del Corso Umberto I (rispettivamente, e approssimativamente, disposti in direzione nord-sud ed est-ovest sulla traccia del cardus e del decumanus della città romana), tanto da materializzare sia l'integration core che il choice core dell'insediamento, ovvero la porzione della griglia aquilana di fatto depositaria dei più elevati valori (oltre il 95° percentile) dell'indice di integrazione e del valore di scelta. D'altra parte, tale evidenza appare perfettamente corrispondente all'attuale assetto funzionale della città, dal momento che tali assi sono di gran lunga i più densamente interessati dai flussi di movimento e dalla presenza di attività insediate. O, perlomeno, così era immediato percepire fino alle devastazioni sismiche dell'aprile 2009, che hanno radicalmente trasformato l'assetto spaziale dell'insediamento.

Tornando al tema della resilienza urbana, e con riferimento ai parametri configurazionali precedentemente proposti, i loro valori relativi alla città dell'Aquila sono qui riepilogati in tabella 2 e attestano la rilevanti doti di resilienza della sua struttura insediativa. Nella notte del 6 aprile 2009, tali doti di resilienza vennero messe di fatto alla prova da un devastante terremoto.

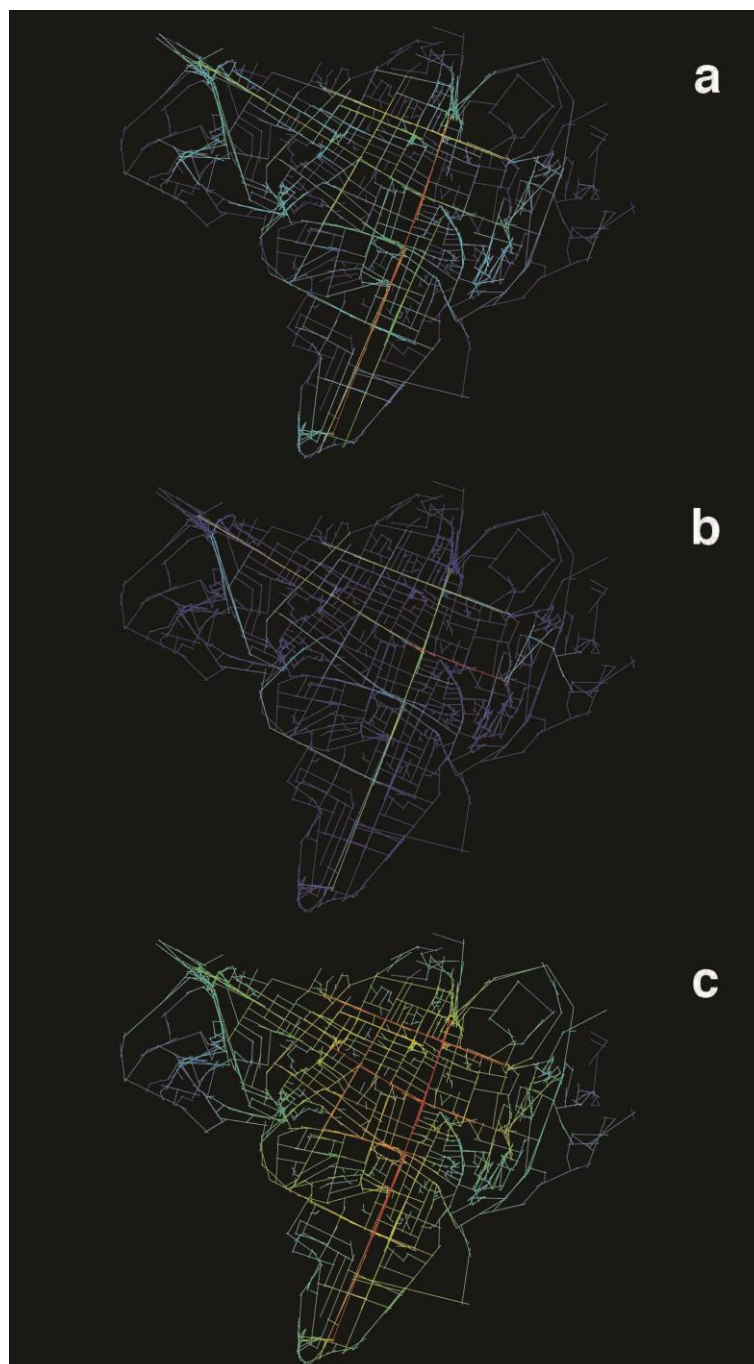


Figura 3. La distribuzione dell'indice di connettività (a), scelta (b) e integrazione globale (c) sulla axial map dell'Aquila, in base alla consistenza precedente il 6 aprile 2009

	L'Aquila
C_M	8.95
v	0.28
$R3 \text{ int. vs. } Rn \text{ int. } R^2$	0.72

Tabella 2. Il valore degli indici configurazionali di resilienza della griglia urbana dell'Aquila

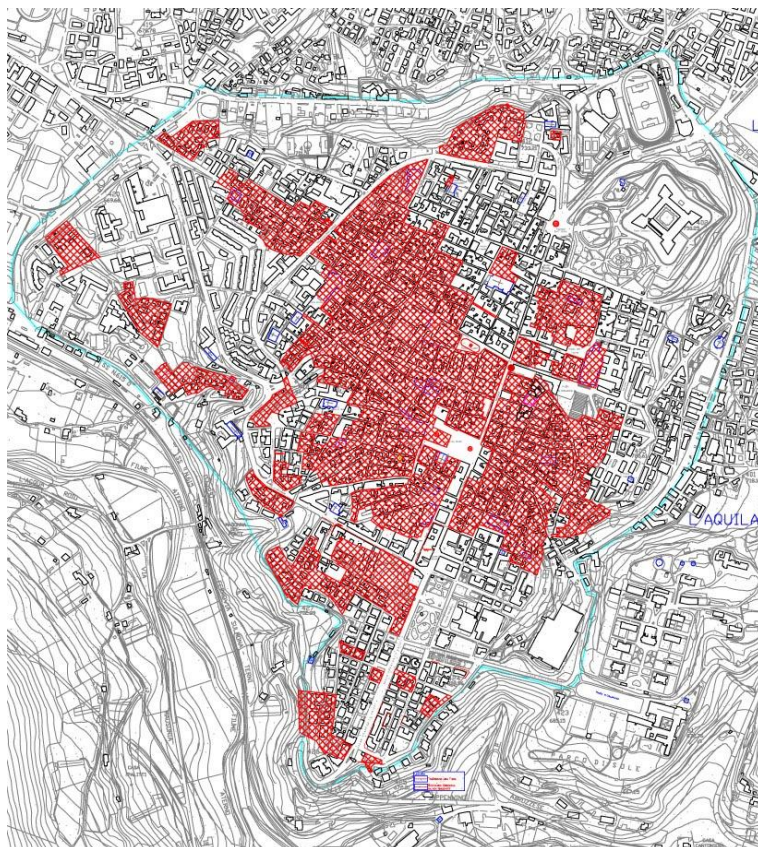


Figura 4. La “zona rossa” dell’Aquila, dichiarata inaccessibile dal maggio 2009

L’entità del disastro aquilano può essere facilmente espressa da qualche numero: più di 15.000 edifici distrutti o seriamente danneggiati, più del 75 % dei fabbricati all’interno del centro storico dichiarati pericolanti e inagibili, così come l’intera area all’interno delle mura. Ma, più di questi numeri, una particolare rappresentazione planimetrica della città dell’Aquila fornisce una eloquente visione di quanto è accaduto in quei 38 secondi: in figura 4, la cosiddetta “zona rossa” perimetra ed identifica un’area di circa 1.600.000 mq che, dopo poche settimane ed alcuni lievi lavori di messa in sicurezza, è stata dichiarata off-limits e severamente chiusa ad ogni accesso per il persistente rischio di crolli.

Nel mese di marzo 2013, a quasi 4 anni di distanza dal terremoto, ancora una larga parte di quell’area (comprendente più di 10.000 attività economiche, oltre naturalmente a case, strade e piazze) resta ancora inclusa nella zona rossa, e quindi di fatto sottratta ad ogni forma di vita urbana.

Ecco quindi che il terremoto segna all’Aquila una profonda cesura, che consente di identificare con chiarezza un ante ed un post, ovvero due diverse consistenze della griglia urbana, le cui differenze – sia sotto il profilo strettamente quantitativo che per la distribuzione degli indici configurazionali – possono essere evidenziate da un confronto dei rispettivi assetti configurazionali, qui rappresentati nelle figure 3 e 5. Tali differenze sfuggono alla ricerca di una possibile tassonomia, in quanto ovviamente dipendono dall’entità del disastro e dall’estensione delle aree urbane colpite dalle devastazioni; un ulteriore aspetto sarà poi la consistenza urbana conseguente al successivo intervento di ricostruzione, le cui caratteristiche possono invece essere ricondotte ad alcuni orientamenti ricorrenti.

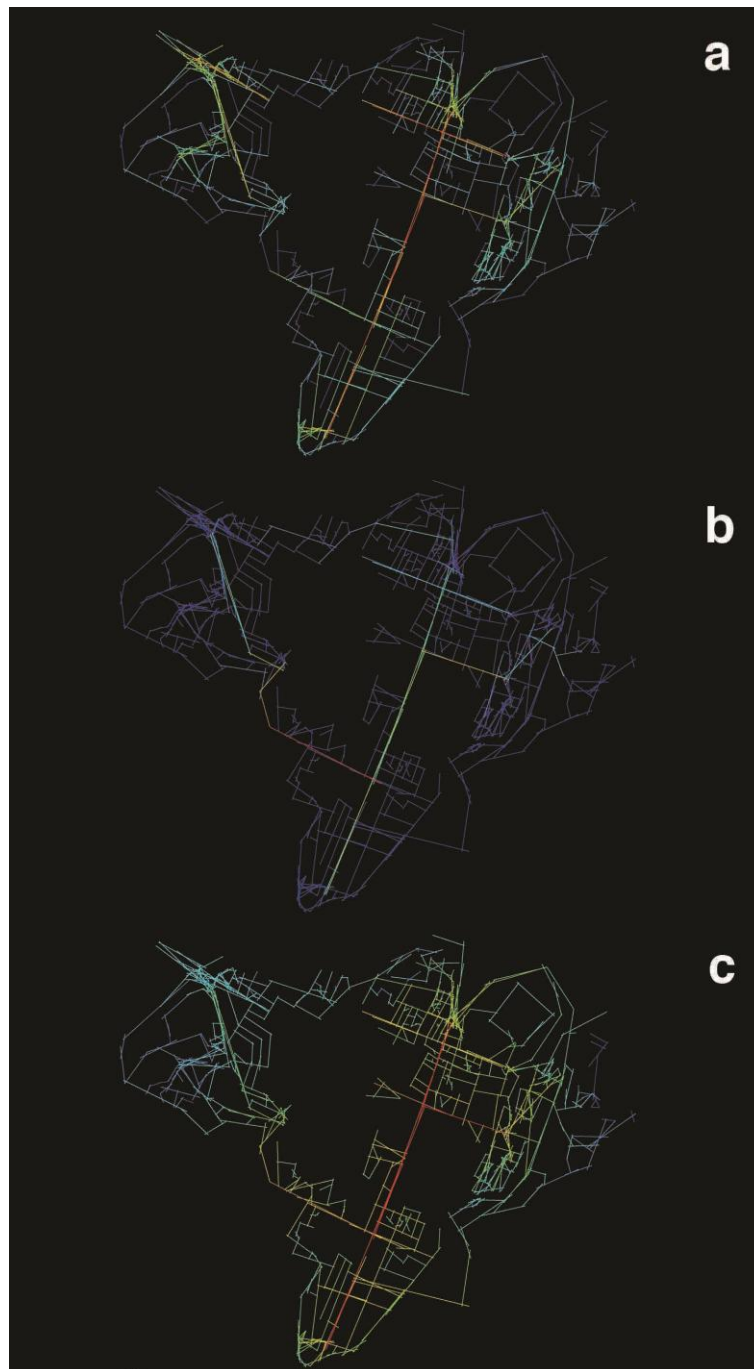


Figura 5. La distribuzione dell'indice di connettività (a), scelta (b) e integrazione globale (c) sulla axial map dell'Aquila, in base alla consistenza immediatamente successiva al terremoto del 6 aprile 2009 e permanente fino alla data attuale

Il fondamentale elemento discriminante, idoneo a identificare ogni intervento post-terremoto, può essere individuato nella sua finalità effettiva; da questo punto di vista, davanti ai cumuli di macerie ed alle rovine, e dando per scontata la necessità urgente di nuovi fabbricati, tre orientamenti appaiono ricorrenti.

Il primo orientamento corrisponde all'assunzione della strategia della ricostruzione come un intervento di nuova costruzione urbana, finalizzato alla realizzazione di un nuovo aggregato insediativo, in posizione adiacente rispetto al preesistente (o addirittura anche lontano da questo, in condizioni di maggiore sicurezza o salubrità), il quale rimane in rovine e spesso

viene abbandonato. Le città barocche della Sicilia orientale (Noto, Ragusa, Avola, etc.) (Tobriner, 1982), realizzate dopo il terremoto del 1693 rappresentano un riferimento storico ed un chiaro esempio di questa linea strategica di indirizzo.

Un secondo orientamento corrisponde all'assunzione dell'intervento post-terremoto come una calligrafica ricostruzione del tessuto edilizio distrutto, al fine di ripristinarlo in modo fedelmente corrispondente alla sua consistenza preesistente. In questo caso, l'improvvisa interruzione della dinamica urbana ad opera dell'evento sismico viene considerata come una tragica parentesi, da chiudersi quanto prima con il ritorno alla situazione di origine.

Una terza, ulteriore linea di orientamento corrisponde all'assunzione della ricostruzione come una opportunità per indicare, perseguire o assecondare nuove e diverse linee di sviluppo, in tal modo sfruttando la tragica evenienza del terremoto come un'occasione per modificare la precedente dinamica urbana, sfruttando in molti casi la disponibilità di eccezionali stanziamenti finanziari e la possibilità di iter procedurali più snelli e speditivi, dettati dalla situazione di urgenza ed emergenza.

Lasciando da parte la prima linea di indirizzo, che in effetti non si discosta dal generale tema delle città di nuova fondazione, negli altri casi un approccio configurazionale è in grado di rivelare e far emergere la finalità del piano e di prevedere i suoi probabili effetti sulla geografia urbana. Da questo punto di vista, da secoli di disastrosi terremoti possono trarsi, fra i molti possibili, alcuni esempi, chiari e significativi da potersi assumere come paradigmatici. Sulla linea della ricostruzione puntuale e calligrafica della precedente griglia urbana un archetipo può essere individuato nel piano di ricostruzione di San Francisco, rasa al suolo da un devastante terremoto nel 1906: la città venne ricostruita sulla base di un piano di ricostruzione finalizzato a ricalcare la sua precedente struttura e la sua articolazione geometrica (Godfrey, 1997), con solo alcune lievi alterazioni ad allineamenti e isolati (a parte un rilevante incremento della densità residenziale (Siodla, 2012)). Una analoga linea di indirizzo appare caratterizzare le più recenti ricostruzioni delle città italiane di Gemona e Venzona, distrutte dal terremoto che sconvolse il Friuli nel 1976; in questo caso non solo gli allineamenti stradali ed i profili planimetrici degli isolati vennero confermati nel piano di ricostruzione, ma anche le caratteristiche tridimensionali degli insediamenti (Nimis, 1988).

Sull'altro lato – il lato della ricostruzione urbana come intervento di trasformazione urbana – è possibile raccogliere un'ampia casistica, dal momento che gli effetti di ogni disastro naturale possono essere sfruttati come un'occasione non frequente per modificare lo scenario urbano. Fra i molti altri, i casi di Lisbona e di Messina, ricostruite a seguito di alcuni fra i più devastanti terremoti della storia, appaiono esemplari: ricostruita sulle macerie del terribile terremoto del 1755, la nuova Lisbona appare un insediamento urbano radicalmente diverso (Dynes, 1997), caratterizzato da una maglia ortogonale composta da tracciati stradali ampi e rettilinei, a fronte del preesistente dedalo di vie strette e tortuose (Heitor et al., 1999); a Messina e a Reggio Calabria, entrambe distrutte nel 1908 da un catastrofico sisma che causò oltre 120.000 morti, la ricostruzione post-terremoto venne colta come una opportunità per lo sviluppo della città in direzione del mare (Valtieri, 2008), ciò che determinò la radicale trasformazione della rispettiva geografia urbana (Passalacqua, 2007).

Assumendo questi pochi esempi come utili riferimenti, è possibile osservare la ricostruzione dell'Aquila, che al momento sta procedendo con molte difficoltà. Qui due aspetti si ponevano come vincolanti: da una parte, la rilevanza del patrimonio architettonico all'interno delle mura cittadine, che imponeva la salvaguardia e la conservazione della preesistente consistenza del centro storico, anche attraverso la ricostruzione dei fabbricati distrutti ed il restauro degli edifici danneggiati; dall'altra parte, la necessità di costruire nuove residenze per le migliaia (oltre 40.000) di sfollati, per lo più evacuati proprio dall'interno della città. Va riconosciuta la presenza di un problema ulteriore, corrispondente alla oggettiva difficoltà di intervenire su un così esteso numero di rilevanti edifici antichi, con costi addizionali, ritardi e

dilazione nel completamento delle opere di recupero e di ricostruzione. Sulla base di queste condizioni, la strategia per la ricostruzione è stata incentrata sulla scelta del recupero e del restauro accurato del cuore della città, posto all'interno della cerchia murata, e sulla realizzazione di 19 aree di sviluppo urbano, di nuovo insediamento, impropriamente (ma con suggestivo effetto mediatico) chiamate new towns, negli immediati dintorni: questi quartieri, chiamati progetto C.A.S.E. (Complessi Antisismici Sostenibili Ecocompatibili), sono stati espressamente e specificatamente finalizzati ad accogliere le persone evacuate, nell'attesa del completo recupero delle loro residenze, e successivamente destinati ad ospitare studenti e turisti.

In definitiva, e con riferimento a quanto esposto in precedenza, l'intervento messo in opera all'Aquila appare assumere elementi di accurato restauro e di ripristino della situazione preesistente (per quanto riguarda il centro storico dell'insediamento), accanto ad elementi di nuovo sviluppo urbano, e quindi di trasformazione dell'assetto territoriale della città, per quanto invece riguarda le aree poste in corrispondenza dei suoi attuali margini. Dopo oltre 4 anni, la ricostruzione dell'Aquila appare ancora lontana dalla conclusione e, per quel che riguarda il centro storico, al momento è ancora in attesa di essere seriamente affrontata: ciò che, lasciando da parte gli elementi di scandalo e di polemica che il considerevole ritardo da tempo ha alimentato, lascia ancora perdurare lo stato provvisorio, con effetti sulla geografia dell'insediamento presumibilmente permanenti.



Figura 6. Distribuzione dell'indice di integrazione di raggio 3 sull'intera area urbana dell'Aquila, prima del terremoto e dopo il completamento della ricostruzione

Prescindendo dalle difficoltà, dai ritardi e dalla attuale incompiutezza dei lavori, la consistenza definitiva dell'intera area urbana, così come questa appare riprodotta nei piani e nei progetti fin qui elaborati, può essere oggetto di analisi tramite Space Syntax, al fine di evidenziare il prevedibile assetto configurazionale dell'insediamento. Il confronto dell'assetto configurazionale corrispondente alla consistenza ex ante ed a quella ex post consente di porre in rilievo i più significativi effetti indotti dalla ricostruzione urbana. Questi effetti possono essere riepilogati in un lieve indebolimento dell'indice di integrazione globale all'interno del centro storico e nell'emergere di alcuni integratori locali nei sobborghi circostanti, sparsi lungo il frastagliato margine dell'insediamento, come si può distinguere nella figura 8.

Inoltre, al fine di richiamare la discussione sul tema della resilienza urbana, appare il caso di osservare la variazione che i tre parametri configurazionali proposti in precedenza subiscono nel caso della ricostruzione dell'Aquila, ciò che qui è riepilogato nella tabella 3.

Si può notare che, nonostante il limitato numero delle lines aggiunte con la previsione delle nuove aree di sviluppo (2165 rispetto alle precedenti 2141), tuttavia il loro inserimento determina alcuni percettibili effetti: un lieve calo della connettività media, un lieve calo dell'uniformità nella distribuzione dell'indice di scelta, un lieve indebolimento della correlazione fra integrazione globale e integrazione locale: nell'insieme, sulla base di quanto visto in precedenza, un lieve incremento della vulnerabilità del sistema aquilano. Si può quindi dedurre che il piano di ricostruzione dell'Aquila, ed in particolare le previsioni sulle aree suburbane, sembrano determinare una lieve diminuzione del grado di resilienza dell'intero sistema spaziale. Con la speranza, naturalmente, che questa resilienza non sia mai più messa alla prova.

	before Apr. 9,2009	after the reconstruction
C_M	6.78	6,35
v	0.50	0.46
R3 int. vs. Rn int. R^2	0.72	0.68

Tabella 3. Il valore degli indici configurazionali di resilienza dell'Aquila, prima del terremoto e dopo la ricostruzione

Conclusioni

I risultati dell'analisi del piano di ricostruzione dell'Aquila possono essere grossolanamente riassunti nello spostamento dell'integration core dal centro storico verso l'esterno e nello sviluppo di alcune porzioni urbane segregate, sparse intorno lungo il frastagliato margine dell'insediamento; ciò che oltretutto comporta un indebolimento della resilienza del sistema urbano.

Da qui possono trarsi alcune significative conclusioni. Anzitutto, un approccio configurazionale consente di porre in evidenza la drammatica trasformazione che un evento sismico è in grado di determinare sulla geografia interna di un insediamento, sconvolgendo la distribuzione dei flussi di movimento ed i livelli di attrattività e centralità. La misura di questa alterazione ovviamente dipende dalla gravità del terremoto e dall'entità dei suoi danni; ma essa è anche funzione della resilienza interna che in certa misura può essere predetta mediante un approccio configurazionale.

Ancor di più, l'analisi configurazionale è in grado di rivelare i presumibili effetti dei piani di ricostruzione sulle diverse variabili del sistema insediativo, aldilà degli aspetti riguardanti la necessità e l'urgenza di fornire alloggi e di recuperare il patrimonio distrutto.

Più in generale, è in grado di registrare gli effetti permanenti e a lungo termine indotti dall'approntamento di piani urbanistici di emergenza, in condizioni di urgenza e necessità. Su queste basi, la Space Syntax è qui proposta come uno strumento operativo idoneo a supportare e indirizzare la pianificazione, sia nella temporanea (e pur tuttavia spesso durevole) fase immediatamente successiva al sisma che in quella della ricostruzione. Ancor di più, tale approccio è in grado di indirizzare verso il perseguimento di una maggiore resilienza urbana, al fine di consentire di fronteggiare e di assorbire ogni tipo di disastro o di improvvisa perturbazione.

Riferimenti bibliografici

- Dynes R.R. (1997) *The Lisbon earthquake in 1755: contested meanings of the first modern disaster*, Research Center, University of Delaware.
- Fischler M.A., Firschein O. (1987) *Intelligence: the Eye, the Brain, and the Computer*, Reading, Ma., Addison-Wesley.
- Godfrey B.J. (1997) *Urban development and redevelopment in San Francisco*, The Geographical Review, vol. 87, 3, pp. 309-333.
- Miles, Scott B.; Chang, S. E. (2007) *A simulation model of urban disaster recovery and resilience : implementation for the 1994 Northridge earthquake*, Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research, Buffalo, NY, available on line at:
<http://nisee.berkeley.edu/documents/elib/www/documents/201107/miles-northridge-1994.pdf>
- Nimis G.P. (1988) *La ricostruzione possibile: la ricostruzione nel centro storico di Gemona del Friuli dopo il terremoto del 1976*, Venezia, Marsilio.
- Heitor T., Kruger M., Muchagato J., Ramos T. , Tostões A. (1999) Breaking of the medieval space. The Emergence of a New City of Enlighthenment, *Proceedings of the 2nd Space Syntax Symposium, Brazilia, March/April 1999*, pp. 55.1-55.14.
- Hillier B. (1996) *Space is the Machine. A configurational theory of architecture*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Hillier B. (2000) Centrality as a process: account for attraction inequalities in the deformed grids, in *Urban Design International*, vol. 3/4, pp. 107-127.
- Hillier, B (2009) The genetic code for cities – is it simpler than we thought? *Proceedings of the Conference Complexity in Cities*, University of Delft, Sept. 2009.
- Hillier B., Hanson J. (1984) *The Social Logic of Space*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Hillier B., Penn A., Hanson J., Grajevski T, Xu J. (1993) Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement, in *Environment and Planning B, Planning and Design*, vol. 20, pp. 67-81.
- Hillier B., Iida S. (2005) Network and psychological effects in urban movement, in Cohn, A. G., Mark, D. M. (eds) *Spatial Information Theory: COSIT 2005, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3693, 475-490, Berlin: Springer-Verlag.
- Jha A.K., Miner T.W., Stanton-Geddes Z. (2013) *Building Urban Resilience: Principles, Tools and Practice*, Washington (DC): World Bank Publications.
- Passalacqua F. (2007) *Messina e Reggio. Prima e dopo il terremoto del 28 dicembre 1908*, Reggio Calabria, GBM.
- Paton D., Johnston D. (Eds) (2006) *Disaster Resilience: an Integrated Approach*, Springfield (Il) Charles C. Thomas.
- Pelling. M. (2003) *The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience*, London, Earthscan.
- Salingaros N.A. (2005) *Principles of Urban Structure*, Amsterdam, Techne Press.
- Siodla J. (2012) Razing San Francisco: The 1906 Disaster as a Natural Experiment in Urban Redevelopment, Job Market Paper, available on line at: <http://eh.net/eha/system/files/Siodla.pdf>
- Tobriner S. (1982) *The Genesis of Noto: an Eighteenth-Century Sicilian City*, Berkeley and Los Angeles, University of California Press.
- Valtieri S. (2008) *28 dicembre 1908. La grande Ricostruzione dopo il terremoto del 1908 nell'area dello Stretto*, Roma, Clear.