



Penetriamo nuovamente in epoche che non aspettano dal filosofo né una spiegazione né una trasformazione del mondo, ma la costruzione di rifugi contro l'inclemenza del tempo. *Nicolás Gómez Dávila*

NELLA TRADUZIONE DI STEFANO SILVESTRI.

MICHAEL MEHAFFY & NIKOS A. SALINGAROS

VERSO UN'ARCHITETTURA RESILIENTE PARTE QUARTA: LA GEOMETRIA DELLA RESILIENZA.



Continua la pubblicazione delle cinque parti di «Toward Resilient Architectures», il saggio di Mehaffy e Salingaros comparso dal marzo al dicembre 2013 sul blog di Metropolis Magazine (www.metropolismag.com). Le prime due parti sono uscite nei numeri 801, 803 e 805.

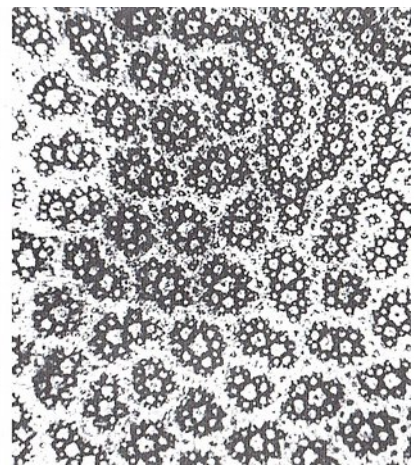
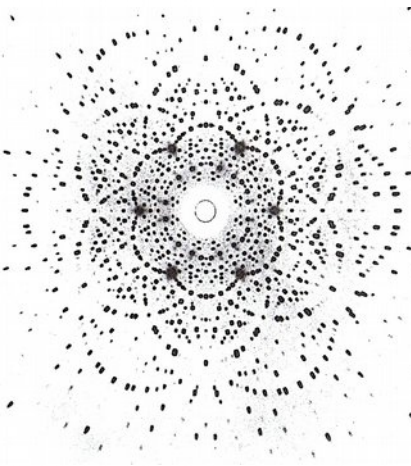
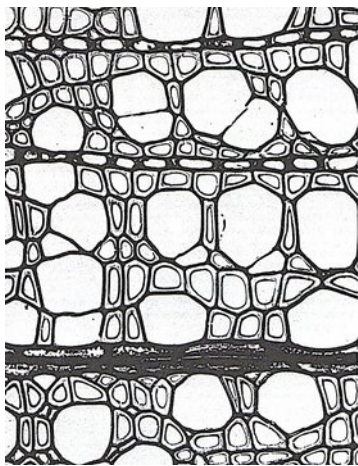


NEI capitoli precedenti abbiamo descritto le quattro caratteristiche fondamentali che caratterizzano i sistemi resilienti, considerando quanto emerge dallo studio degli ambienti naturali: diversità, struttura a maglia interconnessa, distribuzione su più livelli dimensionali e capacità di autoadattarsi e *autorganizzarsi*. Abbiamo mostrato inoltre come tali caratteristiche consentano a un ambiente di adat-

tarsi a crisi e cambiamenti che per altri sistemi potrebbero risultare catastrofici (si veda il capitolo I «Gli insegnamenti della biologia»).

Come si è visto, per un futuro più resiliente è necessario che le nuove tecnologie assumano tali caratteristiche, e ne deriva un mutamento radicale per i nostri ambienti costruiti.

Le caratteristiche che abbiamo così definito non rappresentano entità astratte. Piuttosto,



Tre esempi di geometrie resilienti presenti in natura: a sinistra, la struttura delle fibre nel legno, al centro la diffrazione prodotta da un atomo di berillio, a destra il modello di autorganizzazione generato dal campo magnetico del cobalto. In tutti e tre gli esempi si mostra la geometria tipica collegata alla resilienza: simmetria differenziata, maglia interconnessa, variazione di tipo frattale presente a più livelli dimensionali e autorganizzazione.

Immagini tratte da Christopher Alexander, *The Nature of Order* vol. I (pp. 256, 266, 288).



fanno parte delle caratteristiche geometriche e fisiche del nostro mondo, in quanto relazioni tra elementi nello spazio. Come si vedrà nel prosieguo, le caratteristiche geometriche sopra elencate vengono generate da processi che danno vita a sistemi resilienti, e a loro volta le geometrie presenti nei sistemi possono consentire, o precludere, un comportamento resiliente degli stessi.

IL RUOLO FONDAMENTALE DELLA MORFOGENESI ADATTATIVA.



RAZIE alle moderne ricerche biologiche, sappiamo che tutte e quattro le caratteristiche comuni ai sistemi resilienti sono indicatori di un processo di adattamento, molto fine, e tale da produrre una diversità evolutiva. Si tratta, in sintesi, del processo evolutivo grazie al quale i sistemi biologici raggiungono forme incredibilmente complesse, oltre a mostrare una notevole resilienza anche in situazioni caotiche nell'intorno. L'architetto e ricercatore Christopher Alexander definisce un tale processo *morfogenesi adattativa*, ossia una generazione di forme ottenuta da un processo passo passo di trasformazioni evolutive. La morfogenesi adattativa, e quanto di notevole comporta, è base di qualsiasi crescita sostenibile, tanto dei sistemi naturali che di quelli umani. Alexander sostiene che senza una tale capacità sistemica intrinseca, assistiamo inevitabilmente al dispiegarsi di un disastro ecologico.¹

Alexander dimostra anche che la morfogenesi adattativa è strettamente connessa a determinate geometrie, che egli identifica attraverso 15 classi di proprietà geometriche. Geometrie che si definiscono nel corso del processo, e ne influenzano a loro volta l'ulteriore progressione. Se le geometrie sono innaturali, allora il processo generativo risulterà esso stesso forzato, e vice versa. In un certo senso, quindi, la forma e il processo che la definisce sono facce della stessa medaglia.

Non entreremo qui nei dettagli dell'analisi condotta da Alexander, molto articolata (più di

2.000 pagine contenute nei quattro volumi della sua opera principale, *The Nature of Order*). Ma possiamo descrivere le categorie presenti in tali geometrie, mettendo in rilievo alcune implicazioni importanti per la discussione sulla resilienza nell'ambiente umano, e sulla sua capacità di promuovere benessere. Insieme, gli elementi geometrici costituiscono ciò che indicheremo come *Geometria della resilienza*.

Diventerà chiaro nel seguito che tali geometrie coincidono con i quattro indicatori della resilienza: diversità, struttura a maglia interconnessa, distribuzione del sistema su più livelli dimensionali e capacità di auto adattarsi e *autorganizzarsi*. Qui ci riferiamo a:

1. *Geometrie da simmetrie differenziate*. La diversità viene creata da piccole modifiche per adattamenti successivi, su dimensioni limitate, e che via via nascono da cambiamenti successivi apportati alla struttura. Come esempio, ogni fiore di un campo è leggermente differente dagli altri (a meno che non si tratti di un clone). Una tale diversificazione produce geometrie che ci sono familiari, tipo la simmetria locale: un esempio di ciò è dato dal nostro corpo, in cui troviamo due mani, due gambe. La ricerca scientifica mostra che la capacità di percepire questo tipo di simmetria (insieme ad altre capacità collegate) costituisce un aspetto molto importante nell'evoluzione della nostra psicologia, e un attributo ambientale importante per il benessere dell'essere umano. La presenza di simmetria generata attraverso la differenziazione appare anche come essenziale per la resilienza delle diverse strutture, senza cui deriva una rigidità priva di vita. La differenziazione introduce il contrasto, le simmetrie introducono i gruppi, e si annulla così l'uniformità.

2. *Geometrie da reti interconnesse*. La diversificazione con la connettività tende a produrre strutture in cui si evidenzia una gerarchia, ma è importante notare che tali strutture sviluppano anche molte relazioni e connessioni ridondanti, che analizzate alle dimensioni maggiori appaiono irregolari. Ma una simile irregolarità non è da considerare come un difetto, ma come una componente essenziale per ottenere strutture complesse interconnesse. Gli stessi ambienti

¹ L'argomento specifico è da noi discusso in *The Radical Technology of Christopher Alexander*, disponibile in lingua inglese.

umani che percepiamo come più vitali hanno la caratteristica comune di presentarsi come strutture a rete, in cui il meccanismo interessante deriva dalla combinazione di connessioni e diversità, inclusa la possibilità di percepire una molteplicità di relazioni ambivalenti. In più, alcuni connessioni si comportano al pari di elementi frattali, collegando liberamente insieme tutti i livelli dimensionali in modo non deterministico. Essere non vincolati in una qualche dimensione significa che il sistema lavora in ugual modo a tutti i livelli spaziali e temporali, vale a dire che un livello dimensionale non predomina sugli altri.

3. *Geometrie con gradazione frattale.* La diversificazione che percepiamo di frequente in piante e animali ha come risultato la produzione di forme simili distribuite in più livelli dimensionali, forme simili che sono note come *frattali*. Lo sviluppo dei tronchi negli alberi è simile a quello dei rami, che è simile a quello delle frache; le arterie principali hanno forme si-

mili ai piccoli capillari, e così via. Altre forme di differenziazione (quali quelle tra specie) producono in modo analogo similarità tra livelli dimensionali (ad esempio, alberi imponenti spesso appaiono simili a piccole piante, ecc.) e una tale simmetria tra diverse dimensioni contribuisce alla stabilità della struttura. La capacità di percepire la simmetria frattale è altresì elemento importante nella psicologia evolutiva, tale simmetria è un attributo essenziale per la qualità biofilica dell'ambiente umano, in grado di favorire, quando applicata negli spazi pubblici, caratteristiche resilienti quali la percorribilità a piedi, la vivibilità e la vitalità degli spazi.

4. *Geometrie da gruppi confinati.* Il processo di autorganizzazione necessita dell'interazione tra regioni spaziali adiacenti, in cui le interazioni arrivano a definire confini diversi. Tali gruppi sono in numero relativamente piccolo, e ordinati in modo gerarchico nello spazio. Ad esempio, una regione di dimensioni maggiori tenderà a essere delimitata da spazi minori, ciascuno




Fiori di campo e sullo sfondo una città collinare in Spagna, entrambi gli ambienti si presentano con le quattro classi geometriche sopra illustrate.

Foto di Michael Mehaffy.

dei quali diverrà circondato da regioni ancora più piccole, e così via. Non è un caso se i nostri sistemi cognitivi utilizzano dei gruppi poco ordinati (definiti dagli psicologi *unità di informazione*). A causa della naturale formazione di confini e del loro insieme, si verifica in noi quella, in apparenza, innata predilezione per cornici, addobbi, e altri dettagli ornamentali, che definiscono una relazione gerarchica tra regioni dello spazio. Lungi così dall'essere degli elementi superflui, le decorazioni sembrano migliorare la nostra capacità di percepire relazioni coerenti tra elementi spaziali.

Vediamo ora per quale motivo le quattro caratteristiche geometriche sopra descritte siano associate alla resilienza. Come dovrebbe essere chiaro da quanto illustrato in precedenza, tali geometrie consentono una maggiore capacità di adattamento ai cambiamenti caotici. Nel caso delle fibre del legno (prima illustrazione), la ridondanza degli elementi simmetrici, la loro interconnessione a maglia, la loro efficiente distribuzione frattale, nonché la distribuzione dei gruppi di cellule, tutto ciò migliora notevolmente la resilienza strutturale del legno, la sua capacità di resistere alle tensioni derivanti da eventi imprevisti (si pensi nel caso del legno agli eventi atmosferici).

🌿 TIPOLOGIE RICORRENTI E INFORMAZIONE GENETICA.

 N natura assistiamo al ripetersi delle caratteristiche geometriche prima descritte. Una motivazione di ciò è individuabile nel meccanismo della ripetizione adattativa. L'evoluzione biologica spesso ripercorre soluzioni già date in precedenza, per la semplice ragione che i problemi stessi in genere si ripresentano, e quindi sono simili le soluzioni di tipo adattativo. Si consideri ad esempio la pinna dorsale del delfino che riprende la pinna dello squalo, soluzione più antica di 300 milioni di anni, e questo perché i fenomeni idrodinamici e di turbolenza non sono mutati nel corso del tempo.

In modo analogo, le possibili soluzioni ai problemi posti dall'interagire di moltitudini di


persone, all'interno delle città, hanno essi stessi molte soluzioni ricorrenti notevolmente stabili lungo secoli di esperienza umana. (Le dinamiche delle reti urbane continuano a comportarsi in modi simili, e i modelli di reti urbane ricorrono di frequente in più epoche e situazioni). I matematici chiamano *attrattori* tali modelli ricorrenti all'interno di spazi di soluzioni. E attrattori possiamo definire anche le geometrie di modelli o tipi ricorrenti nel mondo naturale.

Un altro meccanismo importante che consente la riproduzione delle forme è garantito dal codice genetico. Quando le soluzioni vengono raggiunte dopo un laborioso processo adattativo, del tipo passo passo, il risultato con le sue preziose informazioni finisce a comporre un *modello*. In molti casi, tale modello è riutilizzabile, consentendo di risparmiare un quantità notevole di tempo, energia e fatiche. La natura ha scoperto come replicare i modelli organici utilizzando le informazioni genetiche poste in un archivio, e si tratta proprio di ciò che definiamo come vita.

Qualcosa di simile avviene anche per la tecnologia umana. Codifichiamo informazione genetica in *modelli o tipi*, che sono poi esplicitati in diversi processi. Ne risulta un insieme affidabile di modelli generativi, che producono innumerevoli e svariate forme, espressione di miriadi di culture, periodi storici e luoghi geografici diversi. Tale processo generativo offre un'ampia gamma di applicazioni, dalle grandi espressioni artistiche dell'umanità fino alle avventure e sfide creative del singolo.

Potremmo anche dire che tutto ciò è avvenuto nella storia umana almeno fino all'inizio del secolo scorso, epoca in cui iniziammo a sperimentare la perdita di resilienza e sostenibilità tecnologica, con effetti forse distruttivi.

🌿 LA PERDITA, IN EPOCA MODERNA, DI TIPI GENETICI E FORME DIFFERENZIATE.

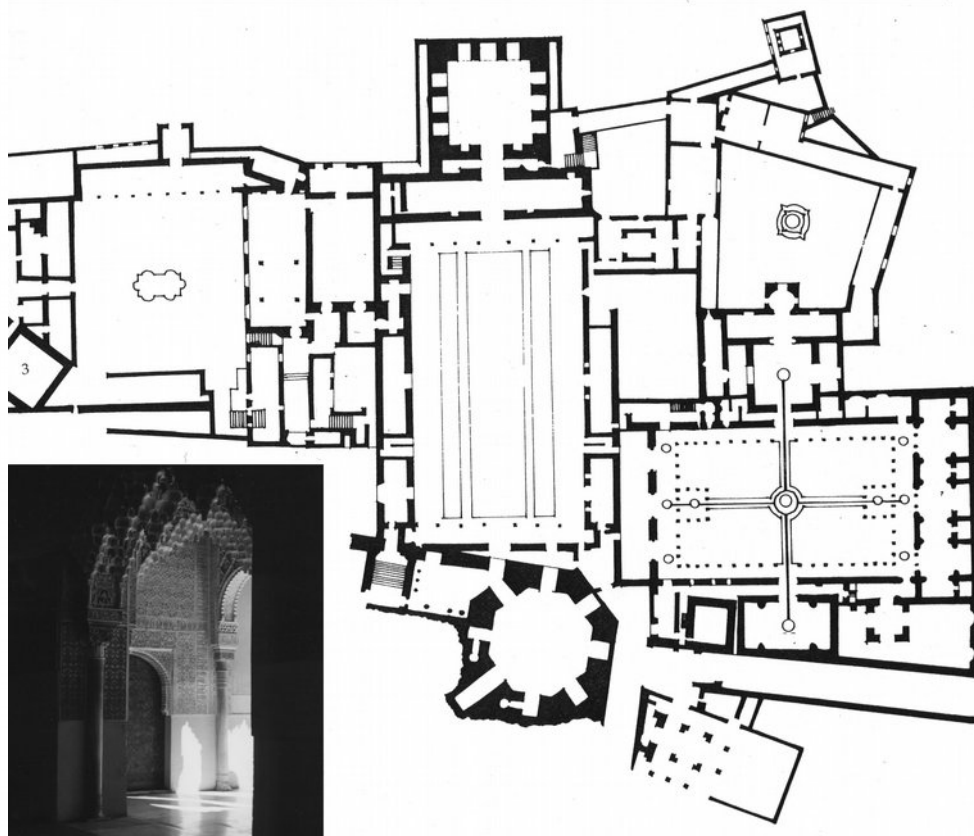
 FFRONTIAMO ora un argomento delicato, vale a dire uno dei motivi principali della perdita di resilienza nella nostra epoca. È un dato di fatto innegabile che praticamente tutte le caratteristiche geometriche

che, prima illustrate, sono drasticamente diminuite negli ambienti costruiti dall'uomo, e questo a partire dal secolo scorso. Non è un caso, non si tratta di un esito banale, e neanche di un inevitabile tributo al progresso. Si sono consegnati i destini dell'umanità a un'estetica superficiale e capricciosa, eletta a fondamento di una civiltà governata dall'industria, inevitabilmente limitata alla disponibilità di combustibili fossili.

Le attuali tecnologie costruttive sono vincolate da rigidità ideologiche, che impediscono lo sviluppo di adeguati processi di adattamento, finendo con l'imporre soluzioni in larga misura metaforiche ed estetizzanti. Come abbiamo già argomentato in altri saggi, siamo di fronte all'inevitabile risultato derivante dal ruolo affidato al progettista in epoca moderna, visto come difensore e convinto assertore di quanto alla fine conduce a soluzioni malamente adattabili (seppur piacevoli esteticamente),

e in grado di generare profitti. Inoltre queste sono soluzioni date nei riguardi di un problema astratto, in modo molto visivo, non considerando il tutto come un problema di tipo adattativo, e siamo quindi di fronte a due problemi completamente diversi.

Come abbiamo già illustrato (nella terza parte di questo saggio), la cruda tecnologia industriale sviluppatasi nell'ultimo secolo (in un'epoca di combustibili fossili a buon mercato, epoca ormai avviata verso l'ineluttabile tramonto) ha prodotto distorsioni importanti nell'architettura degli insediamenti umani. Ha suggerito, in maniera errata, che sono sempre da preferire le soluzioni riproducibili in serie, offrendo un ordinamento del mondo che lo ha trasformato in efficiente macchina. Una simile distorsione fu razionalizzata e accelerata da alcuni architetti/artisti, che si ritagliarono un importante ruolo come venditori dell'era industriale e dei suoi



Il complesso dell'Alhambra in Spagna mostra, in modo notevole, tutte le proprietà geometriche tipiche qui discusse della resilienza. Il complesso resiste dal XIV secolo, e viene considerato tuttora una delle meraviglie dell'umanità..


Disegno cortesemente concesso da Oleg Grabar, da www.livingneighborhoods.org.

prodotti, presentati in modo attraente. Un ruolo molto pratico che si è ammantato di retorica, piena di fantasie artistiche e progressismo politico; ma alla fine tutto si è mostrato svincolato dalla realtà. Il loro vero scopo era appoggiato e finanziato da committenti pubblici e privati, che avevano propri e ben definiti obiettivi e interessi.

Un tipo di tecnologia così pericolosamente limitata da presentare devastanti conseguenze ecologiche. A livello di pianificazione territoriale, ha generato periferie sconnesse, segregate e in cui si diventa dipendenti dall'automobile. Alla scala dell'edificio, ne è risultato un linguaggio più adatto a diffondere edifici discutibili (ma fonti di profitto) con un'eccitante visione del futuro, piuttosto che a costruire edifici e urbanizzazioni resilienti e in grado di rispondere alle sfide poste all'umanità. Sono oggettivi i dati sconcertanti che illustrano il comportamento ecologico di molti edifici, dall'epoca moderna a oggi (e di questo abbiamo parlato nella seconda di questo saggio).

Altra osservazione importante per il nostro tema, la tecnologia sviluppata nell'epoca del petrolio ha generato geometrie forzate e innaturali nell'ambiente costruito. La conseguenza, in accordo con quanto mostrato finora, non più che essere un forte limite alle possibilità di sviluppo di morfogenesi di tipo adattativo, aspetto quest'ultimo indispensabile per creare un ambiente con caratteristiche resilienti.

✿ ECONOMIE DI SCALA/STANDARDIZZAZIONE CONTRO ECONOMIE LOCALI/DIFFERENZIAZIONE.

 ER comprendere come una tale povertà geometrica sia nata, dobbiamo guardare oltre le particolari geometrie utilizzate dai progettisti, e considerare i processi economici sottesi che hanno contribuito a generare tali geometrie nel sistema. Per i progettisti è fondamentale affidarsi a due ben precise forme di utilità economica, definibili come *economie di scala* ed *economie nella standardizzazione dei processi*.

Abbiamo visto come il fine adattamento all'ambiente dei sistemi biologici sia difficil-

mente riscontrabile in quanto prodotto dalle tecnologie attuali. Ciò in virtù del fatto che queste ultime si basano su processi industriali che sfruttano impressionanti *economie di scala*. Queste funzionano con grandi numeri, o su ampie dimensioni. A parità di altri fattori, è di gran lunga più economico produrre oggetti identici in grande numero piuttosto che produrli singolarmente, o in piccole quantità. Tutto questo viene applicato per computer, automobili, edifici e componenti di edifici. Importante corollario è in genere quello di costruire edifici di maggiori dimensioni, potendo diminuirne così il costo per unità di superficie (sempre a parità di altre condizioni).

L'altra condizione collegata alla produzione industriale risiede nell'economia legata alla standardizzazione. Henry Ford fu uno dei molti innovatori a trarre vantaggio dalla standardizzazione di elementi, con l'obiettivo di ridurre i costi di produzione, oltre a facilitare il loro assemblaggio all'interno di sistemi più grandi. Entrambi questi aspetti produttivi attraverso la standardizzazione ridussero la forza lavoro. Di nuovo, ciò permise a tutti di acquistare auto, computer e abitazioni. Per l'edilizia, una tale economicità si ottenne con l'alta standardizzazione dei componenti, tanto che oggi gran parte delle componenti di un edificio (al pari di altri prodotti) viene standardizzata e prodotta in serie: porte, finestre, dettagli costruttivi, ... (Motivo per cui è prematuro, se non illusorio, parlare di una società *post-fordista*).

Lo stesso si può dire per gli altri elementi che compongono il nostro ambiente costruito: distributori di benzina, centri commerciali, fast food, interi quartieri sono stati resi omogenei e standardizzati. In qualche occasione, architetti sono indotti ad aggiungere qualche elemento estetico, seduttivo, a queste frettolose riproduzioni, senza comunque riuscire a cambiare più di tanto. A volte, si realizza un edificio per sollevare scalpore, unendo immaginazione e trovate estetiche, ma tutto questo in definitiva si dimostra solo un abbellimento superficiale applicato al solito prodotto standardizzato.

LE ECONOMIE PERDUTE.



A notare che anche i sistemi naturali utilizzano le economie di scala e la standardizzazione. Il processo di crescita, governato dalla genetica, sfrutta componenti genetici standardizzati e tipologie ripetute. A dire il vero, si tratta di strumenti e aspetti estremamente importanti nei processi naturali.

I sistemi naturali si fondano però su una serie di ulteriori *economie*, minimamente considerate dalle nostre attuali tecnologie. Ma questi modelli di economie sono cruciali e necessarie per produrre proprio quelle caratteristiche geometriche che conducono, come abbiamo visto in precedenza, alla *geometria della resilienza*.

Ad esempio, i progettisti tendono a ignorare l'*economia del luogo*. Trattano ogni componente di un sistema come se fosse interamente indipendente dalla propria posizione fisica, come se fosse dovunque nel processo di produzione. Ciò ovviamente non può essere vero, e una componente importante per l'efficienza deriva dal considerare la prossimità del luogo. Ancora più importante di questo, e come si sta qui dimostrando, la prossimità fisica promuove l'interazione e l'autorganizzazione, uno dei motori più importanti per lo sviluppo economico in termini di resilienza e uso efficiente delle risorse.

Altra forma cruciale di economia in natura, l'*economia della differenziazione*, viene anche questa per lo più ignorata oggi, portando a conseguenze importanti. La differenziazione crea diversità, la quale consente un più efficiente adattamento al variare delle condizioni, così come permette di migliorare la possibilità di resistere a problemi imprevisti. La differenziazione è una componente chiave dell'adattamento, il processo cruciale nell'evoluzione di sistemi naturali resilienti. L'adattamento risulta di successo quando la differenziazione risponde a forze di tipo adattativo, e ha luogo a un livello dimensionale sufficientemente piccolo e definito. Sfortunatamente, le attuali tecnologie sviluppate dall'umanità non rispondono molto bene a tutto ciò, e pertanto non si dimostrano resilienti.

Il punto da comprendere è che le economie di scala e quelle legate alla standardizzazione non sono necessariamente da evitare di per sé. Il problema sta nel fatto che il mondo è divenuto pericolosamente dipendente da queste tipologie particolare, e ha costruito intorno a esse una civiltà industriale pericolosamente squilibrata. Ne risulta una crescita invidiabile e prosperità per alcuni nel breve termine, ma nel lungo periodo otteniamo una perdita di capaci-



Tre esempi delle cosiddette città fantasma cinesi, circa 400 nuove città la cui costruzione è pianificata per i prossimi venti anni. Qui, così come nelle nuove urbanizzazioni di tutto il mondo, si utilizzano geometrie funzionalmente separate dal contesto, in modo coerente con la teoria architettonica sviluppata all'inizio del XX secolo e governata completamente dalle economie di scala e dalla standardizzazione. La teoria della resilienza mostra come un tale approccio ci stia conducendo verso un completo disastro..

Per cortese concessione di Google Earth e Digital Globe.

EDIZIONI SETTECOLORI
I LIBRI DEL COVILE

- 1 KONRAD WEISS, *La piccola creazione*, pp. 80 € 10.
- 2 AA. VV., *Konrad Weiß, Epimeteo, Carl Schmitt e Felizitas*, pp. 116 € 10.
- 3 ARMANDO ERMINI, *La questione maschile oggi*, pp. 212 € 14.
- 4 AA.VV., *Il Forteto. Destino e catastrofe del cattocomunismo*, pp. 204 € 14.

DOVE SI ACQUISTANO

I Libri del Covile sono in vendita presso l'Editore, www.settecolori.it, in Internet (IBS, ecc.) e in alcune selezionate librerie:
a Firenze: ALFANI, via degli Alfani, 84-86R; BABELLE, via delle Belle Donne, 41R.

tà resiliente e di benessere che ci sta portando prossimi alla catastrofe.

Inoltre, per i progettisti, una tale perdita si è manifestata nella forma di una povertà geometrica, come abbiamo già visto sopra, e la perdita collegata nella capacità di sviluppare una morfogenesi di tipo adattativo. Questa povertà geometrica, sia nella forma che nel processo che la genera, è essa stessa un importante contributo alla perdita di resilienza nell'ambiente umano.

LA RIFORMA NECESSARIA.

PER definizione, i professionisti della progettazione ambientale sono i soli responsabili del modello di urbanizzazione che si è diffuso nel pianeta, e delle sue componenti più o meno resilienti. Gli stessi professionisti possono giocare un ruolo cruciale nella difficile transizione verso un mondo più resiliente. Ma, come abbiamo visto ora, ciò può avvenire solo attraverso un profondo mutamento al *business as usual*, al modello produttivo dominante. Nello specifico, è urgente una rigorosa modifica, un grande ripensamento per dirla con alcuni, delle teorie alla base del concetto di

modernità architettonica, estetica, progettuale e anche tecnologica (visione che ormai ha più di un secolo).

In questa serie di saggi si propone un tale ripensamento, lasciando a voi lettori il giudizio sul valore di quanto espresso. Si è discussa l'inquietante evidenza degli effetti devastanti dovuti al cieco affidarsi a semplificati modelli geometrici, che tuttavia presentano il vantaggio di garantire enormi profitti nel breve termine. Ci troviamo di fronte a un periodo storico che accumula risorse grazie a una sorta di schema Ponzi,² che in definitiva è insostenibile e non resiliente. Per la civiltà, e probabilmente per la stessa sopravvivenza della vita sulla Terra, chi progetta deve in futuro far propria una geometria ambientale più robusta: la geometria della resilienza. Si tratta di un passo importante per la necessaria transizione verso la resilienza: l'attenta e adattativa ristrutturazione della nostra tecnologia, e della nostra economia globale, con l'obiettivo di uno sviluppo umano molto più resiliente e vivibile.



2 Per schema Ponzi si indica un modello di truffa basato su schema piramidale, dove si promettono agli investitori forti guadagni se reclutano nuovi clienti. I guadagni iniziali vengono garantiti a tutti dalle sempre nuove e maggiori somme versate dai clienti, e così via finché il modello inevitabilmente crolla lasciando forti guadagni solo nelle mani dei primi promotori. (N.d.R.)