

RESILIENZA E ADATTAMENTO DELL'AMBIENTE COSTRUITO

Maria Teresa Lucarelli, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Architettura e Territorio

Valeria D'Ambrosio, Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Architettura

Martino Milardi, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Architettura e Territorio

L'“adattamento” come risposta ai cambiamenti climatici

Maria Teresa Lucarelli

Prima di entrare nello specifico della trattazione è opportuno sottolineare come il concetto di *resilienza*, ormai largamente e trasversalmente usato in diversi ambiti sia scientifici che umanistici, identifichi la capacità di un sistema di assorbire gli stress ed adeguarsi ai cambiamenti. La resilienza la si può quindi intendere o come *la capacità di resistenza che si oppone al cambiamento esterno* oppure interpretare come *la velocità con cui un sistema, una comunità ritorna allo stato iniziale* (Picerno Caraso, 2014).

Ciò che però realmente unifica l'interpretazione del termine è il concetto, sotteso ma evidente, di criticità/fragilità che deriva dalle modificazioni, dirette o indirette, puntuali o pervasive, da cui i diversi sistemi vengono interessati.

E' proprio attraverso l'individuazione di tali criticità/fragilità che le strategie per i successivi interventi diventano incisive soprattutto se volte a migliorare la capacità di resilienza dell'ambiente costruito e del territorio, oggi più che mai interessati dai cambiamenti climatici. A supporto e rafforzamento di questa capacità resiliente, la Green Economy - a cui, con queste considerazioni, si vuole dare un contributo, se pur sintetico - può rappresentare un importante riferimento attraverso cui individuare non solo strategie incisive ma strumenti concreti per una rigenerazione in linea con le profonde trasformazioni in atto e non solo ambientali.

Le modificazioni indotte in particolare dal climate change, pur annunciate da lungo tempo (1), trovano città e territori ancora non preparati a farvi fronte in modo strutturale, favorendo in tal modo un *adattamento* generato inevitabilmente dall'emergenza e non dal quel necessario rinnovamento, previsionale e resiliente, *in grado di mantenere la funzionalità del sistema e la sua riconoscibilità* (Holling e Lance Gunderson, 2002).

Partendo dall'assunto che l'adattamento e la mitigazione rappresentano un binomio inscindibile ed imprescindibile per affrontare e migliorare la capacità di resilienza delle città anche in una prospettiva economica e sociale (2), è necessario fare alcune considerazioni che rimandano a quelle criticità/fragilità, già menzionate.

Come ormai è noto gli effetti dei cambiamenti climatici, si stanno facendo sempre più evidenti nelle aree urbanizzate - con gravi conseguenze anche da un punto di vista sanitario - causate, in particolare, dal *pluvial flooding*, dalle ondate di calore oltre che da frequenti episodi di trombe d'aria.

Diventa quindi fondamentale mettere in atto strategie di adattamento - ma contestualmente a quelle di mitigazione - *per rendere le nostre città più resilienti e sicure, cogliendo l'opportunità di farle diventare anche più vivibili e belle* (3).

Strategie che devono scaturire prioritariamente dalla conoscenza della vulnerabilità e della fragilità del territorio e dell'ambiente, primo passo per la valorizzazione della capacità di resilienza di quel dato contesto; allo stesso tempo dalla valutazione dei potenziali rischi generati dalle modificazioni e dalle criticità del sistema, indispensabili per le azioni di adattamento; dall'individuazione delle priorità degli interventi sia a livello urbano che edilizio, oltre che del territorio, mettendo in atto quelle le strategie conseguenti alla conoscenza del luogo e alla valutazione delle criticità che lo caratterizzano (AA.VV., 2014)

Riconducendo quindi il ragionamento all'ambiente costruito, il grado di vulnerabilità che lo caratterizza è ulteriormente accresciuto dallo stato fisico, funzionale e prestazionale determinato dalle diverse conformazioni dei tessuti urbani e dalla morfologia dell'insediamento, dalla correlazione tra edificio e il contesto di riferimento oltre che dalle tecniche costruttive, dalle caratteristiche delle superfici, dalla presenza di vegetazione e di suoli permeabili (D'Ambrosio e Di Martino, 2016).

Quanto agli edifici, è sempre più evidente come l'involucro stia assumendo un ruolo determinante nel favorire l'adattabilità del sistema edilizio alle condizioni di contesto essendo noto che le superfici esterne incidono sulla qualità dell'ambiente urbano e allo stesso tempo siano in grado di assorbire gli effetti da questo generati (Milardi, 2016). Un "adattamento" inevitabile che deve portare ad una nuova

mentalità, sostenibile e resiliente, pensando non solo all'impatto sull'ambiente ma l'impatto dell'ambiente, evidentemente compromesso.

I paragrafi che seguono sostanziano questa nuova visione.

La progettazione ambientale per i sistemi urbani resilienti

Valeria D'Ambrosio

Il tema della green economy si basa su due importanti concetti fra essi collegati. Da un lato esprime un'economia dell'innovazione fondata sull'impegno etico, sociale e ambientale, dall'altro evidenzia quanto sia necessario il ricorso a tecnologie innovative per l'edilizia, che di fatto sono le uniche a consentire di raggiungere obiettivi di riduzione degli sprechi e di minimizzazione ed efficienza nell'uso delle risorse con alti rendimenti e bassi impatti. Tale condizione economica e tecnologica, orientata a ottenere non solo edifici a basso consumo ma anche nuovi assetti ecologici dell'ambiente costruito, si incrocia con gli interventi di adattamento del sistema urbano al climate change, individuabili come l'insieme delle modificazioni della conformazione fisica e del comportamento del sistema edilizio e funzionale-spaziale in risposta alle crescenti criticità ambientali.

Nel prossimo futuro le città potranno essere più vulnerabili agli impatti del cambiamento climatico sia per eventi meteorologici che per le elevate temperature, inducendo rischi per la popolazione (Brooks et al., 2005). Gli impatti sono influenzati non solo dalla pericolosità dovuta ai fenomeni climatici estremi ma anche da fattori predisponenti per il grado di vulnerabilità dei sistemi urbani, pertanto dovranno essere oggetto di appropriate modificazioni attraverso interventi di retrofit tecnologico e ambientale al fine di fornire risposte agli impatti di significative minacce multirischio con danni minimi per la sicurezza pubblica, la salute e l'economia locale (NRC, 2010).

Le infrastrutture e i tessuti edificati dei sistemi urbani si dimostrano fragili e vulnerabili, richiedendo strategie di rigenerazione resiliente attraverso interventi di adattamento alla scala locale (Zolli, 2012). Le strategie di adattamento devono riguardare interventi diffusi alla scala del distretto urbano coinvolgendo elementi urbani anche di carattere complesso, edifici e spazi aperti. Gli indirizzi contenuti nel recente rapporto dell'Agenzia Europea dell'Ambiente individuano, tra le strategie da adottare, quelle di conoscenza e quelle di miglioramento delle politiche e degli interventi. La costruzione di quadri di conoscenza integrati rappresenta il passo preliminare per una efficace gestione della vulnerabilità, dei rischi e dell'adattamento dei sistemi urbani alla scala locale (D'Ambrosio e Leone, 2016).

Le politiche e gli interventi di riqualificazione prevedono la combinazione di soluzioni tecnologiche, indirizzi sistemici e misure a basso impatto, coinvolgendo anche il settore privato, per una gestione flessibile e *tailor made* delle azioni adattive e dei soggetti del processo edilizio. Il rapporto tra resilienza e adattamento dei sistemi urbani si basa su una flessibilità degli interventi con la combinazione di contenuti *grey* (soluzioni tecnologiche), *green* (in base ad approcci ecosistemici), e *soft* (approcci manageriali, amministrativi, di politica tecnica e orientati al mercato) (EEA, 2017).

Un'accezione strategica dell'adattamento attiene a una sua duplice caratterizzazione in termini di adattamento incrementale o trasformativo. La prima tipologia è finalizzata a interventi di breve e medio termine e concepibili in maniera mirata per ridurre gli impatti in contesti vulnerabili. L'adattamento incrementale si manifesta attraverso azioni di retrofit tecnologico e ambientale sul sistema funzionale spaziale ed edilizio già definito attraverso l'immissione di componenti fisiche e modificazioni delle caratteristiche di alcune parti dei tessuti edificati attuati mediante processi bottom up. Esempi in tal senso possono essere gli interventi sulle prestazioni termiche e sul comfort indoor, trasformazioni localizzate delle prestazioni degli spazi aperti per emergenze climatiche (water square, rain garden) facendo riferimento a strategie non pianificate su ampia scala ma affidate a processi di riqualificazione urbana sensibili alle problematiche del climate change e attuati in maniera puntuale nelle aree considerate più critiche.

La decisione di attuare modificazioni diffuse che incidono in maniera più profonda sugli assetti dell'ambiente costruito può essere invece attuata attraverso un adattamento trasformativo. Quest'ultimo richiede un ripensamento dell'approccio al progetto e alla costruzione per prepararsi a condizioni climatiche avverse. Le azioni trasformative sono dettate da una programmazione processuale e sistemica inevitabilmente determinata dalla convergenza e dalla capacità di fare regia secondo azioni differenziate con diverse forme di finanziamento e attuate da diversi attori.

L'adattamento trasformativo è spinto dall'innovazione tecnologica e dalla sua introduzione attraverso progetti dimostratori o interventi complessi inducendo nuovi assetti nel complessivo comportamento micro-climatico e ambientale di distretti ed elementi urbani. Ciò richiede la modificazione della

morfologia degli elementi urbani e di parte dei tessuti urbani favorendo la ventilazione naturale e gli apporti solari diretti, agendo sullo sky view factor e sul comfort outdoor. L'incremento della vegetazione per gli spazi comuni, delle infrastrutture blu e verdi sono necessari anche al fine di controllare gli impatti di storm water e per favorire la *clean air*, attuando processi di rigenerazione basati sulla modificazione dell'indice di copertura, delle tipologie di vegetazione e del miglioramento dei processi di evapotraspirazione.

L'attuale dibattito sulla riduzione dei fabbisogni energetici vede, infine, lo spostamento dalle tematiche della produzione, fornitura e rendimento dell'energia, alle *low carbon technologies* su cui basare le soluzioni di adattamento per l'ambiente costruito. Il controllo delle interazioni tra edificio e contesto climatico, riguardano l'uso di materiali appropriati ed ecocompatibili, soluzioni per l'incremento della massa termica, della riflettanza delle superfici oltre all'impiego di strategie di climatizzazione passiva, bioclimatiche e tecnologie innovative per la definizione di edifici nearly (net) zero energy building.

Tecnologie adattive come funzionamenti resilienti: il contributo alla scala degli edifici

Martino Milardi

Rafforzando quanto detto finora, il concetto di resilienza trova ampio accoglimento ed assimilazione dei propri assunti in ambito edilizio alle sue varie scale e aspetti. Oltre al riconoscimento di questo approccio come diversa *misura* dello Sviluppo Sostenibile, i motivi di questo "successo" sono forse da ritrovare nei caratteri strategici propri della resilienza. Tra questi caratteri è indubbio quando l'adattività sia tra i più importanti per le dinamiche che investono l'architettura e la tecnologia in particolare.

Alla scala dell'edificio, il carattere di adattività acquisisce ulteriori e "dense" accezioni relative alle prestazioni di risposta passiva, attiva e intelligente dei sistemi di facciata di ultima generazione o in sviluppo sperimentale. Dunque, non più soltanto la capacità dell'edificio di adattarsi, accogliendo nel tempo usi per i quali non è stato progettato in origine. Aspetto significativo per strategie e azioni, è quello che tale adattività influisce sui livelli di resilienza sia rispetto alla fase del ciclo di vita dell'edificio (es. se uso o costruzione), sia agli elementi dell'organismo edilizio (es. materiali, struttura, ecc.).

La base di questa nuova necessità è diretta conseguenza della natura energivora degli edifici e delle applicazioni in risposta alle Direttive Europee che configurano l'ampio *ombrello* degli obiettivi di efficienza energetica. Tali obiettivi guidano il settore delle costruzioni verso la realizzazione di un'edilizia interattiva capace di creare una svolta significativa all'attuale scenario che qualifica il costruire internazionale. In questo senso, è importante sottolineare che la letteratura più consolidata ed affidabili Report sui trend al 2050, mettono in luce quanto il ruolo dell'involucro edilizio sia strategico ai fini di questi obiettivi e delle risposte resilienti dei sistemi coinvolti. È infatti noto, quanto oggi l'innovata prassi edilizia richieda un alto numero di nuove performance da garantire e che possono essere "raccolte" in strategie tecniche sempre più rivolte agli obiettivi di edificio resiliente, tale da renderlo, in sintesi: *Attivo, Integrato, Energeticamente Efficiente e Adattivo*, strategie queste le cui caratteristiche e requisiti sono dichiarati e ampiamente condivisi (Tucci, 2014).

Oltre a ciò, lo stato dell'arte, individua quale "strumento" strategico per la risposta resiliente degli edifici, la realizzazione di un involucro adattivo capace di attuare integrazioni impiantistiche tramite stratificazioni funzionali differite in relazione al contesto geomorfologico e climatico di ubicazione.

A questo, si aggiunge il forte contributo dei sistemi SMART che, oltre al monitoraggio delle prestazioni, realizzano involucri "sensibili e rispondenti" in ragione di sensoristica e attuatori che ne definiscono il nuovo carattere resiliente.

Ulteriore approccio inerente il requisito adattivo degli edifici è quello che seguendo i dettati della *Biomimetica*, orienta gli studi verso la realizzazione di facciate *cangianti* nelle risposte materico-funzionali e di linguaggio, alle diverse sollecitazioni derivanti dai contesti. Assumendo la "natura come modello, misura e mentore" (Benyus, 2002) si studiano materiali e componenti che reagiscono agli stimoli ambientali in modo organico e passivo.

Si potrebbe considerare allora il *sistema* involucro come componente *staminale* dell'edificio tale da "curare" il metabolismo e il microclima del tessuto urbano aumentandone le capacità resilienti. Queste strategie biomimetiche o comunque fortemente adattive potrebbero contribuire in modo sostanziale alla mitigazione delle Isole di Calore, sia come reazione termica superficiale che come reale abbassamento dei fabbisogni impiantistici a base di combustibili fossili. Se a queste strategie si uniscono sistemi smart, sembra chiaro quanto ne derivi un effetto moltiplicatore che aumenta le capacità resilienti dei tessuti. Ad esempio, le capacità "dialoganti" degli involucri potrebbero attuare

azioni di “cambiamenti biomimetici adattivi” originando reti utili alla gestione intelligente dell’ambiente urbano.

Ai fini dei comportamenti resilienti a scala edilizia e considerando quanto le superfici esterne incidano sulla qualità dell’ambiente urbano, le azioni di ricerca si stanno oggi orientando verso facciate continue con caratteristiche di adattabilità tali da rispondere in maniera efficiente al contesto dinamico e complesso durante il suo ciclo di vita. L’involucro così concepito risulta capace di trasformare, migliorare, ridurre i segnali fisici termici, acustici e di illuminazione, divenendo un *generatore di segnale* con capacità di controllo, da cui scaturiscono effetti utili alla resilienza urbana. In questo, si richiede al progetto un approccio integrato, sinergico e sostenibile, che sia esteso a tutte le fasi del ciclo di vita ai fini di un necessario equilibrio tra costi, ambiente e benefici sociali.

Da questo quadro, sembra che l’edificio resiliente ricopra un ruolo strategico nelle filiere che sottendono la green-economy. In modo generico, appare chiaro quanto siano necessarie nuove figure professionali, filiere produttive, programmi scalari di interventi di rigenerazione e costruzione, basati su approcci innovati e tecniche come l’ITC, ecc. D’altro canto, è indubbio come questa “nuova” tipologia di costruzione derivando da un settore determinante per i trend di sviluppo economico (poiché a volte è driver altre è barriera) nel momento in cui diventa elemento centrale di processi innovativi potrebbe supportare in modo sostanziale l’auspicata crescita economica “socialmente responsabile”, finalmente attuata secondo conformità ecologica. Tale conformità, se asseverata, realizzata e controllata da generali processi che perseguono obiettivi di miglioramento della resilienza dei contesti con cui si relazionano, potrebbe rendere realmente possibile, e “più veloce”, la necessaria transizione verso la green-economy o, forse meglio, green-society.

References

1. AA.VV. (2014), “L’adattamento per la città resiliente”, in *Ecoscienza*, Arpa, n°5.
2. Benyus, JM. (2002), *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, Perennial, New York.
3. Berkes, P., Folke C. (eds.) (1998), *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*, Cambridge University Press, Cambridge.
4. Brooks, N., Neil Adger, W. and Mick Kelly, P., (2005), “The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation”, *Global Environmental Change* 15(2), 151-163.
5. Coyle, S.J. (2011), *Sustainable and resilient communities. A comprehensive Action Plan for Towns, Cities and Regions*, John Wiley & Sons Inc, Hoboken.
6. D’Ambrosio, V., Leone, M.F. (eds.) (2016), *Environmental design for climate change adaptation. Innovative models in knowledge production / Progettazione ambientale per l’adattamento al climate change. Modelli innovativi per la produzione di conoscenza*, Clean, Napoli.
7. D’Ambrosio, V., Di Martino, F. (2016), “The Metropolis research. Experimental models and decision-making processes for the adaptive environmental design in climate change”, *UPLanD - Journal of Urban Planning, Landscape & environmental Design*, n.1, available at: www.upland.it.
8. European Environment Agency (2017), *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report*, available at: <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>.
9. Holling, C.S., Lance Gunderson, H. (2002), “Resilience and Adaptive Cycles”, in Holling, C.S., Lance Gunderson, H. (eds.) (2002), *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*, Island Press, Washington D.C.
10. Milardi, M. (2016), “Integration strategies for smart-energy functioning of the building envelope”, *Proceedings of 41st IAHS World Congress. Sustainability and Innovation for the Future, Albufeira, Portugal, September 13-16, 2016*, ITeCons Instituto de Investigacao e Desenvolvement, Albufeira, Algarve, Portugal (PRT).
11. National Research Council, (2010), *Adapting to the Impacts of Climate Change*, National Academies Press, Washington.
12. Picerno Caraso, A. (2014), “Il valore della resilienza e l’innovazione come motore del cambiamento delle città”, available at: <http://www.chefuturo.it/category/social->
13. Tucci, F. (2014), *Involucro, Clima, Energia. Qualità bioclimatica ed efficienza energetica in architettura nel progetto tecnologico ambientale della pelle degli edifici / Envelope, Climate,*

Energy. Bioclimatic quality and energy efficiency in architecture in the environmental technological design of building skins, AltrAlinea Edizioni, Firenze, Italia.

14. Zolli, A. (2012), "Learning to Bounce Back", *The New York Times*, available at: <http://www.nytimes.com/2012/11/03/opinion/forget-sustainability-its-about-resilience.html>.
15. Wilkinson, C. (2011), "Social-ecological resilience: Insights and issues for planning theory", in *Planning Theory*, no. 2, pp.148-169.

Note

(1) Già dalla fine degli anni '70 si parlava con preoccupazione di *effetto serra*, *buco dell'ozono* e *piogge acide*, fenomeni attribuibili in buona parte all'aumento dell'inquinamento di fondo delle città e legato alle attività dell'uomo ma nonostante i protocolli internazionali - KYOTO '97 per primo e COP 21 Parigi 2015, per ultimo - gli esiti sono tutt'altro che soddisfacenti.

(2) Nel 2013 la Commissione europea ha presentato la *Strategia Europea di Adattamento ai cambiamenti climatici* (COM (2013) 216 final), introducendo un quadro normativo volto a affrontare gli impatti dei cambiamenti climatici. Sempre secondo la Commissione europea, il costo minimo di un mancato adattamento ai cambiamenti climatici in Europa andrebbe dai 100 miliardi di euro all'anno nel 2020 ai 250 miliardi di euro all'anno nel 2050.

(3) Si rimanda al Dossier di Legambiente "Le città italiane alla sfida del Clima", 2016, elaborato in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente, nel quale vengono riportate le esperienze di alcune grandi città europee.