



La gestione del rischio di ondate di calore e allagamenti in ambiente urbano: un modello applicativo

Denis Maragno

Università Iuav di Venezia

Dipartimento di Progettazione e Pianificazione in Ambienti Complessi

Email: dmaragno@iuav.it

Francesco Musco

Università Iuav di Venezia

Dipartimento di Progettazione e Pianificazione in Ambienti Complessi

Email: francesco.musco@iuav.it

Domenico Patassini

Università Iuav di Venezia

Dipartimento di Progettazione e Pianificazione in Ambienti Complessi

Email: domenico.patassini@iuav.it

Abstract

Le città sono chiamate a rispondere alle emergenze indotte dal cambiamento climatico (CC). Laddove il paradigma della mitigazione (avente come obiettivo la riduzione degli impatti delle attività umane nei confronti del clima) è frutto di accordi internazionali, nell'adattare le città alle esternalità causate dal CC, le sfide assumono una connotazione locale. L'adattamento al CC è pertanto prima di tutto un concetto spaziale, territoriale, un nuovo paradigma che invita alla rielaborazione delle teorie e degli strumenti del piano e del progetto urbano.

Adattare le città nei confronti delle esternalità climatiche come ondate di calore e piogge intense, costringe l'urbanistica alla previsione e alla gestione di rischi locali incerti.

La ricerca si concentra nella sperimentazione di un processo di planning che, partendo dall'analisi, favorisca una maggiore conoscenza del territorio, mediante l'integrazione con l'information and communication technology (ICT). Lo studio è orientato 1) nello sviluppo di processi di produzione di informazione urbana e ambientale (mediante Remote Sensing Analysis), 2) valutazione di modelli di integrazione e interpolazione delle informazioni create con le informazioni esistenti 3) composizione del processo di analisi del rischio urbana al CC, a scala di quartiere.

Il lavoro è stato arricchito dalle esperienze prodotte dalla partecipazione di tre Progetti Europei e da un periodo di visiting alla Drexel University di Philadelphia con una sperimentazione della metodologia sulla città di New York.

Parole chiave: spatial planning, resilience, information technology.

1 | Urbanistica e Cambiamento Climatico

I rischi provenienti dal cambiamento climatico, per le città e l'ambiente naturale, sembrano aver ridato spessore alle riflessioni di sostenibilità urbana, termine da sempre ricco di premesse ma povero di contenuti applicativi.

All'interno del The Global Risks Report 2016, sono considerati tutti i possibili impatti potenziali su scala globale, misurati su un diagramma cartesiano. Il diagramma, in ascissa descrive le probabilità di avvenimento, mentre nell'asse delle ordinate è indicato il grado d'impatto sulle economie, popolazione e l'ambiente. La posizione più alta, determinata da un'alta probabilità e un disastroso impatto su scala mondiale è considerato un fallimento delle politiche di mitigazione e adattamento. Seguono la migrazione causata dalle guerre e dai disastri ambientali, mentre la terza posizione è assegnata alla crisi delle risorse idriche (entrambi riconducibili alle conseguenze del cambiamento climatico).

La sfida al cambiamento climatico rappresenta oggi una delle questioni scientifiche e politiche più complesse del XXI secolo. Enti internazionali quali IPCC, OCSE, FAO, UNDP, solo per citarne alcuni,

identificano nelle esternalità climatiche come precipitazioni estreme, ondate di calore e siccità, scenari molto impattanti per i prossimi 100 anni. Gli scenari peggiori, in termini economici e di vite umane, avverranno soprattutto nelle città (Betsill, Bulkeley, 2005; Biesbroek, Swart, van der Knaap, 2009; Van der Veen, Spaans, Putters, Janssen-Jansen 2010).

Il tema del cambiamento climatico entra nelle agende politiche locali spinte dall'urgenza percepita a livello internazionale, trovando però delle difficoltà applicative.

Gli approcci climate proof sembrano richiedere una sostanziale modifica nelle pratiche della pianificazione urbana, sia in termini di riduzione delle emissioni clima-alteranti (mitigazione), che nel rendere i sistemi urbani più resilienti ai possibili impatti climatici (adattamento) (Musco, 2015).

I due paradigmi, mitigazione e adattamento, pur orientati entrambi agli aspetti climatici, divergono nella scala d'azione e ai modelli d'applicazione: la scala internazionale rimane arena delle politiche di mitigazione (espressi in obiettivi) mentre la scala locale diviene il luogo in cui si giocheranno le sfide all'adattamento, dove l'agire è orientato a ridurre le vulnerabilità locali (fisiche, sociali ed economiche) in relazione ai possibili impatti esiti dal clima che cambia (fig. 1).



Figura 1 | Schema degli approcci di mitigazione e adattamento dal punto di vista territoriale.
Fonte: elaborazione a cura degli autori.

Adattare un territorio implica principalmente la modifica del tessuto consolidato vulnerabile agli impatti climatici. In questi termini, pianificare una trasformazione del territorio, aumentandone la resilienza al

cambiamento climatico, comporta apportare nuove razionalità all'interno della pianificazione del territorio, orientate a individuare i possibili impatti, misurare il rischio e valutare tra le diverse opzioni di adattamento.

Gli scenari d'analisi, a favore di una valutazione del rischio urbano ai cambiamenti climatici, richiedono quadri conoscitivi non ordinari (rifacendosi all'ordinarietà dei quadri conoscitivi, quelli prodotti all'interno delle pratiche della pianificazione cogente attuale), dove purtroppo il dettaglio e le tipologie informative in possesso dagli enti locali risulta essere non adeguata alle valutazioni di vulnerabilità e rischio.

L'implementazione dei quadri conoscitivi territoriali e dell'informazione in generale, trova nel campo delle nuove tecnologie uno strumento utile ed efficiente a favore della produzione, gestione e fruizione dell'informazione spaziale. Le nuove tecnologie (nello specifico le ICT), sono sempre più impegnate nelle città nella gestione delle informazioni spaziali.

Questo lavoro muove da queste considerazioni e indaga sulle modalità con le quali è possibile strutturare un processo di adattamento a scala locale (dall'analisi sino all'identificazione delle opzioni di adattamento), interrogandosi sui ruoli dell'apparato tecnologico e dell'informazione spaziale in funzione alle attività di governo del territorio.

2 | Adattamento e Nuove Tecnologie dell'informazione

In contesti urbani definiti, la percezione e la gestione del rischio possono variare in modo considerevole. Le amministrazioni locali cercano di contribuire alle strategie di mitigazione (attraverso lo strumento volontario PAES, Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile), ma soprattutto, in futuro dovranno cercare di adattarsi integrando politiche multi-scalari di gestione del rischio con processi di pianificazione e di governo del territorio. Le nuove conoscenze favorite dalle NT consentono la predisposizione di quadri conoscitivi efficaci nel supporto delle fasi di analisi e monitoraggio, avvantaggiando la comprensione e la produzione di scenari di rischio di breve, medio e lungo periodo. Le nuove tecnologie, se applicate con metodo all'interno del processo di planning, supportano le diverse fasi, permettendo al lavoro di costruzione del Piano di essere meno lineare, garantendo una maggiore ciclicità nel lavoro. La ciclicità delle operazioni di planning, possibili dall'implicazione tecnologica nel processo, svincola la pianificazione dalla rigidità del processo orizzontale (Cecchini A., 1999), permettendo continue revisioni e fasi di monitoraggio.

L'onere della pianificazione locale di prevedere misure di adattamento oggi, su scenari incerti futuri, deve essere supportato da: un processo di lavoro definito, un sistema informativo territoriale integrato e dagli strumenti urbanistici che prevedano possibilità di revisioni continue. In questo modo, pur lavorando con incertezza, non viene meno l'obiettivo dell'efficienza della pianificazione.

Gli interventi di adattamento dovranno quindi essere previsti mediante un raffronto tra le diverse situazioni urbane, dove il rischio (o la vulnerabilità) non si riferisce alla città in generale, ma a specifiche aree urbane della città. In questo modo la mappatura del rischio assume valori diversi nel territorio, indicando quali aree sono maggiormente vulnerabili, permettendo così di comprendere meglio quali possibili misure possono aumentare la resilienza dell'area rispetto l'impatto atteso considerato.

Gli impatti, riconducibili al cambiamento climatico, considerati all'interno di questo lavoro e sui quali si articola il processo di analisi proposto sono: ondate di calore e deflusso difficoltoso. Entrambi gli impatti sono tra i più diffusi negli ambiti urbani, poiché entrambi dipendono dall'urbanizzazione densa e dalla scarsa permeabilità. Queste due caratteristiche rendono molte città vulnerabili, accusando rischi per la popolazione, attività economiche e infrastrutture.

Scopo del lavoro quindi è quello di identificare un approccio capace di valutare l'effetto degli impatti nelle diversi transetti urbani che compongono la città, al fine di supportare le fasi di planning mediante nuovi strumenti di indagine, capaci di restituire la città classificata per grado di rischio e vulnerabilità. Le classificazioni, oltre a suggerire le aree prioritarie, orientano nella scelta della soluzione possibile per quel tipo di città.

3 | Governare il Cambiamento Climatico con l'Urbanistica

Il quinto rapporto dell'IPCC (AR5, 2014), figura 2, definisce un nuovo approccio di valutazione della vulnerabilità modificando profondamente la terminologia utilizzata nell'AR4 del 2007 e avvicinando il processo di analisi a quello prodotto dall'UNISDR per la riduzione del rischio catastrofi (disaster risk reduction, DRR).

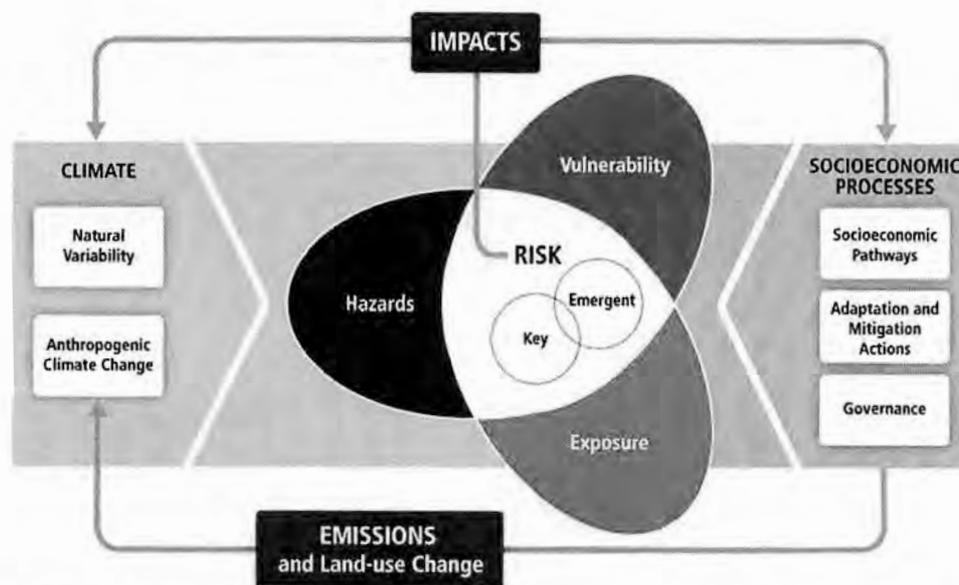


Figura 2 | Schema degli aspetti considerati all'interno dell'approccio di valutazione del rischio proposto nell'AR5 dell'IPCC. La nuova metodologia, rispetto alla precedente del 2007 considera il rischio, nei confronti di un potenziale impatto riconducibile al cambiamento climatico. Fonte AR5-WG2 IPCC, Chapter 19.

L'approccio DRR dell'UNISDR è definito come l'applicazione delle politiche, delle strategie e delle pratiche per ridurre le vulnerabilità e i rischi di un disastro, nel più ampio contesto dello sviluppo sostenibile (UNISDR, 2004).

La rettifica terminologica dell'IPCC nell'AR5, rispetto l'AR4, si avvicina ai significati espressi nel DRR, declinando le relazioni di rischio rispetto al clima che cambia.

Il nuovo approccio quindi, ha il merito di affinare ulteriormente la valutazione dell'impatto, dove oltre alla vulnerabilità viene valutato anche il rischio del territorio. La modifica terminologica comporta il riferimento necessario all'uno o all'altro metodo (2007 o 2014) quando si prendono in considerazione fattori come, ad esempio, l'exposure.

Mentre nell'AR4 il termine di exposure si riferisce ai fattori climatici, nell'AR5 il concetto di exposure riconduce alle possibili funzioni di un determinato territorio, le quali possono essere compromesse sulla base di un impatto potenziale (figura 3).

Lo studio definisce l'hazard (che nel 2007 era espresso all'interno del concetto di exposure) come la potenziale possibilità di verificarsi un evento climatico estremo, capace di causare danni quali perdita di vite, lesioni alle infrastrutture e ai servizi e agli ecosistemi.

La vulnerabilità in questo approccio diventa variabile per calcolare il rischio (e non più output del processo) e viene definita come la predisposizione di un sistema ad essere influenzato negativamente dall'hazard. Al suo interno sono accorpate i concetti di sensitivity e di capacità di adattamento descritti nella precedente metodologia.

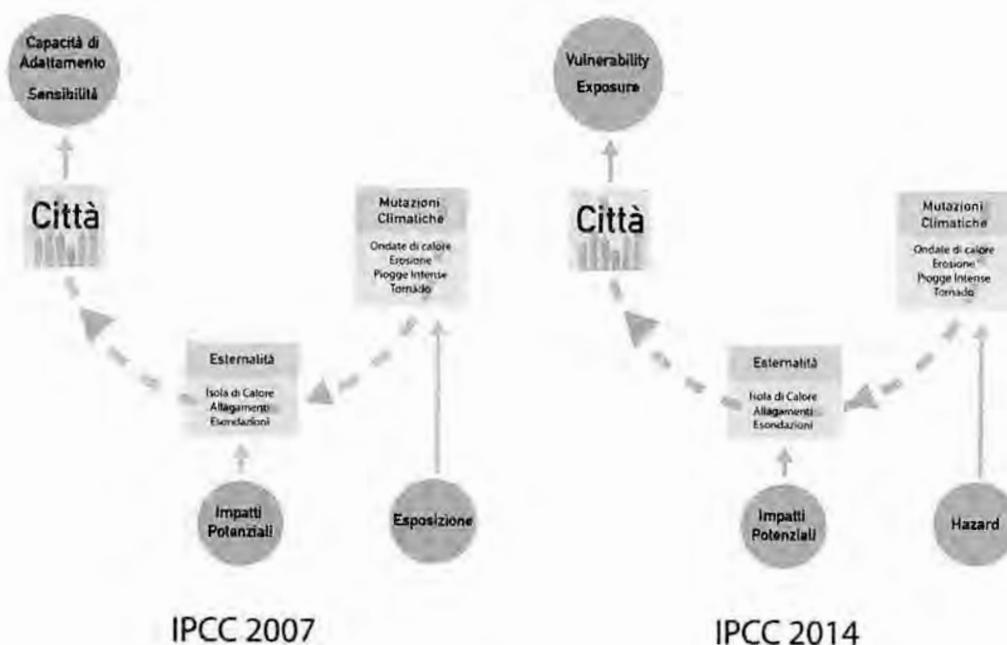


Figura 3 | Lo schema mette in relazione le differenze terminologiche dei due approcci dell'IPCC.
 Fonte: elaborazione a cura degli autori.

L'esposizione (exposure), terza variabile a determinare il rischio, è intesa come la presenza o meno di persone, infrastrutture, servizi, specie e ecosistemi, beni culturali nell'area di studio che potrebbero essere influenzati negativamente dagli eventuali impatti.

L'obiettivo del lavoro è restituire una valutazione numerica della vulnerabilità (arrivando ad una valutazione del rischio) a scala di quartiere per ciascun probabile impatto locale. Per raggiungere tale proposito è necessario quantificare la sensibilità di ogni porzione territoriale rispetto all'impatto presunto, valutandone le possibilità di adattamento. Questo percorso logico è frutto delle considerazioni emerse a seguito dell'analisi di tutti gli approcci, caratterizzati da terminologie differenti.

Uno dei principali limiti delle valutazioni di vulnerabilità (e del rischio), eseguite per indirizzare i processi di adattamento urbano, è la scala d'analisi utilizzata. L'adattamento è un insieme di misure (strutturali o di governance) agganciate ad una determinata porzione territoriale, definite in risposta al proprio grado di vulnerabilità e in relazione al rischio. Eseguire un'analisi della vulnerabilità a scala urbana, per l'intera porzione comunale, può servire per capire il grado di vulnerabilità di un comune rispetto ad un altro, ma poco suggerisce in merito a dove e come agire mediante le attività di governo del territorio. Di conseguenza è opportuno precisare che per eseguire un'analisi della vulnerabilità (o del rischio) a scala di quartiere implica dover disporre di informazioni omogenee e di grande dettaglio per tutto il territorio.

Sostanzialmente il principale limite, nell'implementazione dei processi di analisi del territorio urbano (con fine poi di adattarli al CC), è la mancanza di informazione spaziale. Questa riflessione ha accompagnato la ricerca nelle diverse esperienze applicative. La valutazione della vulnerabilità per la Città di Padova, la valutazione della vulnerabilità per alcuni comuni della Città Metropolitana di Venezia e l'analisi del rischio fatta per New York City, hanno rappresentato delle buone possibilità per testare la metodologia e riflettere sull'utilizzo delle nuove tecnologie dell'informazione come strumento di implementazione dei quadri conoscitivi urbani.

In tutti e tre gli ambiti di lavoro, la prima difficoltà incontrata era relativa alla mancanza di informazione territoriale al fine di valutare il territorio in modo omogeneo a scala di quartiere.

Il processo articolato e qui descritto, ereditato dalle esperienze dirette della Progettazione Europea, configura un percorso di adattamento integrato nelle attività di governo del territorio locale.

La riflessione di base considera che un processo di adattamento urbano non deve aggravare le già numerose mansioni in carico ai governi locali ma deve trovare il modo di integrarsi nei processi già avviati e implementarsi mediante la strumentazione urbanistica operativa cogente.

Il fine sostanziale di un processo di adattamento locale è diminuire la vulnerabilità (in relazione al rischio) di un ambito territoriale rispetto ad un impatto atteso, aumentandone di fatto la resilienza. Il termine resilienza è accostato di frequente al concetto di cambiamento climatico come riferimento alla capacità di un territorio di subire danni rispetto ad un evento atteso. Possiamo dire che la vulnerabilità è la misura della resilienza di un territorio.

Sulla base di queste considerazioni il processo di adattamento per i governi locali, si articola in 6 step (Figura 5).

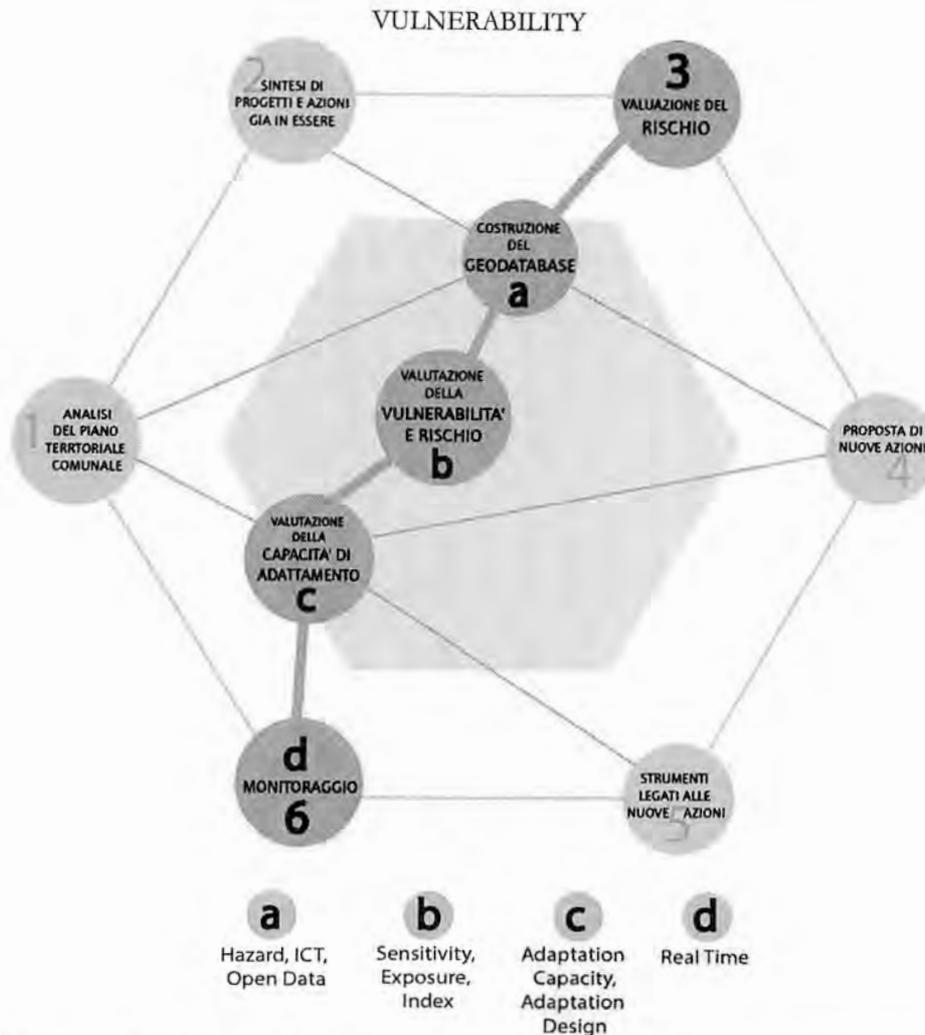


Figura 4 | Schema semplificato della metodologia sviluppata durante il lavoro. Ogni punto comprende diversi processi pensati per favorire l'esportabilità dell'approccio in diverse città.

Fonte: elaborazione a cura degli autori.

La dorsale che supporta le diverse fasi del processo di adattamento supposto (a, b, c, d), producendo l'analisi della vulnerabilità, rischio e alimentando il monitoraggio, è articolata con lo scopo di garantire l'esportazione e la replicabilità della metodologia. La sequenza degli steps relativi alla valutazione del rischio e della capacità di adattamento è stata composta con l'intento di guidare le città all'articolazione di un processo di adattamento, considerando gli strumenti ICT alleati nella produzione, gestione, condivisione dell'informazione spaziale e della conoscenza territoriale.

La sequenza (dorsale arancione) traduce in approccio territoriale le logiche e i paradigmi definiti dall'IPCC nel 5° rapporto (WP2, 2014) e dal DDR (Disaster Risk Reduction) dell'UNISDR.

Al fine di facilitare la replicabilità del lavoro, lo studio ha prodotto alcuni tools, costruiti con codice informatico SQL, con l'intento di facilitare (e standardizzare) il calcolo degli indicatori di valutazione della vulnerabilità e degli indicatori di valutazione della capacità di adattamento per i possibili impatti urbani

derivanti da ondate di calore (Urban Heat Island) e allagamenti urbani (run off). L'obiettivo rimane massimizzare il supporto nei processi decisionali integrati, per favorire la strutturazione di misure di adattamento multifunzionali, in grado di diminuire l'impatto per un probabile pericolo e al contempo migliorare la qualità dell'area interessata.

L'articolazione della metodologia viene rappresentata mediante flow chart per facilitarne l'applicazione in altri contesti urbani (figura 6).

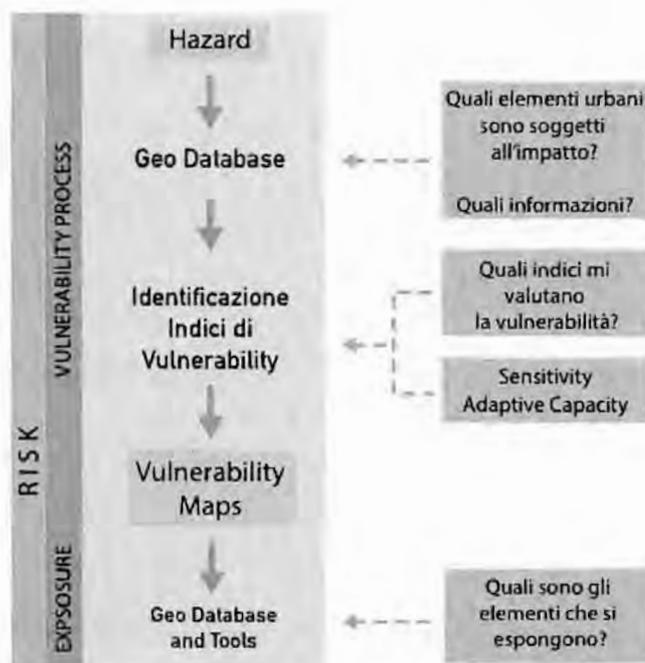


Figura 6 | Schema semplificato della metodologia sviluppata durante la ricerca di Dottorato. Ogni punto comprende diversi processi pensati per favorire l'esportabilità dell'approccio in diverse città.
Fonte: elaborazione a cura degli autori.

I quattro processi articolati all'interno del lavoro sono:

1. Fase iniziale, costruzione del geodatabase in relazione alla classificazione di Hazard. Il processo inizia con l'identificazione dei possibili impatti derivanti dal cambiamento climatico. La probabilità di ciascun impatto in relazione al contesto geografico di riferimento, costituirà l'elenco degli impatti da analizzare. Le specificità intrinseche di ogni impatto guideranno poi alla strutturazione del geodatabase (es: l'impatto allagamento urbano richiede livelli informativi differenti rispetto l'impatto erosione o desertificazione). Il percorso, in questa fase, è strutturato a favore dell'arricchimento dei quadri conoscitivi integrati mediante l'uso di nuove tecnologie e remote sensing analysis da dati telerilevati (aprendo anche al fronte dei dati acquisibili dal web come: Twitter, OpenStreetMaps e big data) e alla classificazione del territorio mediante indicatori di vulnerabilità. Gli indicatori di vulnerabilità, orientati a valutare la sensitivity del territorio rispetto a un impatto supposto, devono essere selezionati sulla base dell'impatto considerato e al dettaglio delle informazioni ricavabili da quadro conoscitivo. Implementare il quadro conoscitivo mediante nuovi modelli di reperimento e organizzazione dei dati spaziale, favorisce a definire la valutazione della vulnerabilità e del rischio del territorio.
2. identificazione delle aree soggette a vulnerabilità. Il lavoro ha considerato l'uso di una maglia esagonale spaziale, con la funzione di geodatabase nel quale organizzare le informazioni raccolte. In questo modo i dati raccolti sono stati valutati in forma aggregato per ogni porzione di territorio. I lati dei geodatabase esagonali utilizzati misurano 60 e 250 metri. La valutazione della vulnerabilità, calcolata per ogni esagono, facilita la comunicazione mediante mappa rappresentate il territorio d'analisi, nella quale ogni esagono rappresenta il valore mediante colorazione semaforica (figura 7). L'analisi della vulnerabilità, ai fini della validazione dell'esportabilità dei processi studiati, è stata svolta per i territori di Padova e New York City.

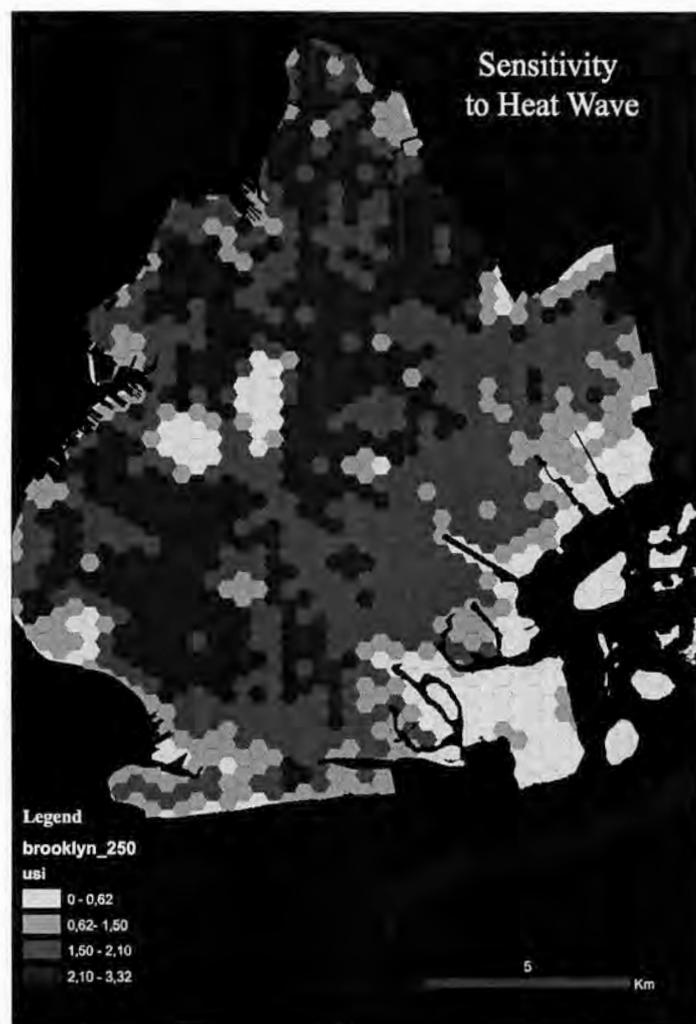


Figura 7 | Mappa della vulnerabilità urbana alle ondate di calore. Territorio Brooklyn (NYC).
Fonte: elaborazione a cura degli autori.

3. Valutazione del rischio e adaptive capacity.

In seguito alla classificazione del territorio sulla base della sensitivity, il processo ha previsto la valutazione dell'exposure. Per valutare l'esposizione del territorio si sono considerate le funzioni urbane relative a 5 classi: 1 servizi pubblici, 2 trasporti pubblici, 3 popolazione residente, 4 attività produttive, 5 attività commerciali. Il rischio, per ciascun esagono, è dato dal rapporto tra grado di sensitivity e grado di exposure (Figura 8).

L'adaptive capacity, nel lavoro, è considerato come driver nel design delle soluzioni di adattamento.

In quest'ultimo step sono valutate e descritte le tecniche di classificazione urbana capaci di raggruppare le porzioni di territorio in zone climatiche locali (Stewars, Oke, 2009), al fine misurare la capacità di adattamento locale e indirizzare l'importante fase della scelta degli strumenti urbanistici per l'implementazione dell'azione;

4. Monitoraggio.

Fase conclusiva del percorso, all'interno del processo avviato diviene nodo cardine, pensato per divenire (prevedendo l'accrescimento degli strumenti ICT sul territorio) uno "occhio" continuo sulla città. In questo modo il monitoraggio oltre a verificare l'efficienza delle misure di adattamento che nel lungo periodo si implementano sul territorio, si integra a supporto delle altre considerazioni urbane (ad esempio servendosi dalla precisione delle informazioni ricavabili con la tecnica di remote sensing è possibile avviare facilmente un controllo automatico sugli eventuali abusi edilizi degli edifici).



Figura 8 | Mappa del rischio urbano alle ondate di calore. Territorio Brooklyn (NYC).
Fonte: elaborazione a cura degli autori.

4 | Conclusioni

Il clima, sollecitato dalle esternalità generate dai sistemi antropici, produce impatti incerti e differenziati geograficamente, coinvolgendo di fatto le città e le attività di governo del territorio. La pianificazione urbana e le scienze del territorio, nei prossimi anni, saranno sempre maggiormente coinvolte nel trovare soluzioni immediate nei confronti di problemi improvvisi e complessi causati dall'interazione territorio - esternalità climatiche anomale.

Gli spazi e le abitazioni poste in relazione con gli aspetti climatici locali, i materiali delle superfici, i servizi ecosistemici, sono elementi che dovranno riacquisire centralità all'interno del progetto urbanistico e posti in relazione con scenari climatici di medio-lungo periodo.

L'adattamento di un territorio consolidato dovrà quindi rimediare alle vulnerabilità e alle pericolosità climatiche, mediante modifiche capaci di rileggere e valorizzare le caratteristiche del paesaggio urbano (risultato della relazione tra geografia fisica, geografia umana e cultura locale). Così facendo, l'obbligata fase di adattamento delle città può divenire occasione di riqualifica delle aree urbane, opportunità di revisione degli elementi dismessi e creazione di nuove economie.

Le attività del governo del territorio, per governare la trasformazione e favorire la resilienza urbana al clima che cambia, dovranno saper rielaborare pratiche di analisi e modelli progettuali, al fine di orientare nella modifica degli ambienti costruiti rispetto al grado di rischio e contemporaneamente monitorare l'efficacia delle trasformazioni in periodi medio-lunghi.

Lavorare su scenari incerti e con soluzioni implementabili attraverso una somma di progetti in un periodo di 10-15 anni, obbliga pertanto la strutturazione di un sistema di gestione delle informazioni capace di supportare le complesse fasi di analisi e di favorire un sistema di monitoraggio. I futuri quadri conoscitivi delle città dovranno

essere integrati, articolati e condivisi al fine di supportare le attività del governo del territorio nella interpretazione di dinamiche “non ordinarie” provenienti dal clima, con le dinamiche ordinarie, dove le incertezze di scenario contrapposte all’urgenza d’azione avvicina sempre più le pratiche urbanistiche con le nuove tecnologie dell’informazione.

Queste riflessioni hanno condotto allo sviluppo dell’approccio presentato in questo lavoro. L’obiettivo cardine del lavoro è stato quello di favorire una migliore lettura delle dinamiche urbane, attraverso un processo di analisi del territorio capace di misurare non solo il grado di vulnerabilità e rischio di ogni singola porzione urbana, ma al contempo favorire i processi decisionali nella scelta della soluzione più efficace in merito alle soggettività del luogo, oltre che un monitoraggio in “real time” delle future soluzioni implementate. La struttura del database costituito destinato a contenere tutte le informazioni facenti parte del quadro conoscitivo, aggregate in aree esagonali, funge anche da matrice in favore del processo di monitoraggio. Le misure che nel corso del tempo si implementano nei territori, modificano i valori numerici contenuti negli attributi della tabella, garantendo così un raffronto tra i diversi anni. In questo modo, la circolarità del processo garantirà una revisione degli attributi informativi (es m2 di permeabilità), permettendo di valutare i benefici o le eventuali conseguenze delle misure sino a quel momento implementate e modificarle con rapidità.

Le variabili climatiche prese in considerazione nel lavoro (nella logica dei possibili impatti riconducibili all’aumento delle temperature e dell’intensità di pioggia) si sono basate sugli scenari prodotti dall’IPCC, prive quindi di un’accurata valutazione locale. Il processo d’analisi studiato, è articolato per restituire valutazioni di vulnerabilità e rischio a partire dai trend degli hazard (come aumento di temperatura e aumento dell’intensità di pioggia), ottimizzando le valutazioni in presenza di scenari climatici più definiti. Questo elemento facilita l’uso della metodologia, svincolandolo dalla necessità di avere driver climatici locali precisi.

Riferimenti bibliografici

- Bulkeley H., Betsill M. (2005), “Rethinking Sustainable Cities: Multilevel Governance and the ‘Urban’ Politics of Climate Change”, in *Environmental Politics*, 14(1), pp. 42-63.
- Fritzsche K., Schneiderbauer S., Bubeck P., Kienberger S., Buth M., Zebisch M., and Kahlenborn W. (2014), *The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments*, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
- IPCC. Climate Change (2007), *Climate Change Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC and Cubasch U., Wuebbles D., Chen D., Facchini M.C., Frame D., Mahowald N., Winther J.-G. (2013), “Introduction”, in *Climate Change. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge and New York.
- IPCC (2014), *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Musco F. (2014), “Decarbonizing and climate proof planning: dalla pianificazione alla bassa emissione all’adattamento”, in Musco F., Zanchini E., (a cura di), *Il clima cambia le città: Strategie di adattamento e mitigazione nella pianificazione urbanistica*, FrancoAngeli, Milano.
- Musco F., Zanchini E. (a cura di) (2014), *Il clima cambia le città: Strategie di adattamento e mitigazione nella pianificazione urbanistica*, FrancoAngeli, Milano.
- Stewaed D., Oke T.R. (2014), “Evaluation of the ‘local climate zone’ scheme using temperature observations and model simulations”, in *International Journal of Climatology*.
- Ribeiro M., Losenno C., Dworak T., Massey E., Swart R., Benzie M., Laaser C. (2009), *Design of guidelines for the elaboration of Regional Climate Change Adaptations Strategies. Study for European Commission – DG Environment – Tender DG ENV. G.1/ETU/2008/0093r*. Ecologic Institute, Vienna.
- UNISDR (2009), *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2009 – Risk and Poverty in a Changing Climate: Invest Today for a Safer Tomorrow. United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR)*, UNISDR, Secretariat, Geneva, Switzerland, p. 207.
- UNISDR (2011), *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2011 – Revealing Risk, Reducing Development. United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR)*, UNISDR Secretariat, Geneva, Switzerland, p. 178.