

BDC

Università degli Studi di Napoli Federico II

17

numero 1 anno 2017



BDC

Università degli Studi di Napoli Federico II

17

numero 1 anno 2017

**Circular City
and Cultural Heritage
Interplay**



BDC

Università degli Studi di Napoli Federico II

Via Toledo, 402
80134 Napoli
tel. + 39 081 2538659
fax + 39 081 2538649
e-mail info.bdc@unina.it
www.bdc.unina.it

Direttore responsabile: Luigi Fusco Girard
BDC - Bollettino del Centro Calza Bini - Università degli Studi di Napoli Federico II
Registrazione: Cancelleria del Tribunale di Napoli, n. 5144, 06.09.2000
BDC è pubblicato da FedOAPress (Federico II Open Access Press) e realizzato con Open Journal System

Print ISSN 1121-2918, electronic ISSN 2284-4732

Editor in chief

Luigi Fusco Girard, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy

Co-editors in chief

Maria Cerreta, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Pasquale De Toro, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy

Associate editor

Francesca Ferretti, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy

Editorial board

Antonio Acierno, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Luigi Biggiero, Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Francesco Bruno, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Vito Cappiello, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Mario Coletta, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Teresa Colletta, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Ileana Corbi, Department of Structures for Engineering and Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Livia D'Apuzzo, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Gianluigi de Martino, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Stefania De Medici, Department of Civil Engineering and Architecture, University of Catania, Catania, Italy
Francesco Forte, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Rosa Anna Genovese, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Fabrizio Mangoni di Santo Stefano, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Luca Pagano, Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Stefania Palmentieri, Department of Political Sciences, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Luigi Picone, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Michelangelo Russo, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Salvatore Sessa, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy

Editorial staff

Mariarosaria Angrisano, **Martina Bosone**,
Antonia Gravagnuolo, **Silvia Iodice**,
Francesca Nocca, **Stefania Regalbuto**,
Interdepartmental Research Center in Urban Planning
Alberto Calza Bini, University of Naples Federico II,
Naples, Italy

Scientific committee

Roberto Banchini, Ministry of Cultural Heritage and Activities (MiBACT), Rome, Italy
Alfonso Barbarisi, School of Medicine, Second University of Naples (SUN), Naples, Italy
Eugenie L. Birch, School of Design, University of Pennsylvania, Philadelphia, United States of America
Roberto Camagni, Department of Building Environment Science and Technology (BEST), Polytechnic of Milan, Milan, Italy
Leonardo Casini, Research Centre for Appraisal and Land Economics (Ce.S.E.T.), Florence, Italy
Rocco Curto, Department of Architecture and Design, Polytechnic of Turin, Turin, Italy
Sasa Dobricic, University of Nova Gorica, Nova Gorica, Slovenia
Maja Fredotovic, Faculty of Economics, University of Split, Split, Croatia
Adriano Giannola, Department of Economics, Management and Institutions, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Christer Gustafsson, Department of Art History, Conservation, Uppsala University, Visby, Sweden
Emiko Kakiuchi, National Graduate Institute for Policy Studies, Tokyo, Japan
Karima Kourtit, Department of Spatial Economics, Free University, Amsterdam, The Netherlands
Mario Losasso, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy
Jean-Louis Luxen, Catholic University of Louvain, Belgium
Andrea Masullo, Greenaccord Onlus, Rome, Italy
Alfonso Morvillo, Institute for Service Industry Research (IRAT) - National Research Council of Italy (CNR), Naples, Italy
Giuseppe Munda, Department of Economics and Economic History, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain
Peter Nijkamp, Department of Spatial Economics, Free University, Amsterdam, The Netherlands
Christian Ost, ICHEC Brussels Management School, Ecaussinnes, Belgium
Donovan Rypkema, Heritage Strategies International, Washington D.C., United States of America
Ana Pereira Roders, Department of the Built Environment, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands
Joe Ravetz, School of Environment, Education and Development, University of Manchester, Manchester, United Kingdom
Paolo Stampacchia, Department of Economics, Management, Institutions, University of Naples Federico II, Naples, Italy
David Throsby, Department of Economics, Macquarie University, Sydney, Australia



Indice/Index

- 7 Editorial
Luigi Fusco Girard
- 11 The circular economy approach for the
regeneration of Torre Annunziata port area
Mariarosaria Angrisano, Luigi Fusco Girard
- 23 A big data dashboard architecture for a
computable intelligent city
Karima Kourtit, Peter Nijkamp
- 35 Circular economy and cultural
heritage/landscape regeneration.
Circular business, financing and governance
models for a competitive Europe
Luigi Fusco Girard, Antonia Gravagnuolo
- 53 Towards a circular port-city development
model: a pilot study in Pozzuoli, Italy
Francesca Nocca, Antonia Gravagnuolo
- 83 Rapid urbanization and heritage conservation
in Indian cities
Patrizia Riganti
- 99 L'economia circolare: una sfida culturale per le
città portuali creative
Maria Di Palma
- 125 Ecosistemi urbani e cambiamento climatico:
quali approcci valutativi?
Silvia Iodice
- 141 Rigenerazione urbana e area portuale: il
progetto di architettura per l'area ex Magazzini
Generali a Napoli
Stefania Regalbuto

ECOSISTEMI URBANI E CAMBIAMENTO CLIMATICO: QUALI APPROCCI VALUTATIVI?

Silvia Iodice

Sommario

Il cambiamento climatico, che porta a prevedere un notevole aumento delle temperature, rende le città un luogo privilegiato in cui sperimentare pratiche di mitigazione ed adattamento insieme a percorsi di rigenerazione basati sul concetto di resilienza urbana. Tuttavia gli ecosistemi urbani, ibrido di componenti naturali e manufatte, sono ancora incapaci di attuare un ciclo autorigenerante che permetta loro di riorganizzare le proprie componenti sociali, economiche ed ambientali in presenza di perturbazioni esterne. Di fronte a queste problematiche, la fase di valutazione rappresenta un passaggio obbligato, in quanto permette di supportare i delicati processi decisionali legati al cambiamento climatico ed alle conseguenze che esso determina. In ragione di ciò, il presente articolo si prefigge di indagare i possibili approcci valutativi che si possono adottare per analizzare tali tipologie di ecosistemi nell'ottica del cambiamento climatico, con la finalità di delineare tutte le questioni e le componenti di cui tener conto per dare vita ad un possibile approccio integrato di valutazione.

Parole chiave: salute ecosistemica, servizi ecosistemici, valutazioni integrate

URBAN ECOSYSTEMS AND CLIMATE CHANGE: WHICH EVALUATION APPROACHES?

Abstract

Climate change, leading to predict a significant increase in temperature, makes cities a privileged place in which to test mitigation and adaptation practices together with operations of regeneration based on the concept of urban resilience. However, urban ecosystems, hybrid of natural and man-made components, are still unable to implement a self-healing cycle that allows them to reorganize their social, economic and environmental components in the presence of external perturbations. In order to face these issues, the assessment phase is necessary, as it allows to support the delicate decision-making process related to climate change and the consequences it brings. For this reason, the present article aims to investigate the possible evaluation approaches in order to analyze these types of ecosystems in view of climate change, with the aim of outlining the issues and the components to take into account to give life to a possible integrated approach.

Keywords: ecosystem health, ecosystem services, integrated assessment

1. Introduzione

Il cambiamento climatico, fenomeno di natura globale, manifesta dei risvolti di natura locale che determinano delle ripercussioni sui sistemi naturali e sui sistemi socio-economici urbani. Considerando che l'ultimo anno ha registrato il maggiore grado di CO₂ in atmosfera ed il più alto da tre milioni di anni, risulta di estrema necessità gestire questo fenomeno, sia mitigando le emissioni di gas serra, causa del riscaldamento globale, che adattando la società ad un nuovo contesto climatico, incrementandone la resilienza di fronte ai possibili rischi futuri (IPCC, 2014).

Di fronte alla gravità ed alla portata di questo fenomeno, sono state messe a punto diverse strategie sia in ambito europeo che extra-europeo, tra cui spicca la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sul cambiamento climatico, entrata in vigore nel 1994, con l'obiettivo primario di stabilizzare la concentrazione di gas serra in atmosfera. In ambito europeo, significativo è il Programma Europeo sul cambiamento climatico, il cui obiettivo è quello di individuare politiche e misure da mettere in atto per ridurre le emissioni di gas serra, in linea con quanto previsto dal protocollo di Kyoto nel 1997 (ISPRA, 2009). D'altronde anche tra i *Sustainable Development Goals* sviluppati dalle Nazioni Unite, il tredicesimo obiettivo si focalizza sul cambiamento climatico, con la finalità di adottare soluzioni che portino ad un'economia più resiliente. D'altro canto, anche il quattordicesimo e quindicesimo obiettivo si focalizzano sulle tematiche ambientali, incentrandosi sulla protezione degli oceani e delle foreste, sulla lotta alla desertificazione, al degrado del suolo ed alla perdita di biodiversità. Un'altra tappa significativa è rappresentata dall'approvazione da parte dell'Unione Europea del pacchetto Clima ed Energia, che si prefigge di adottare un maggiore ricorso alle fonti rinnovabili al fine di ridurre del 20% le emissioni di CO₂, in linea con quanto previsto dalla strategia Europa 2020, che tra le varie finalità presenta anche quella di ridurre del 20% le emissioni di gas serra entro il 2020. Ma il cambiamento climatico è un problema di estrema attualità, protagonista della recente Cop 21 svoltasi a Parigi nel 2015, durante la quale è stato firmato un nuovo accordo universale sul clima per contenere l'aumento della temperatura globale al di sotto dei due 2°C. A poco meno di un anno di distanza dalla Cop 21, si svolge a Marrakech la Cop 22 finalizzata a rendere operativo l'accordo siglato in Francia, individuando la tattica per concretizzarlo.

L'adattamento al cambiamento climatico, quindi, è una tematica di cui negli ultimi anni hanno iniziato ad occuparsi sia i governi nazionali che le comunità locali, anche in risposta alla Strategia Europea di adattamento ai cambiamenti climatici, presentata nel 2013, che propone tra gli obiettivi quello di assicurare processi decisionali informati.

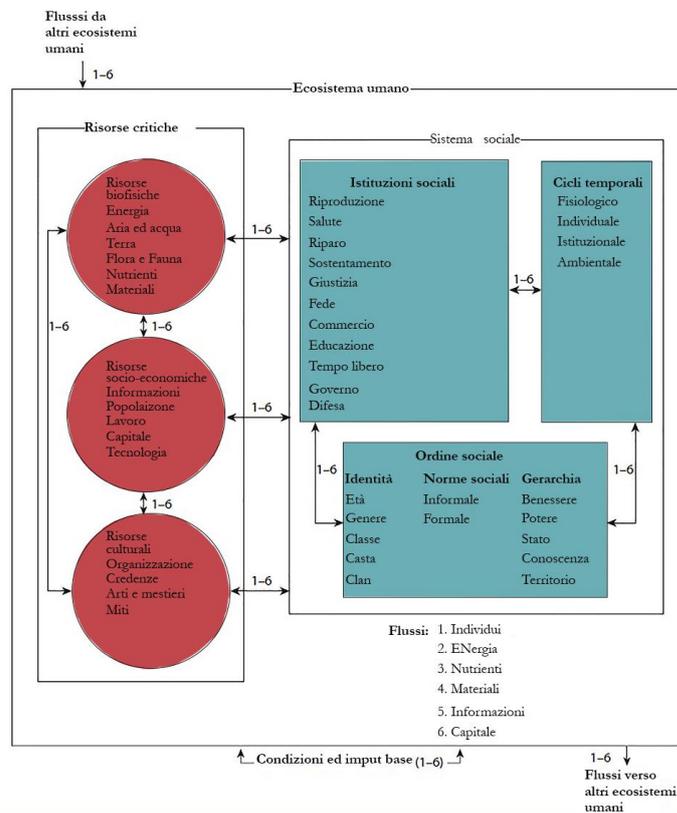
La fase di valutazione infatti, spesso mancante, potrebbe costituire un vero e proprio anello di congiunzione tra l'elaborazione dei piani di mitigazione ed adattamento e la realizzazione effettiva delle iniziative in essi contenute, incrementando la consapevolezza della fase di *decision-making* nell'incerto contesto della pianificazione legata al cambiamento climatico. Inoltre, una efficace gestione degli impatti, consentirebbe di mantenere gli ecosistemi naturali ed urbani integri e resilienti, rafforzando il benessere sociale ed economico della popolazione (Sheaves *et al.*, 2016).

Si propone, pertanto, come ambito di indagine quello degli ecosistemi urbani, ibrido di componenti naturali e manufatte, che risentono dell'influsso delle componenti naturali ma anche di quelle culturali, politiche, economiche, sociali. Questi ecosistemi dinamici e complessi non sono stati ancora opportunamente inglobati nelle dinamiche di *governance* urbana e negli approcci pianificatori volti ad incrementare la resilienza (McPhearson *et al.*,

2015). Tali forme di ecosistemi sono caratterizzate da una elevata concentrazione di popolazione e da una maggiore produzione di esternalità negative, determinando come diretta conseguenza una elevata vulnerabilità alle dinamiche del cambiamento climatico (Sharifi e Yamagata, 2014) ed una evidente disarmonia nel rapporto tra le risorse naturali e la società umana (Shen *et al.*, 2016).

La definizione di città come un ecosistema urbano, ossia come organismo vivente complesso, sottoposto a continua trasformazione, prodotto dall'incontro di eventi sia culturali che naturali e formato da luoghi dotati di identità, storia e carattere (Magnaghi, 2010), si riferisce ad un sistema complesso, che può essere in grado di interagire con l'ambiente circostante, scambiando materia, energia ed informazioni e configurandosi quindi come un sistema aperto (Fig. 1).

Fig. 1 – L'ecosistema umano



Fonte: Adattato da Machlis (2008)

Quindi la maggiore differenza tra la tradizionale visione degli ecosistemi risiede nel fatto che l'ambiente fisico nelle città è composto non solo da elementi naturali, ma anche

manufatti che risentono dell'influsso della cultura, della politica, dell'economia, dell'organizzazione sociale (Abhas *et al.*, 2013).

Sulla base delle problematiche di natura climatica e delle ripercussioni che esse determinano in ambito urbano, si pongono delle sfide di estrema rilevanza per i futuri *decision makers*, che saranno chiamati a sperimentare pratiche di mitigazione ed adattamento insieme ad interventi di rigenerazione urbana, che potrebbero essere attuati in maniera più efficiente se supportati da sistemi di valutazione in grado di definire quantitativamente e qualitativamente gli interventi programmati (Mazzeo, 2013). Affiancare alle vere e proprie pratiche di rigenerazione dei sistemi di valutazione permetterebbe, dunque, di facilitare i processi decisionali; ma nel panorama attuale risulta opportuno individuare gli approcci valutativi che meglio siano in grado di rispondere alle dinamiche in esame, prendendo in considerazione in un'ottica integrata e multidimensionale la prospettiva del cambiamento climatico.

La valutazione assume un ruolo di rilievo sempre maggiore, permettendo non solo di facilitare la costruzione delle scelte, ma anche di esplicitare gli interessi ed i valori in gioco (Fusco Girard e Nijkamp, 1997). Presupposto fondamentale di ogni fase valutativa è quello di comprendere le dimensioni e le caratteristiche di tutte le questioni coinvolte nella tematica affrontata; pertanto in relazione all'obiettivo di gettare le basi per dare vita ad un futuro sistema integrato di valutazione degli ecosistemi urbani nell'ottica del cambiamento climatico, si delineano di seguito una serie di approcci valutativi di cui potrebbe essere utile tener conto.

2. La valutazione nei piani di adattamento al cambiamento climatico

La valutazione dei rischi legati al cambiamento climatico si può concettualizzare attraverso un *framework* comprendente tre componenti: il rischio, che rappresenta la probabilità di una problematica climatica significativa, l'esposizione, ossia il grado di contatto di persone o infrastrutture con il suddetto rischio ed infine la vulnerabilità, ossia la suscettibilità al danno degli elementi esposti a rischio. Identificare le aree con un alto grado di vulnerabilità permette di localizzare quelle zone in cui è necessario attuare strategie di adattamento, riducendone l'esposizione ed incrementandone la resilienza. Quindi dati ed informazioni appropriate, soprattutto di natura spaziale, risultano i requisiti fondamentali atti a consentire la fase di valutazione (Cavan *et al.*, 2014), attraverso lo sviluppo di un sistema di indicatori appropriato, integrando modelli climatici con scenari socio-economici.

Tra gli strumenti canonici per far fronte al fenomeno del cambiamento climatico, rientrano i piani di adattamento, dove quest'ultimo indica un adeguamento dei sistemi naturali ed umani agli stimoli climatici, che ne aumenta le capacità di risposta. Focalizzando l'attenzione sull'ambito italiano, possiamo individuare tre diversi livelli:

- a livello nazionale è stata messa a punto una strategia di adattamento al cambiamento climatico, finalizzata a ridurre i rischi, a proteggere la salute ed il benessere dei popoli, a migliorare le capacità di adattamento dei sistemi naturali, economici e sociali, a difendere il patrimonio naturale, sociale e culturale, promuovendo anche la partecipazione e la consapevolezza dei cittadini. All'interno di tale strategia si afferma che: «la comunità scientifica sarà chiamata ad affrontare sfide che richiederanno nuovi elementi di supporto alle decisioni, pur in presenza di ampi margini di incertezza» (Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, 2013, p. 61);
- a livello regionale significativa è l'iniziativa promossa dalla Fondazione Lombardia per

l'ambiente che ha stilato alcune linee guida preparatorie all'elaborazione di un piano di adattamento. All'interno del report si legge che: «attraverso l'integrazione delle nuove realtà ed evidenze scientifiche nell'ambito sia della valutazione degli impatti previsti che nella stesura delle misure di adattamento propriamente dette, si dovrà aggiornare periodicamente la strategia. Solo attraverso questo processo si possono constatare i progressi rispetto agli obiettivi prefissati. A questo riguardo sarà opportuna la stesura di appositi protocolli di valutazione dello stato di avanzamento e di *follow-up* del piano di adattamento, che devono comportare la revisione periodica delle strategie comuni e delle iniziative settoriali di adattamento. In questo senso deve essere prevista la pubblicazione periodica di specifiche relazioni di monitoraggio della efficacia ed efficienza delle misure intraprese. A questo proposito, la definizione di un sistema di indicatori di adattamento appare come uno strumento essenziale che permette di agevolare il processo di monitoraggio, oltre che assicurare un certo grado di riproducibilità e rigidità nel *follow-up* della strategia. Nei sistemi di indicatori di monitoraggio vengono solitamente definite due classi d'indicatori: I) indicatori di processo: volti a valutare i progressi effettuati nella capacità di adattamento regionale, cioè in che grado è migliorata la capacità regionale di gestione del cambiamento climatico, attraverso l'individuazione dei rischi e la proposta di misure di adattamento, e II) indicatori di risultato: volti a monitorare l'efficacia delle misure di adattamento intraprese in termini di riduzione del rischio/vulnerabilità o incremento della resilienza, oltre che la loro efficienza in termini di costi e benefici. A volte può essere utile usare gli indicatori nel sistema DPSIR (Driver Pressure State Impact Response) per valutare congiuntamente l'evoluzione delle pressioni (es. numero di eventi di piogge torrenziali) sullo stato dei sistemi (es. idrogeologia) e degli impatti (es. numero di frane riattivate)» (Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2012, p. 63);

- infine a livello urbano le iniziative sono ancora limitate, ma un esempio significativo è rappresentato dal BLUE AP (Bologna Local Urban Environment Adaptation Plan for a Resilient City), che propone delle linee guida finalizzate a rendere la città di Bologna più resiliente, individuando delle misure concrete da sperimentare a livello locale. Tra gli obiettivi generali si legge: *controllare e valutare l'efficacia e la sostenibilità delle azioni attuate e dei risultati emersi nel corso della realizzazione del progetto*, mentre tra i risultati attesi si legge: *analisi delle dinamiche del cambiamento climatico nel territorio bolognese: vulnerabilità, rischi, opportunità e realizzazione di un sistema informativo integrato per la produzione di nuove informazioni e soluzioni sui rischi climatici* (Comune di Bologna, 2015).

Anche in altre città italiane si registrano inoltre iniziative legate al tema degli impatti, delle vulnerabilità e dell'adattamento oltre che progetti di ricerca in cui tuttavia ancora non è presente uno specifico riferimento alla valutazione – multicriterio e non – come passaggio imprescindibile di supporto nelle varie fasi di attuazione del piano.

Tuttavia, secondo l'*European Environment Agency*, i processi di pianificazione finalizzati all'adattamento climatico urbano dovrebbero essere ciclici e sistematici e caratterizzati in particolare dai seguenti passaggi fondamentali:

- una fase iniziale;
- una fase di valutazione di rischi e vulnerabilità al cambiamento climatico;
- una fase di identificazione delle opzioni di adattamento;
- una fase di valutazione delle opzioni di adattamento;

- una fase di implementazione;
- una fase di monitoraggio e valutazione delle azioni di adattamento.

Nonostante l'ancora limitato numero di esperienze di monitoraggio e valutazione attualmente in atto, alcune nazioni europee stanno sperimentando lo sviluppo di metodi di valutazione a livello nazionale (Finlandia, Germania, Regno Unito) (European Environment Agency, 2012).

Un'altra categoria significativa di strumenti di valutazione legati al cambiamento climatico, sviluppati a livello europeo anche a supporto dei piani di adattamento, è quella web-GIS, alcuni di essi resi noti attraverso la *European Climate Adaptation Platform* (CLIMATE-ADAPT), in cui è possibile identificare cinque diverse categorie (Cavan *et al.*, 2014):

- *framework* di *decision making* basati su rischio ed adattamento, (tra gli esempi: UKCIP Adaptation Wizard, UKCIP Risk Framework, Climate-ADAPT Adaptation Support Tool);
- portali o piattaforme, che fanno da tramite per una serie di strumenti specifici (tra gli esempi: World Bank Climate Change Data Portal e weADAPT);
- approcci e tecniche generali per la valutazione di impatti, vulnerabilità e rischio, che comprendono anche l'analisi costi-benefici, il giudizio di esperti e l'analisi di scenario;
- modelli di screening, in cui possono essere creati nuovi dati o anche manipolati ed analizzati per fornire nuove informazioni in tempo reale, sia a livello nazionale che regionale (tra gli esempi: Climate Wizard, MIST tool);
- modelli di dettaglio, che richiedono dati e risorse considerevoli ed un elevato livello di competenza tecnica (tra gli esempi: Met Office PRECISE tool, AUSSM ed ENVI-met).

Questi strumenti rendono la fase di *decision making* trasparente in quanto sono disponibili durante l'intero processo di pianificazione, consentendo l'utilizzo di mappe interattive che rappresentano spazialmente i dati analizzati. Uno degli esempi appartenenti a questa tipologia è rappresentato dal *GRaBS Climate Change Risk and Vulnerability Assessment Tool* che, svolgendo un ruolo di supporto nell'elaborazione dei piani di adattamento, forma un *Planning Support System* che segue i principi di un *Public Participation GIS on-line*, migliorando il coinvolgimento e la partecipazione pubblica. Con l'utilizzo di questo strumento, i *decision makers* hanno la possibilità di valutare in maniera visiva le relazioni e le incidenze spaziali, facendo riferimento a 350 diversi *layers* spaziali, che includono le seguenti categorie:

- spazio verde e blu, ad esempio parchi pubblici, fiumi, canali e laghi;
- indicatori di vulnerabilità, ad esempio persone di età superiore ai 75 anni;
- infrastrutture sociali, come scuole ed ospedali;
- infrastrutture civili, come le stazioni ferroviarie;
- zone di rischio, come i fiumi;
- indice di vulnerabilità, ad esempio persone vulnerabili alle alte temperature;
- struttura della popolazione, come la densità;
- sviluppo urbano, come le aree residenziali.

In definitiva il *Tool* valuta la vulnerabilità delle aree urbane di fronte agli impatti del cambio climatico, consentendo alla rete di *stakeholders* di visualizzare spazialmente le aree di vulnerabilità, esposizione e rischio climatico, incrementando la consapevolezza nella fase di *decision making* e migliorando di conseguenza le politiche regionali e locali di adattamento, attraverso la costruzione di una base di evidenza da rendere disponibile ai *decision makers*.

3. La valutazione della resilienza urbana

Di fronte alla pressione che il cambiamento climatico esercita sui sistemi urbani, è emersa la sfida di valutare la resilienza urbana, strettamente legata al concetto di adattamento. La resilienza in generale si può definire come la capacità di un sistema di mantenere o ripristinare la propria struttura di fronte alle pressioni esterne, garantendo la propria stabilità. Questo concetto ha origine in ambito ecologico, dove in base al flusso di energia di cui dispone ed al contesto in cui è inserito, il sistema tende a mantenere nel tempo i propri processi auto-organizzativi, a meno che non sia investito da tensioni esterne che, se raggiungono dei livelli critici, possono produrre una diversa capacità auto-organizzativa o possono causarne l'annullamento, determinando modifiche nella morfogenesi del sistema stesso, o la produzione di reazioni che portano a biforcazioni. Mutano i rapporti di interdipendenza che connettono ciascuna componente alle altre, e che possono andare da rapporti fortemente cooperativi a quelli fortemente competitivi (Fusco Girard e Nijkamp, 1997). Numerosi studi sulla valutazione della resilienza focalizzano l'attenzione su un aspetto settoriale, rinunciando alla multidimensionalità che il concetto di resilienza dovrebbe contemplare per essere realmente efficace; numerosi sono infatti gli esempi di valutazione della resilienza in relazione al problema delle alluvioni oppure dei tifoni (Kotzee e Reyers, 2016; Wang *et al.*, 2012); altri si occupano della valutazione della resilienza microclimatica legata al problema delle isole di calore urbano (Toparlar *et al.*, 2015) oppure alla gestione delle risorse idriche (Li *et al.*, 2016a; Cerreta e Fusco Girard, 2014; Grafakos, 2015). Vi sono ancora analisi che si focalizzano sul concetto integrato di vulnerabilità e resilienza (Angeon e Bates, 2015; Graziano e Rizzi, 2016).

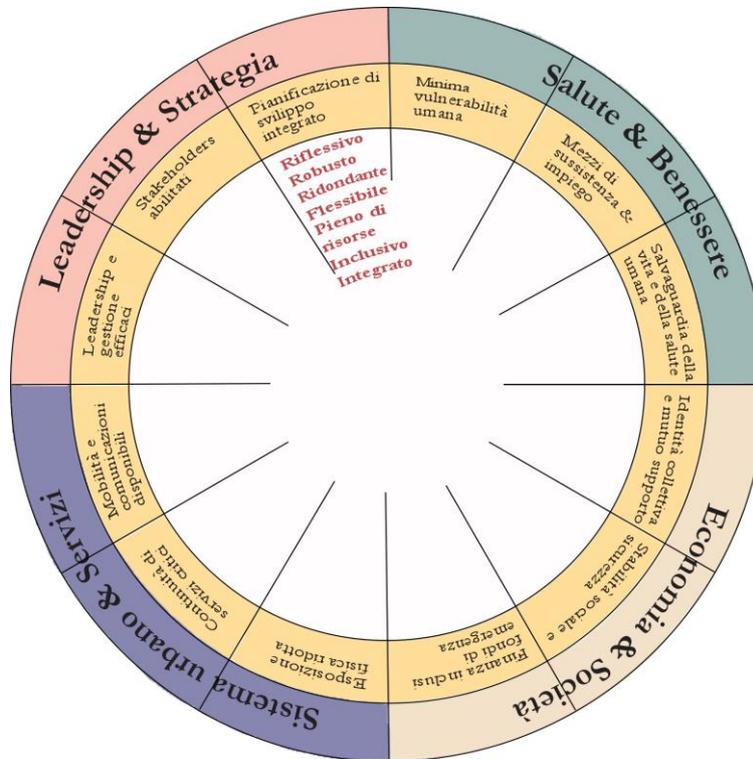
Quindi storicamente, la gestione del rischio urbano si è focalizzata sulla comprensione degli impatti legati a specifici rischi ed adottando misure appropriate per mitigarli. In anni più recenti, la crescente diversità dei rischi, la maggiore complessità urbana e l'incertezza associata al cambiamento climatico, alla globalizzazione ed alla rapida urbanizzazione hanno reso necessario elaborare il concetto di resilienza urbana (The Rockefeller Foundation e Arup International Development, 2015).

Pertanto, tra le varie iniziative orientate a valutare e quindi a quantificare il livello di resilienza urbano, un significativo esempio è quello del *City Resilient Framework*, sviluppato dalla Rockefeller Foundation e da Arup e composto da 12 obiettivi e 4 categorie, ovvero:

- salute e benessere;
- economia e società;
- leadership e strategia;
- infrastruttura e ambiente.

Il framework è composto anche da alcuni indicatori finalizzati alla misurazione del livello di resilienza in differenti città, per facilitare la futura elaborazione di un *City Resilient Index*. L'obiettivo di questo studio è quello di diffondere il concetto di resilienza ad una vasta gamma di stakeholders, identificando soprattutto quelle che sono le aree di maggiore vulnerabilità in cui è necessario intervenire in maniera specifica. Attraverso il Framework si cerca di comprendere ed individuare quelli che potrebbero essere i fattori di complessità urbana ed i drivers che contribuiscono ad intensificare o diminuire il livello di resilienza (The Rockefeller Foundation e Arup International Development, 2015) (Fig. 2).

Fig. 2 – City Resilient Framework



Fonte: Adattato da The Rockefeller Foundation e Arup International Development

Inoltre «l'ipotesi di un pannello di indicatori capaci di valutare la resilienza urbana, parte dall'analisi di quelli che possono essere i fattori di perturbazione del neoeosistema, strettamente connessi con il problema del cambio climatico e la diminuzione di un livello sufficiente di benessere dell'individuo, ponendo appunto il problema a diverse scale, quella globale e quella locale, quindi la sfera individuale e quella sociale/comunitaria. Pensando quindi alla problematica del cambio climatico, le minacce del neoeosistema, rispetto alla sua capacità resiliente, sono legate al capitale naturale, e quindi alle risorse a disposizione ed alla loro gestione. Da una parte, infatti, possiamo individuare l'esaurimento delle risorse e l'effetto serra, che incidono sul modello urbano con flussi, di prelievo e immissione nell'ambiente, di energia acqua e gestione della materia. Dall'altra, invece, collegata a entrambe, è la perdita di biodiversità, che invece inciderà sul modello di occupazione del suolo, sulla diversità biologica e sulla protezione delle specie» (Saporiti *et al.*, 2012, p. 123).

Scudo, Echave e Saporiti (2012) propongono uno studio in cui vengono individuati degli ambiti di valutazione della resilienza e per ciascuno di essi viene proposto un certo numero di indicatori; il primo ambito è rappresentato dalla struttura fisica che a sua volta si riferisce

sia alle caratteristiche del sito che al comportamento bioclimatico degli edifici, per verificare la presenza di una diversità di elementi atta a garantire l'adattamento ad una eventuale perturbazione improvvisa. La struttura dell'edificato comprende una serie di indicatori come: la densità del tessuto urbano, il fattore di permeabilità del suolo o la densità di abitanti, ciascuno di essi calcolabile con una specifica formula. La seconda categoria, ovvero quella del comportamento bioclimatico degli edifici, comprende, tra gli altri, il fattore di forma, la compattezza e la snellezza ed in particolare proporre un'analisi anche a livello del singolo edificio sottolinea come il concetto di resilienza abbracci quello di multi-scalarietà e come ogni componente possa contribuire ad aumentarne il grado, indipendentemente da una classificazione dimensionale.

Il secondo ambito indaga i processi di interazione tra il territorio e le persone ed i processi di autogestione della flora e della fauna, quindi i processi legati all'uso del capitale naturale. La prima sotto-categoria è quella del metabolismo fisico, valutabile con indicatori quali: il ciclo dell'acqua, il ciclo dei rifiuti o il ciclo dell'energia; infatti «primo passo per un metabolismo resiliente è la diminuzione dell'uso di risorse non necessarie, quindi la massima efficienza dei cicli e infine la eliminazione dei rifiuti che non possano essere riutilizzati in altri, magari differenti, cicli produttivi» (Saporiti *et al.*, 2012, p. 127). La seconda sotto-categoria riguarda gli aspetti socio-economici con indicatori legati all'occupazione locale e la terza ed ultima sotto-categoria è quella della biodiversità urbana rappresentata da indicatori come l'indice di diversità di alberi o l'indice di funzionalità dei parchi. Tutto ciò non può prescindere da una partecipazione della comunità ed infatti il terzo ed ultimo ambito che gli autori indagano è rappresentato dall'individuo al quale deve essere garantita un'adeguata qualità di vita ed è suddiviso in tre sotto-categorie. La prima è rappresentata dalla percezione della qualità degli spazi urbani, considerando indicatori come il comfort acustico o l'esposizione a rischi naturali. La seconda sotto-categoria è costituita dall'accesso ai servizi di base, valutabile ad esempio attraverso l'accesso a canali di informazione ed infine la terza ed ultima sotto-categoria è la coesione sociale quantificabile, a titolo esemplificativo, attraverso il calcolo del grado di partecipazione alla vita politica o il tasso di volontari, con l'obiettivo di prevenire eventi di esclusione ed emarginazione. In definitiva il passaggio dal concetto di sostenibilità a quello di resilienza si concretizza nella necessità non solo di mantenere le risorse a disposizione, ma anche e soprattutto di trasmetterle, compensandone la perdita con altre in grado di compiere le stesse funzioni (Saporiti *et al.*, 2012).

Anche Tyler e Moench (2012) elaborano un *Urban Climate Resilience*, ossia un *framework* che fa riferimento alle istituzioni che interagiscono reciprocamente, individuando anche in tal caso indicatori misurabili per operativizzare il concetto di resilienza.

La gestione degli ecosistemi è, in definitiva, un campo multidisciplinare e richiede un insieme di strumenti sociali, ambientali, economici, decisionali ed istituzionali. Un approccio integrato agli ecosistemi urbani genera informazioni per i *decision makers* tali che *trade-offs* e sinergie tra diverse opzioni – in termini di valori sociali, economici ed ecologici – possano essere indirizzate verso differenti scale spaziali, temporali e gestionali (UNU/IAS, 2003).

4. La valutazione della salute ecosistemica urbana

La resilienza potrebbe non essere da sola sufficiente a misurare il grado di reattività di un

ecosistema urbano di fronte alle pressioni esercitate dal cambiamento climatico e dalle deleterie conseguenze che esso comporta. Volendo quindi allargare gli orizzonti della valutazione, includendo anche altre componenti, un utile riferimento può essere rappresentato dal concetto di salute ecosistemica elaborato da uno dei padri dell'economia ecologica, Robert Costanza. Egli infatti ha inteso tale concetto come composto da un'interazione dinamica di tre fattori:

- *il vigore* di un sistema, che ne misura l'attività attraverso il metabolismo o la produttività primaria;
- *l'organizzazione*, che si riferisce al numero ed alla diversità delle interazioni tra le componenti del sistema;
- *la resilienza*, ossia la capacità del sistema di mantenere inalterata la propria struttura di fronte alle perturbazioni esterne.

Un ecosistema è in salute quando è in grado di bilanciare queste tre componenti; si evince, pertanto, che la resilienza rientra tra i parametri che sono in grado di valutare il grado di salute di un ecosistema e affinché ciò avvenga in maniera completa ed esaustiva, è necessario che essa si affianchi anche ad altre componenti. I concetti di salute ecosistemica e sostenibilità sono strettamente interdipendenti: sostenibilità sta ad indicare che il sistema è in grado di mantenere la sua struttura (organizzazione), la sua funzione (vigore) e la sua capacità di ripristinarsi (resilienza) in presenza di perturbazioni esterne, mentre la mancanza di questi comportamenti indica un ecosistema in crisi (Costanza, 1992; Costanza, 2012).

Quanto definito in ambito ecologico potrebbe essere opportunamente traslato in ambito urbano, individuando un parametro di valutazione della salute ecosistemica urbana ed associando il concetto di vigore alle componenti economiche e quello di organizzazione alla gestione della società e della popolazione, considerando in questo modo tutti i fattori che contribuiscono a determinare il funzionamento complessivo degli ecosistemi urbani, la cui salute diviene presupposto fondamentale per un'economia forte, un ambiente sano ed uno sviluppo sostenibile (Li e Li, 2014).

Alcuni studi hanno già affrontato questa tematica, scegliendo come campi applicativi alcune città cinesi, che si contraddistinguono per una crescente pressione ambientale dovuta al deterioramento della qualità delle acque, all'inquinamento atmosferico, alla scarsità energetica, al traffico ed al degrado ambientale in generale; ciò rende di particolare rilevanza la valutazione del grado di salute ecosistemica. Un'applicazione pertinente riguarda le città di Beijing e Shangai (Li e Li, 2014), che consiste nell'individuazione di un sistema di indicatori in cui l'ecosistema urbano è diviso in cinque componenti: vigore, struttura, resilienza, funzioni di servizio, salute della popolazione, considerando inoltre tre sotto-sistemi: quello economico, naturale e sociale. In particolare gli indicatori sono suddivisi come di seguito:

Vigore, sotto-sistema economico:

- PIL pro capite;
- percentuale di crescita del PIL;
- consumo di energia.

Struttura, sotto-sistema economico:

- percentuale di PIL rappresentante il settore terziario;
- percentuale di PIL impiegata in ricerca e sviluppo.

Struttura, sotto-sistema sociale:

- tasso di occupazione urbana;
- densità di popolazione.

Struttura, sotto-sistema naturale:

- tasso di copertura forestale;
- percentuale di aree coperte a verde completate;
- percentuale di riserve naturali regionali.

Resilienza, sotto-sistema naturale:

- tasso di trattamento delle acque reflue urbane;
- tasso di scarico delle acque reflue industriali;
- percentuale di rifiuti solidi industriali utilizzati;
- tasso di trattamento dei rifiuti di consumo.

Resilienza, sotto-sistema economico:

- percentuale di PIL investita nel trattamento dell'inquinamento ambientale.

Funzioni di servizio, sotto-sistema sociale:

- superficie residenziale urbana pro capite;
- superficie pro capite ricoperta da parchi o aree verdi;
- superficie pro capite di strade urbane asfaltate;
- numero di veicoli per il trasporto pubblico per 10.000 abitanti;
- numero di letti in ospedali e centri di salute per 10.000 abitanti.

Salute della popolazione, sotto-sistema sociale:

- tasso di crescita naturale della popolazione;
- speranza di vita;
- coefficiente di Engel relativo alle famiglie;
- reddito pro capite annuo relativo alle famiglie.

Salute della popolazione, sotto-sistema naturale:

- proporzione di giorni con qualità dell'aria pari o superiore al II grado nel corso dell'intero anno.

Salute della popolazione, sotto-sistema sociale:

- consumo giornaliero pro capite di acqua del rubinetto per uso residenziale;
- numero di studenti iscritti in istituti regolari di istruzione superiore per 10.000 abitanti.

Per paragonare l'importanza relativa dei vari fattori nel sistema di valutazione, il lavoro prosegue con l'assegnazione dei pesi ed il calcolo dell'indice di salute attraverso il metodo *fuzzy*. Tuttavia gli autori sottolineano come il metodo di valutazione della salute ecosistemica urbana sia ancora lontano dal raggiungimento di un *framework* teorico standardizzato e di come sia necessario approfondire quattro aspetti in particolare:

- la definizione e connotazione del concetto di salute ecosistemica urbana;
- la definizione di un sistema standard di indicatori di salute;
- la valutazione e previsione del modello;
- l'analisi delle contromisure.

5. La valutazione dei servizi ecosistemici urbani

Integrare anche la componente relativa ai servizi ecosistemici nel concetto di salute ecosistemica, affiancandoli ai concetti di vigore, organizzazione e resilienza, permetterebbe di assicurare la base conoscitiva necessaria ai decisori a livello sia globale che locale, definendo un *framework* integrato di valutazione. Per rispondere all'obiettivo di garantire

un uso più sostenibile delle risorse naturali, le raccomandazioni internazionali indicano nella tutela del capitale naturale uno dei punti cardine per garantire la sostenibilità della vita dell'uomo sulla terra (ISPRA, 2015). Infatti nelle aree in cui la qualità ed il numero dei servizi ecosistemici risultano elevati, si registra un aumento di resilienza ed una diminuzione di vulnerabilità sia del territorio che della comunità umana che vi risiede. I servizi ecosistemici sono stati definiti dal Millennium Ecosystem Assessment *i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano*. Si possono individuare quattro diverse categorie di servizi ecosistemici (Millennium Ecosystem Assessment, 2005):

- i servizi di supporto, ad esempio la fotosintesi;
- i servizi di approvvigionamento, come la fornitura di cibo ed acqua;
- i servizi di regolazione, ad esempio l'assimilazione dei rifiuti;
- i servizi culturali, relativi ad esempio a bellezza e svago.

Gli ecosistemi in salute evidenziano le sinergie tra la riduzione del rischio di catastrofi e l'adattamento al cambiamento climatico (Abbas *et al.*, 2013). La valutazione di tali forme di servizi risulta ancora limitatamente diffusa ed una delle sfide è quella di trasferire nel processo decisionale questo approccio metodologico, puntando su di una maggiore disponibilità di dati ed informazioni al fine di dar vita a nuovi strumenti di valutazione. A tal fine è necessario prevedere e valutare gli effetti che le decisioni inerenti l'uso del suolo potrebbero determinare sul funzionamento dei servizi ecosistemici e l'importanza di integrare tale tipo di analisi nelle politiche e nei piani di valutazione degli impatti (Geneletti, 2013; Geneletti *et al.*, 2013). Esiste inoltre una Direttiva del Parlamento Europeo (2011/92/EU) sulla valutazione degli effetti che certi progetti pubblici e privati potrebbero determinare sull'ambiente. All'articolo n.4 della direttiva si espone la necessità di considerare quali componenti ambientali potrebbero essere significativamente compromesse, tra cui anche i servizi ecosistemici.

Diversi altri autori si sono occupati della valutazione dei servizi ecosistemici in relazione alle realtà urbane (Kain *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2016b; Grêt-Regameya *et al.*, 2016; Sieber e Pons, 2015), evidenziando attraverso i loro studi, la necessità di valutare gli impatti che le scelte di uso del suolo determinano sui servizi ecosistemici. Alcuni si sono soffermati in particolare sulla componente economica, altri su aspetti non valutabili in termini monetari, altri ancora hanno cercato di eseguire delle valutazioni basate sull'utilizzo di indicatori aggregati.

Uno studio significativo focalizzato sull'integrazione dei servizi ecosistemici con quello di salute ecosistemica riguarda la città di Shenzhen, in Cina (Peng *et al.*, 2015). Gli autori infatti sottolineano che il legame tra queste due componenti è reso evidente dal fatto che un ecosistema in salute è sicuramente in grado di offrire una vasta gamma di servizi ecosistemici, assicurando uno sviluppo umano sostenibile. I servizi ecosistemici divengono in tal caso un significativo indicatore dello stato di salute e quindi una fondamentale componente di valutazione. Quindi in definitiva gli autori considerano quattro indicatori dello stato di salute ecosistemica urbana applicata alla città di Shenzhen: ai tradizionali vigore, organizzazione e resilienza (Costanza, 1992), vengono appunto affiancati i servizi ecosistemici. Effettuando la valutazione alla scala regionale la città viene suddivisa in unità amministrative e si classifica l'uso del suolo in 7 categorie ed attraverso alcuni indici e formule vengono calcolati i quattro indicatori, individuando cinque livelli di salute ed utilizzando delle soglie fisse. I risultati evidenziano un notevole deterioramento della salute ecosistemica nel periodo di tempo compreso tra il 2000 ed il 2005, periodo di forte

urbanizzazione, mentre il livello si era mantenuto alto tra il 1978 ed il 2000, quando non erano avvenuti grandi cambiamenti nella struttura urbana.

6. Conclusioni: una proposta di valutazione integrata degli ecosistemi urbani

In definitiva, partendo da quelli che sono i fattori di perturbazione connessi con il problema del cambiamento climatico e data la mancanza di un approccio integrato multidimensionale legato a tale problematica, si potrebbe pensare ad una evoluzione delle metodologie esposte, basata sulla costruzione di un *framework* di valutazione che possa in parte supplire alla frequente mancanza di una fase di valutazione negli ancora poco diffusi piani di adattamento al cambiamento climatico. Data l'ampiezza di tale fenomeno, questo *framework* di valutazione dovrebbe necessariamente tenere conto di tutte le componenti, integrando quindi la valutazione della resilienza, con quella del vigore, dell'organizzazione e dei servizi ecosistemici e tenendo conto anche della componente economica. Infatti i costi economici dell'adattamento necessitano di essere quantizzati, considerando che circa il 90% di tutti i disastri naturali avvenuti in Europa dal 1980 è direttamente o indirettamente attribuibile alla componente climatica e rappresenta circa il 95% delle perdite economiche causate da eventi catastrofici (European Environment Agency, 2008). Considerando l'importanza della fase decisionale come elemento chiave nella pianificazione per il cambiamento climatico, il passo successivo deve consistere nella individuazione di un opportuno sistema di indicatori di valutazione corrispondenti alle diverse categorie individuate, attraverso i quali valutare il livello di salute ecosistemica urbana. Uno degli strumenti più adeguati per portare avanti la valutazione proposta è sicuramente quello della *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA), raramente utilizzata nel supporto dei processi decisionali legati al cambiamento climatico, che considerando gli impatti sia monetari che non monetari, permette di includere le molteplici dimensioni che connotano tale fenomeno, assicurando un processo valutativo trasparente (UNEP, 2009). Considerando inoltre la natura anche spaziale del problema decisionale, in cui gli elementi si contraddistinguono per una chiara e definita delimitazione spaziale (Massei, 2010), si può proporre la possibilità di dare vita ad un approccio metodologico finalizzato a sviluppare uno *Spatial Decision Support System* (SDSS), attraverso una *Integrated Assessment* (IA) (Cerreta e De Toro, 2012), generando pertanto una valutazione integrata. Infatti le valutazioni integrate si caratterizzano per due aspetti: a) fornire ai *decision makers* informazioni relative ai possibili risvolti e non soltanto la mera comprensione della questione in esame; b) tenere insieme un più ampio set di aree, metodi, stili di studio della stessa questione all'interno dei confini di un unico campo di ricerca disciplinare (Parson, 1994). Legando quindi la MCDA con il *Geographic Information System* (GIS), si potrebbe dare vita ad una GIS-based MCDA (Malczewski, 2006), che permette di visualizzare la distribuzione spaziale degli indicatori di salute urbana considerati, generando una piattaforma ideale per l'analisi, la strutturazione e la risoluzione di problemi inerenti la gestione ambientale e territoriale (Geneletti, 2000). Inoltre, i criteri di valutazione potranno essere, in questo caso, associati alle entità geografiche e rappresentati attraverso mappe tematiche di riferimento (Cerreta e De Toro, 2012).

In conclusione, considerando che il processo di adattamento al cambiamento climatico coinvolge tutti i livelli di *decision making* e rappresenta un problema intersettoriale che richiede approcci integrati, occorre lo sviluppo di una metodologia che miri a tenere insieme tutte le questioni coinvolte, con l'obiettivo di supplire alla mancanza di un

approccio multidimensionale legato alla prospettiva del cambiamento climatico e di dare vita ad una base conoscitiva adeguata, in grado di garantire processi di *decision making* consapevoli e trasparenti.

Riferimenti bibliografici

- Abhas K., Miner T. W., Stanton-Geddes Z. (2013), *Building Urban Resilience. Principles, Tools, and Practice. Directions in Development*. World Bank Publications, Washington.
- Angeon V., Bates S. (2015), "Reviewing Composite Vulnerability and Resilience Indexes: A Sustainable Approach and Application". *World Development*, vol. 72, pp. 140-162.
- Comune di Bologna (2012), *Piano di adattamento città di Bologna*, <http://www.comune.bologna.it/ambiente/servizi/6:34902>
- Cavan G., Butlin T., Gill S., Kingston R., Lindley S. (2014), "Web-GIS Tools for Climate Change Adaptation Planning in Cities", in Filho L. (ed.), *Handbook of Climate Change Adaptation*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Germany.
- Cerreta M., De Toro P. (2012), "Urbanization suitability maps: a dynamic spatial decision support system for sustainable land use". *Earth System Dynamics*, vol. 3, pp. 157-171.
- Cerreta M., Fusco Girard L. (2014), "Valutare la resilienza urbana: approcci adattivi per la gestione integrata delle risorse idriche" in Palestino M. F. (ed.), *Spazi spugna, Esperienze di pianificazione e progetto sensibili alle acque*. Clean, Napoli, Italia, pp. 26-44.
- Costanza R. (1992), "Toward an operational definition of health", in Costanza R, Norton B, Haskell B, (eds.), *Ecosystem health: new goals for environmental management*. Island Press, Washington DC, pp. 239–256.
- Costanza R. (2012), "Ecosystem health and ecological engineering". *Institute for Sustainable Solutions Publications*, paper 70.
- European Environment Agency (2008), *Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator-based assessment*. EEA report, n.4.
- European Environment Agency (2012), *Urban adaptation to climate change in Europe. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*. EEA report n.2, Copenhagen.
- Fondazione Lombardia per l'Ambiente (2012), *Linee guida per un Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici in Lombardia*, www.reti.regione.lombardia.it.
- Fusco Girard L., Nijkamp P. (1997), *Le valutazioni per lo sviluppo sostenibile della città e del territorio*. Angeli, Milano.
- Geneletti D. (2000), "GIS, dati telerilevati e Sistemi di Supporto alla Decisione applicati alla Valutazione d'Impatto Ambientale". *Geomedia*, vol. 6, pp. 16-21.
- Geneletti D. (2013), "Assessing the impact of alternative land-use zoning policies on future ecosystem services". *Environmental Impact Assessment Review*, n. 40, pp. 25-35.
- Geneletti D., Helming K., Diehl K., Wiggering H. (2013), "Mainstreaming ecosystem services in European policy impact assessment". *Environmental Impact Assessment Review*, n. 40, pp. 82-87.
- Grafakos S. (2015), *Urban Climate Resilience and Decision Making with Focus on Water*, www.iccgov.org.
- Graziano P., Rizzi P. (2016), "Vulnerability and resilience in the local systems: The case of Italian provinces". *Science of the Total Environment*, vol. 553, pp. 211-222.
- Grêt-Regameya A., Altwegg J., Sirén E. A., van Strien M. J., Weibel B. (2016),

- “Integrating ecosystem services into spatial planning – A spatial decision support tool”. *Landscape and Urban Planning*, (forthcoming).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014), *Fifth Assessment Report (AR5)*.
- ISPRA (2009), *Adattamento ai cambiamenti climatici: strategie e piani in Europa*, www.isprambiente.gov.it
- ISPRA (2015), *Il consumo di suolo in Italia*, www.isprambiente.gov.it
- Kain J. H., Larondelle N, Haase D., Kaczorowska A. (2016), “Exploring local consequences of two land-use alternatives for the supply of urban ecosystem services in Stockholm year 2050”. *Ecological Indicators*, vol. 70, pp. 615-629.
- Kotzee I., Reyers B. (2016), “Piloting a social-ecological index for measuring flood resilience: A composite index approach”. *Ecological Indicators*, vol. 60, pp. 45-53.
- Li Y., Li D. (2014), “Assessment and forecast of Beijing and Shanghai’s urban ecosystem health”. *Science of the Total Environment*, n. 487, pp. 154-163.
- Li Y., Li Y., Wu W. (2016a), “Threshold and resilience management of coupled urbanization and water environmental system in the rapidly changing coastal region”. *Environmental Pollution*, vol. 208, pp. 87-95.
- Li B., Chen D., Shaohua W., Zhou S., Wang T., Chen H. (2016b), “Spatio-temporal assessment of urbanization impacts on ecosystem services: Case study of Nanjing; China”. *Ecological Indicators*, vol. 71, pp. 416-427.
- Malczewski J. (2006), “GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature”. *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 20, pp. 703-726.
- Magnaghi R. (2010), *Il progetto locale*. Bollati Boringhieri, Torino.
- Massei G. (2010), *Sviluppo di moduli multicriteri in ambiente GIS open source per la valutazione ambientale: sperimentazione della teoria dei rough sets basata sulla dominanza*, www.academia.edu.
- Mazzeo G. (2013), “Valutare la rigenerazione urbana: verso una certificazione di resilienza per le città”. *Urbanistica Dossier*, vol. 4, pp. 169-171.
- Millennium Ecosystem Assessment (2015), *Ecosystem Services*, www.millenniumassessment.org.
- Ministero dell’Ambiente e della tutela del territorio e del mare (2013), *Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*, www.minambiente.it
- McPhearson T., Andersson E., Elmqvist T., Frantzeskaki N. (2015), “Resilience of and through urban ecosystem services”. *Ecosystem Services*, vol. 12, pp. 152-156.
- Parson E. A. (1994), “Searching for Integrated Assessment: A Preliminary Investigation of Methods and Projects in the Integrated Assessment of Global Climate Change”, 3rd meeting of CIESIN-Harvard Commission, *Global Environmental Change Information Policy*. NASA Headquarters, Washington, DC, February 17-18.
- Peng J., Liu Y., Wu J., Lv H., Hu X. (2015), “Linking ecosystem services and landscape patterns to assess urban ecosystem health: A case study in Shenzhen City, China”. *Landscape and Urban Planning*, vol. 143, pp. 56-68.
- Saporiti G., Scudo G., Echave C. (2012), “Strumenti di valutazione della resilienza urbana”. *TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment*, vol. 5, n. 2, pp. 117-130.
- Sharifi A., Yamagata Y. (2014), “Resilient urban planning: Major principles and criteria”.

- Energy Procedia*, vol. 61, pp. 1491-1495.
- Sheaves M., Sporne I., Dichmunt C. M., Bustamante R., Dale P., Deng R., Dutra L. X. C., van Putten I., Savina-Rollan M., Swinbourne A. (2016), "Principles for operationalizing climate change adaptation strategies to support the resilience of estuarine and coastal ecosystems: an Australian perspective". *Marine Policy*, vol. 68, pp. 229-240.
- Shen J., Lu H., Zhang Y., Song X., He L. (2016), "Vulnerability assessment of urban ecosystems driven by water resources, human health and atmospheric environment". *Journal of Hydrology*, vol. 536, pp- 457-470.
- Sieber J., Pons M. (2015), "Assessment of Urban Ecosystem Services using Ecosystem Services Reviews and GIS-based Tools". *Procedia Engineering*, vol. 115, pp. 53-60.
- The Rockefeller Foundation, Arup International Development (2015), *City Resilient Framework*, www.rockefellerfoundation.org.
- Toparlar Y., Blocken B., Vos P., van Heijst G. J. F., Janssen W. D., van Hooff T., Montazeri H., Timmermans H. J. P. (2015), "CFD simulation and validation of urban microclimate: A case study for Bergpolder Zuid, Rotterdam". *Building and Environment*, vol. 83, pp. 79-99.
- Tyler S., Moench M. (2012), "A framework for urban climate resilience". *Climate and Development*, vol. 4, n. 4, pp. 311-326.
- UNEP (United Nations Environment Program) (2009), *A practical framework for planning pro-development climate policy*, MCA4climate.
- UNU/IAS (United Nations University/Institute of Advanced Studies) (2003), *Biodiversity Access and Benefit-Sharing Policies for Protected Areas: An Introduction*, www.portalces.org
- Wang S. H., Huang S. L., Budd W.W. (2012), "Resilience analysis of the interaction of between typhoons and land use change". *Landscape and Urban Planning*, vol. 106, pp. 303-315.

Silvia Iodice

Dipartimento di Architettura, Università deli Studi di Napoli Federico II
Via Roma 402, 80134 Napoli (Italy)
Tel.: +39-081-2538874; email: silvia.iodice@unina.it

