

Atti della XIX Conferenza Nazionale SIU
**CAMBIAMENTI. Responsabilità e strumenti
per l'urbanistica al servizio del paese**
Catania, 16-18 giugno 2016

 Planum Publisher
ISBN 9788899237080

Nuove tecnologie e gestione dell'informazione per la costruzione di quadri conoscitivi integrati e innovativi per la pianificazione climatica locale

Denis Maragno

Università Iuav di Venezia
Dipartimento di Design e Pianificazione in Ambienti Complessi
Email: dmaragno@iuav.it

Francesco Musco

Università Iuav di Venezia
Dipartimento di Design e Pianificazione in Ambienti Complessi
Email: francesco.musco@iuav.it

Federica Appiotti

Università Iuav di Venezia
Dipartimento di Design e Pianificazione in Ambienti Complessi
Email: fappiotti@iuav.it

Abstract

Il paradigma dell'adattamento al cambiamento climatico (CC) (orientato a limitare gli impatti generati dal CC verso le città e cittadinanza) obbliga a considerare le variabili climatiche all'interno della pianificazione locale.

Mentre il paradigma della mitigazione (che ha come obiettivo la diminuzione degli impatti delle attività umane verso il clima) è frutto di accordi internazionali, l'adattamento delle città costringe le amministrazioni locali alla creazione di strategie specifiche per ogni differente vulnerabilità territoriale.

Il ruolo della pianificazione territoriale (e dell'urbanistica) diviene quindi fondamentale nelle sfide imposte dal cambiamento climatico a patto che le venga incrementata la capacità lettura del territorio a supporto di una migliore capacità analitica per permettere l'individuazione le migliori soluzioni possibili per ogni vulnerabilità urbana determinata.

Lo studio è stato sviluppato in collaborazione con la Città Metropolitana di Venezia, in sinergia tra il Servizio Informatica e il Servizio Ambiente e l'Università Iuav di Venezia, in occasione della partecipazione al Progetto Europeo Seap-Alps e replicato poi per la città di Padova e New York City. Il lavoro descrive il processo di gestione dell'informazione sviluppato e le tecnologie utilizzate per favorire la creazione di quadri conoscitivi innovativi, a supporto di processi decisionali integrati, nella pianificazione locale *climate proof*.

Parole chiave: information technology, spatial planning, local plans.

1 | Introduzione

Le dinamiche climatiche stanno facendo emergere numerose vulnerabilità in ambiente urbano, frutto della dialettica tra il *global warming* e una pianificazione territoriale poco attenta alle relazioni ambientali nello sviluppo e nella gestione urbana. L'imprevedibilità degli eventi e la variabilità delle esternalità sembrano richiedere un approccio dinamico che la pianificazione tradizionale appare non in grado di gestire (Indovina, 2009).

Sempre con maggior frequenza le città si trovano coinvolte in avvenimenti “estremi”, inusuali, come: ondate di calore, dissesti idrologici, tornado, allagamenti urbani, erosione costiera etc, i quali fanno emergere l'elevata vulnerabilità dei territori urbani e naturali.

Il dibattito sul cambiamento climatico, supportato dalle evidenze empiriche portate dalla Stern Review (Carraro, 2009), seguito dalle relazioni periodiche del IPCC (2007, 2013), dal rapporto dell'Unione Europea sull'innalzamento della temperatura e dalla relazione dell'EEA (2012) “Urban adaptation to climate change in Europe”, ha acquisito sempre maggiore importanza nella pianificazione locale. Osservando il cambiamento climatico dal punto di vista fisico e spaziale, esso è causato dalle attività umane, a livello globale, ma si manifesta con una forte imprevedibilità a livello locale. Ne consegue che le politiche climatiche avranno due approcci su due diverse scale: la scala internazionale, arena delle politiche di mitigazione e una scala locale luogo in cui si giocheranno le sfide all'adattamento.

A livello locale quindi la protezione del clima può essere generalmente definita come l'insieme delle politiche indirette di adattamento e mitigazione finalizzate alla riduzione dell'impatto dei cambiamenti climatici sui sistemi naturali e antropizzati e alla riduzione delle esternalità ambientali che possono favorire le mutazioni climatiche nel medio e lungo periodo (Musco, 2009).

L'adattamento è pertanto prima di tutto un concetto spaziale, territoriale, che non può non entrare prepotentemente come nuovo paradigma nella rielaborazione delle teorie e degli strumenti del piano e del progetto della pianificazione territoriale ed urbanistica.

Considerata la difficile prevedibilità del cambiamento dei parametri climatici alle diverse scale e sulle diverse componenti naturali e antropiche, le strategie di adattamento devono essere modulate cercando non solo di garantire la funzionalità dei sistemi, ma anche di sfruttare le opportunità che dal cambiamento possono emergere. Considerare il CC nelle attività di Governo del Territorio locale impone l'integrazione e l'implementazione di quadri conoscitivi condivisi, al fine di promuovere e supportare processi decisionali integrati, capaci di fronteggiare le nuove emergenze.

L'analisi della vulnerabilità urbana al CC necessita quindi di essere valutata mediante il supporto di nuovi livelli conoscitivi, capaci di integrarsi con gli esistenti, facilitando il lavoro non solo nel disegno delle soluzioni ma forse soprattutto nella sfida alla valorizzazione paesaggistica ed economica (Figura 1).

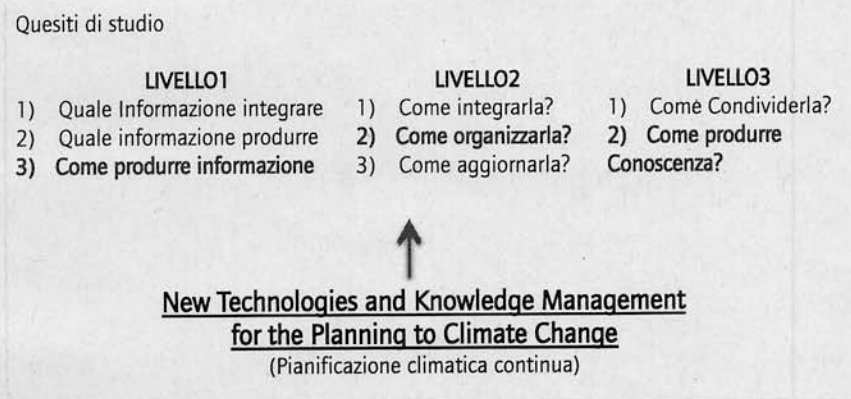


Figura 1 | Il design dell'informazione spaziale nella pianificazione climatica ambientale. Lo schema illustra l'approccio utilizzato, in rosso le questioni sviluppate all'interno del lavoro. Fonte: elaborazione Iuav, 2015.

L'obiettivo del lavoro è di supportare e facilitare la Pianificazione Climatica Integrata nelle attività di governo del territorio a scala locale e metropolitana. Il lavoro si è quindi orientato nella definizione di metodologie innovative in grado di produrre informazione spaziale al momento non reperibili (come m² di vegetazione, altezza delle alberature, incidenza solare, *sky view factor*, pendenza delle superfici e delle falde dei tetti con precisione 10 cm etc.) mediante remote *sensing analysis* e tecnologie ICT.

Le nuove informazioni prodotte sono state gestite e organizzate mediante software open source di ultima generazione focalizzati al trattamento dei dati spaziali con lo scopo di massimizzare la condivisione delle informazioni e l'aumento della capacità analitica delle amministrazioni locali.

Lo studio ha prodotto una metodologia esportabile in altre città, in grado di costruire nuova informazione territoriale e ambientale, capace di organizzarla per incoraggiare i processi decisionali integrati e favorire *social innovation*, sfruttando le tecnologie ICT.

2 | Informazione e conoscenza, il ruolo delle ICT nelle attività nella pianificazione climatica spaziale

Le opzioni di scelta in merito alle soluzioni di adattamento in campo urbano, come evidenziato dalla figura 2, non sono di difficile previsione. La difficoltà deriva dalla necessità, ai fini dell'efficienza dell'intervento, di individuare la miglior soluzione infrastrutturale possibile in relazione al luogo specifico d'azione. E' la localizzazione della misura di adattamento a costringere una profonda conoscenza del territorio, richiedendo livelli informativi sino ad oggi non necessari, conseguentemente non sempre reperibili.

VULNERABILITÀ	GOAL	TARGET	AZIONE
FORMAZIONE ISOLE DI CALORE URBANO	 AUMENTO VENTILAZIONE NATURALE	• RIDUZIONE CALORE IMMAGAZINATO	• CREARE CORRIDOI VERDI
	 DIMINUZIONE DELLE TEMPERATURE	• RIDUZIONE CALORE IMMAGAZINATO • RIDUZIONE RADIAZIONE INCIDENTE • RIDUZIONE RADIAZIONE INCIDENTE • RIDUZIONE RAPPORTO DI BOWEN [TRASFORMAZIONE CALORE SENSIBILE IN CALORE LATENTE]	• MODIFICARE LA GEOMETRIA DEGLI EDIFICI [rapporto fra altezza media e larghezza del canyon] • AUMENTARE RIFLETTANZA E EMISSIVITÀ DELLE SUPERFICI EDIFICI • AUMENTARE RIFLETTANZA E EMISSIVITÀ DELLE SUPERFICI PAVIMENTATE
	 RIDUZIONE CONSUMO ENERGETICA	• RIDUZIONE FLUSSO ANTROPOGENICO	• AZIONI GIÀ PRESENTI NEL PIANO DI MITIGAZIONE
DEFLUSSO DIFFICOLTOSO	 STIVARE	• AUMENTO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE DEL BACINO • RIDUZIONE DELLA PORTATA DI PICCO	• CREARE AREE DI ACCUMULO / LAMINAZIONE • CREARE LAGHETTI ARTIFICIALI • STOCCAGGIO VERDE SU EDIFICI
	 RITARDARE	• AUMENTO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE DEL BACINO • RIDUZIONE DELL'IMPATTO INQUINANTE	• CREARE ZONE UMIDE [CUNETTE E FILTRI VEGETALI] • CREARE POZZI E TRINCEE DI INFILTRAZIONE • DIMINUIRE PAVIMENTAZIONE IMPERMEABILE
	 RIUSARE	• DEPURAZIONE DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA • RIUSO PER IRRIGAZIONE E USI CIVILI	• INSTALLARE CISTERNE DI ACCUMULO DI ACQUA PIOVANA • INTERCETTARE LE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA • CONTROLLARE GLI ORGANI DI INTERCETTAZIONE

Figura 2 | Abaco delle soluzioni elaborato dal gruppo di lavoro Iuav "Planning and Climate Change".
Elaborazione di: Maragno D., Magni F., Innocenti A., Negretto V., Verones S., Musco F., 2016.

Negli ultimi anni, l'idea di utilizzare un "approccio ecosistemico" (Grumbine, 1994; Christensen et al. 1996, Millennium Ecosystem Assessment, 2005) all'interno delle politiche di adattamento al cambiamento del clima, ha acquisito sempre maggior importanza (Doswald, N. & Osti, M. 2011; Naumann et al., 2011). Il concetto di approccio ecosistemico rappresenta un modo di pensare e agire in maniera ecologica, su base scientifica, integrando le informazioni biologiche, sociali ed economiche per raggiungere un equilibrio socialmente e scientificamente accettabile tra le priorità della conservazione della natura, l'uso delle risorse e la suddivisione dei benefici (sostenibilità). In quest'ottica, la necessità di aumentare la capacità di lettura del territorio diviene fondamentale. Diviene fondamentale saper misurare il grado di vulnerabilità di ogni porzione di territorio per scegliere la misura di adattamento ottimale in merito. Esempi di queste misure sono l'utilizzo di infrastrutture blu e verdi, corridoi fluviali, bacini di laminazione per lo stoccaggio di acque meteoriche e fluviali, infrastrutture di contenimento per la gestione delle piene fluviali sempre più frequenti a causa del cambio di eventi meteorici estremi, tetti verdi, ricostruzione di corridoi ecologici etc. (figura 3).

SISTEMI DI ADATTAMENTO MEDIANTE GREEN INFRASTRUCTURE



Figura 3 | Illustrazione di un esempio di adattamento urbano. Importante notare come l'approccio rivolto al grande intervento viene cambiato in favore ad un sistema di piccoli interventi urbani. Fonte: Water Department City of Philadelphia.

Per procedere con l'identificazione e la scelta delle strategie di adattamento diviene importante quindi formulare un'analisi capace di identificare tutti gli elementi vulnerabili a una specifica pericolosità in modo di capire la sua soglia di resistenza agli shock esterni.

La relazione tra città e atmosfera è profondamente complessa poiché i due sistemi (naturale e antropico) sono in continua interazione, influenzandosi a vicenda. La complessità dell'interazione tra ambiente urbano e atmosfera risiede suo nel duplice dialogo tra città e atmosfera. Come il clima urbano risente del clima atmosferico e dei suoi impatti su popolazione e infrastrutture, anche il clima atmosferico ne è influenzato da territori e dalle attività umane. (Oke T.R., 2006). Solitamente le città influenzano il clima, generando un microclima urbano, attraverso cinque aspetti (Shahmohamadi et al., 2012):

- riducendo la quantità di erba, terreno permeabile e alberi, asfalto e cemento;
- rilasciando calore artificiale dagli edifici, dagli impianti di condizionamento dell'aria, automobili e zone produttive;
- diminuendo l'infiltrazione superficiale dell'acqua a favore di canali interrati e fognature (questo implica anche una scarsa resilienza alle piogge intense che recentemente investono le nostre città);
- aumentando l'inquinamento atmosferico;
- diminuendo la ventilazione urbana.

L'individuazione e la scelta di una strategia rispetto ad una possibile vulnerabilità al CC e proporzionale alla qualità e completezza dalle informazioni in possesso.

Le informazioni spaziali utili a definire e strutturare le strategie di adattamento non è completamente implementata nella stesura del quadro conoscitivo presente negli strumenti urbanistici territoriali. E' necessario quindi mettere a sistema dei protocolli d'azione che prevedano l'uso delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione per generare nuovi livelli conoscitivi.

Trattare il problema del cambiamento climatico nelle attività di governo del territorio obbliga pertanto le PA a rivedere profondamente le regole e i modi con la quale si produce, gestisce, organizza e diffonde l'informazione territoriale e ambientale. Su queste logiche si inseriscono nuovi approcci di *governance* definibili *Open Governance*, composta da strumenti e tecnologie che reggono una gestione "smart", orientata verso una organizzazione aperta e trasparente. Il nuovo approccio suggerito per le P.A. si allontana dal concetto di possesso, avvicinandosi sempre più alla condivisione delle risorse e della conoscenza, abituandosi alla cooperazione; indirizzandosi quindi verso modelli di *governance* fondati su partecipazione e coinvolgimento dei cittadini (Forghieri C., Moschi Simoni A., 2013).

3 | Metodologia: Remote Sensing e trattamento dell'informazione integrata a favore di una classificazione locale della vulnerabilità

Nel marzo 2014, la Provincia di Venezia, mediante un volo dedicato al rilievo aerofotogrammetrico (copertura di 3000 Km² e pari al territorio della Provincia di Venezia), ha generato, grazie alle moderne tecnologie, 4000 immagini ad altissima risoluzione. Mediante Software dedicati di elaborazione delle immagini (Hirschmuller, 2008), è stato possibile ottenere un modello digitale del territorio in 3D.



Figura 4 | Immagine della fitta "nuvola di punti" creata mediante l'elaborazione Dense Image Matching. Ogni punto è quotato e georeferito e la loro densità spaziale permette la ricostruzione del territorio nelle tre dimensioni con una precisione attorno ai 15 cm. Elaborazione Iuav (Maragno D.), 2015.

La tecnica utilizzata prende il nome di Dense Image Matching. L'elaborazione dei dati acquisiti permette di generare – a partire da una nuvola di punti georeferiti e quotati (figura 4) - immagini raster ad alta risoluzione, contenenti la quota dell'elemento territoriale; DSM (*Digital Surface Model*) e DTM (*Digital Terrain Model*) sull'intero territorio. Il DSM è una superficie che esprime l'altimetria di tutti gli elementi di un dato territorio, compresi tutti i manufatti, gli edifici e le opere presenti.

Il DTM mostra invece la morfologia del terreno nudo depurato dalle opere, le infrastrutture e la vegetazione presente. I modelli ottenuti, intersecati ad ortofoto a 4 bande (rosso, verde, blue e infrarosso vicino) consentono di produrre informazioni, analisi e visualizzazioni riassunte di seguito:

1. Dati utilizzati
 - Ortofoto con infrarosso in falsi colori
 - Nuvola di Punti (from DIM)
2. Elaborazioni Raster Ricavate:
 - dsm normalizzato
 - ndvi
 - slope
 - solar
 - svf
3. Elaborazioni Vettoriali Ricavate
 - mappa del verde
 - mappa dell'impermeabile
 - mappa delle altezze
 - mappa dell'irraggiamento solare
 - mappa sky view factor
4. Integrazione Dati Esistenti
 - mappa del verde con altezza
 - mappa degli edifici con altezze
 - mappa dei tetti con irradiazione
 - mappa dei tetti con pendenze
 - mappa dello svf stradale
 - mappa dell'irradiazione stradale

Il processo di calcolo è stato costruito mediante linguaggio informatico SQL, in questo modo la metodologia costruita può essere replicabile per ogni territorio con fonti dati analoghi.

Il modello sviluppato reperisce e integra informazione territoriale e classifica le aree urbane in *Local Climate Zone* (di Stewart e Oke) in modo automatico restituendo una mappa classificata (figura 5). La mappa si prefigge di supportare i processi decisionali in quanto:

- indica le zone climatiche locali a bassa resilienza al cc (mediante colorazione semaforica)
- permette di essere interrogata e restituisce informazione numerica.

La decisione di classificare le aree urbane in zone climatiche locali (ZCL) seguendo lo studio di Stewart e Oke è dovuto a due motivi. Per prima cosa si assume che nelle zone omogenee i possibili impatti derivanti dal cambiamento climatico siano simili, quindi si facilita la creazione di un abacoolutivo per territori omogenei. Laddove la metodologia d'analisi sviluppata indica una specifica zona LCL, si può definire e localizzare precisamente le probabili ripercussioni del cambiamento climatico per quelle aree.

La seconda questione, strettamente collegata alla prima, sfrutta la caratterizzazione della classificazione di Stewart e Oke, ossia la definizione della geometria urbana. In questo modo è facilitata la comprensione degli spazi d'azione per ogni classe analizzata. Fornendo un esempio, dove vi è LCL1 non vi sarà spazio d'intervento a terra, quindi gli esagoni che identificano quelle aree obbligano uno studio degli interventi sulle superfici verticali o sui tetti. Suggerendo anche lo strumento urbanistico appropriato per recepire al meglio l'azione di adattamento individuata.

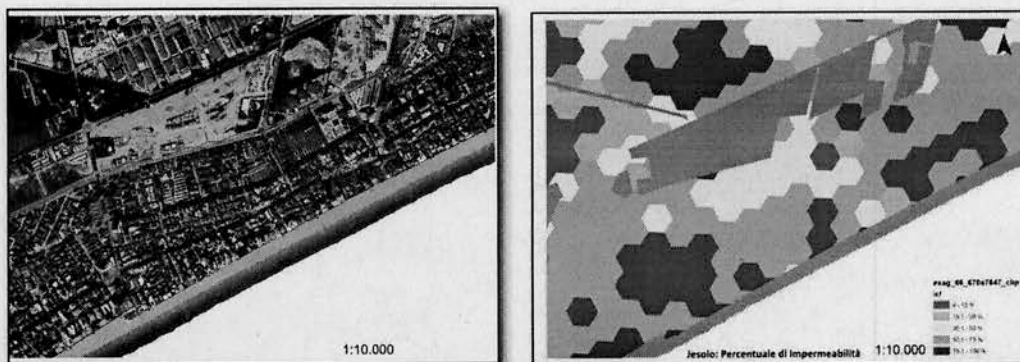


Figura 5 | L'immagine contrappone i risultati ottenuti con la tecnica di telerilevamento e l'aggregazione dell'informazione eseguita. Le informazioni ottenute attraverso il trattamento dei dati DIM (Dense Image Matching) sono state successivamente elaborate e integrate all'interno di griglie esagonali (di dimensioni diverse, che vanno da 6 a 130 metri di lato lungo). In questo modo, è possibile visualizzare e ottenere informazioni ambientale e territoriale per ogni singola cella in scale diverse.

Nell'esempio, parte dell'analisi impermeabilità urbana.

Elaborazioni Iuav, 2015

La classificazione, così come il reperimento delle misure e il calcolo degli indicatori, avviene in forma automatica con apposito codice SQL costruito per tale scopo. Sostanzialmente ogni griglia esagonale è un geo-database relazionale, contenente all'interno diversi campi con le informazioni sopra descritte. All'interno dei campi indicatori vi è un valore, il codice esaminando cella per cella il valore di ogni indicatore, classifica i diversi esagoni nelle diverse LCL sulla base dei *range* indicati nello studio di Stewart e Oke.

Conclusioni

L'esportabilità della metodologia con l'applicazione a diverse città (ad oggi Venezia Città Metropolitana, Padova e New York City), garantisce la possibilità di implementare e definire al meglio gli indicatori di classificazione. Questo è possibile poiché la procedura basata con codice SQL, inserita nel database PostgreSQL, permette l'analisi automatizzata delle informazioni inserite. Ciò significa che ogni città o territorio che dispone di un dsm e ortofoto con la banda dell'infrarosso vicino può essere classificata.

La condizione di poter ragionare sugli indicatori e la loro classificazione su territori differenti permette:

- la comparazione tra le ZCL nei diversi territori con le informazioni degli eventuali eventi estremi attribuibili al cambiamento climatico (es: allagamenti);

- il confronto empirico dei diversi microclimi locali attribuibili alle differenti ZCL. Su New York ad esempio sfruttando i sensori presenti nelle *green infrastructure* è possibile monitorare la temperatura dell'aria o il carico d'acqua ricevuto. Questo permette di comprendere al meglio l'influenza di una forte impermeabilizzazione o di un'alta densità abitativa sul microclima locale;
- Verificare, mediante monitoraggio, l'efficienza degli interventi di adattamento implementati. In questo modo la metodologia proposta non diviene solamente strumento di supporto decisionale ma al contempo strumento di verifica e monitoraggio.

Con tali strumenti si potrà diffondere con maggiore velocità ed efficacia la sensibilità verso un approccio integrato coinvolgendo non solo saperi esperti nella definizione delle misure ma anche la cittadinanza per favorirne l'implementazione sul territorio. Indispensabile riorganizzare le strutture pubbliche a tali scopi e favorire di uso comune strumenti di ICT, mediante linee guida tecniche per agevolare la condivisione delle conoscenze, la costituzione di un vocabolario unico per lo studio e l'applicazione delle più innovative pratiche di gestione riassunte nel ciclo virtuoso: analisi delle necessità, programmazione degli interventi, misurazione degli effetti delle politiche attuate e calibrazione di nuovi interventi (Maragno, 2015).

Riferimenti bibliografici

- Doswald M.Sc, Osti M. (2011). *Ecosystem-based approaches to adaptation and mitigation – good practice examples and lessons learned in Europe*, BFN-Skripten 306
- European Commission (2013a). *An EU strategy on adaptation to climate change – Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*. (COM (2013) 216 final). European Commission, Brussels.
- European Commission (2013b). *Guidelines on developing adaptation strategies*. (SWD (2013) 134 final). European Commission, Brussels.
- Forghieri C., Moschi Simoni A (2013), *Il Paradigma Smart City. Verso SMART City Exhibition 2013*, Edizioni FORUM PA.
- Grumbine, R. E. (1992), *Ghost bears: Exploring the biodiversity crisis*, Island Press, Washington, D.C.
- Hirschmuller H. (2008), "Stereo processing by semi-global matching and mutual information", in *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 30(2), 328-341.
- IPCC (2007), *Summary for Policymakers, Climate Change 2007: Synthesis Report*, S. Solomon et al (eds.), Cambridge, Cambridge University Press.
- IPCC (2012), *Managing The risks of Extreme Events and disaster to Advance Climate Change Adaptation. Special Report*, C.B Field et al (eds.), Cambridge, Cambridge University Press.
- IPCC, *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge, 2014.
- D. Maragno (2015), *Il Governo del territorio in un contesto di cambiamento climatico*", in Marzo M., Fabian L. (c.d.), *La ricerca che cambia. Convegno nazionale dei dottorati italiani dell'architettura, della pianificazione e del design*, LetteraVentidue Edizioni, Siracusa.
- Naumann et al., (2011), *The Multifunctionality of Green Infrastructure*, Science for Environment Policy, In-depth Reports.
- Oke T. R. (2006), *Initial Guidance to obtain Representative meteorological observations at urban sites*, World Meteorological Organization, Ginevra.
- Shahmohamadi P., Cubasch U., Sodoudi S. and A.I. Che-Ani (2012), *Mitigating Urban Heat Island. Effects in Tebran Metropolitan Area*, Chapter 11, pp 282-283 in *Air Pollution – A Comprehensive Prospective*, Intech.
- Steward D. Oke T.R. (2014), "Evaluation of the 'local climate zone' scheme using temperature observations and model simulations", *International Journal Of Climatology*.